

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Para poner en contexto sobre el objeto del estudio de riesgo ambiental, se ha considerado importante describir de manera breve en este apartado el alcance generalizado del proyecto en análisis.

En México la extracción de hidrocarburos en distintos campos petroleros se ha realizado desde hace más de 200 años, tiempo en el que la economía del país se ha visto beneficiada. La importancia de este producto como fuente de energía y como la base principal de la economía ha hecho que de manera constante se busque estructurar las regulaciones normativas que lo imponen como una empresa productiva y como proceso con la calidad y requerimientos internacionales, así como las que vigilan la administración de los recursos y el cuidado al ambiente. Con la intención de dar continuidad a la rentabilidad de la producción de hidrocarburos en los campos en México, últimamente se han sumado a este esfuerzo, compañías extranjeras y transnacionales que, con la inversión y la tecnología, suficiente y adecuada, respectivamente, se buscará recuperar el hidrocarburo encontrado aún en los campos maduros, como es el caso de los campos asignados a Petrofac.

Bajo este contexto, el día 18 de diciembre de 2017, se firmó el **CONTRATO PARA LA EXTRACCIÓN DE HIDROCARBUROS BAJO LA MODALIDAD DE PRODUCCIÓN COMPARTIDA, CNH-M2-SANTUARIO-EL GOLPE/2017**, entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), Petróleos Mexicanos (PEMEX) y Petrofac de México S. A. de C. V. (Petrofac).

La reactivación de actividades en campos petroleros implica el diseño, la construcción, y/o la instalación de nueva infraestructura para cumplir con los objetivos planeados, lo que conlleva a vigilar que todo se realice de manera adecuada bajo el cumplimiento de las normatividades de seguridad y ambientales nacionales e internacionales.

En este caso, el presente estudio tiene como objetivo, analizar desde el punto de vista riesgo ambiental, las actividades a realizar en el **Área Contractual Santuario y El Golpe**, considerando que existe un plan de desarrollo con un programa de trabajo de 25 años (plazo de contrato) para continuar con la extracción de gas y aceite en los campos petroleros que lo conforman.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Dicha área contractual está conformada por dos áreas de asignación: Área de Asignación El Golpe y Área de Asignación Santuario, que geográficamente se ubican en el Sureste de México.

Para cumplir con el objetivo de realizar la recuperación de hidrocarburos en las áreas de asignación mencionadas, PETROFAC evalúa tres alternativas, cuyo éxito y continuidad están condicionadas por la mitigación de seis factores existentes: rangos de incertidumbres con respecto a la producción y propiedades de los yacimientos, viabilidad de la inyección de agua y esquema de inyección, arreglos legales con propietarios, permisos y aprobaciones requeridas, asegurar acuerdos comerciales de extracción y transporte de hidrocarburos, y confirmación de acuerdos comerciales de uso y mantenimiento de instalaciones de acuerdo con el periodo del contrato.

Para que en el presente estudio no se descarte nada en el análisis de los riesgos que implican los alcances plasmados en cada una de las alternativas, se considerará la mitigación de cada una de las condicionantes anteriores, y con ello cumplir en la evaluación de todas las obras nuevas contempladas en el desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe por parte de Petrofac. Desarrollo que se desglosa de manera más clara a continuación y se resume en la Tabla I-1:

Tabla I-1 Alcance de alternativas (plan de desarrollo).

Características	Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 0
Actividades físicas	Perforación de pozos productores	26	26	26
	Reparaciones mayores CE*	61	59	42
	Reparaciones mayores SE**	45	45	45
	Prueba piloto de inyección de agua	Si	Si	No
	Recuperación secundaria	No	Si	No
Producción	mmb	77.6	116	67
	mmmpc	115	105	80
Gastos de operación	mmUSD***	1,048.00	1,204.00	939.00
Inversiones tecnologías				
Inversiones	mmUSD	543.00	686.00	493.00

Fuente: Proyecto de Plan de Desarrollo (2018-2042).

*Reparación Mayor con equipo (RMA CE)

b = barriles

**Reparación Mayor sin equipo (RMA SE)

pc = pie cúbico

*mmUSD = millones de dólares estadounidenses

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Alternativa 1: contempla como actividad física la perforación de 28 pozos, de los cuales los primeros 12 pozos productores recopilarán información fundamental para los siguientes 14 pozos de desarrollo, un pozo inyector y un pozo fuente y 106 reparaciones mayores y 122 reparaciones menores, proyectando una inversión de desarrollo (perforaciones, prueba piloto y reparaciones mayores) **Monto de inversión para el proyecto. Información (secreto comercial) protegida bajo el artículo 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.**

de los yacimientos.

Alternativa 2: contempla como actividad física la perforación de 49 pozos, de los cuales son 12 pozos productores, 14 pozos de desarrollo, 17 pozos inyectores y seis pozos fuentes, 104 reparaciones mayores y 122 reparaciones menores, proyectando una inversión de desarrollo (perforaciones, reparaciones y pozos de recuperación secundaria) de 239 mmUSD, una inversión en proyectos de integridad, construcción de instalaciones, manejo de producción, tratamiento e inyección de agua de **Monto de inversión para el proyecto. Información (secreto comercial) protegida bajo el artículo 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.**

Alternativa 0: contempla como actividad física la perforación de 26 pozos, de los cuales son 12 pozos productores (1ra. campaña) y 14 pozos de desarrollo (2da. campaña), 87 reparaciones mayores y 122 reparaciones menores, proyectando una inversión de desarrollo (perforaciones y reparaciones mayores) de **Monto de inversión para el proyecto. Información (secreto comercial) protegida bajo el artículo 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.**

La alternativa 0 no considera la implementación de una prueba piloto de inyección de agua ya que asume continúa la restricción en las instalaciones de exportación de gas fuera del límite de las áreas contractuales.

Con la finalidad de realizar un análisis que considere la totalidad de los aspectos planteados en el Plan de Desarrollo, enfocaremos nuestra atención a los alcances que conforma a la alternativa 1, debido a que es uno de los que implica los mayores alcances en infraestructura e inversión, así como ser el parte agua a los alcances futuros de todo el proyecto, claro está, bajo la premisa de asumir que las condiciones externas que podrían limitar el desarrollo primario temprano de Santuario Noreste serán mitigadas.

Este proyecto a desarrollar en el Área Contractual Santuario y El Golpe considera realizar mantenimientos mayores y construcciones en el Área de Asignación Santuario (Batería de Separación Santuario, Batería de Separación Santuario Noreste IPT¹ y Complejo Santuario Noreste), realización de mantenimientos mayores en las instalaciones del Área de Asignación El Golpe (batería de separación, estación de compresión y planta deshidratadora) y, perforaciones de pozos nuevos y continuidad de explotación de pozos existentes en las áreas. Para ello Petrofac considera la ejecución de seis grandes obras:²

- 1) **Construcción del Complejo Santuario Noreste.**
- 2) **Ingeniería para modificaciones para incrementar la capacidad de la Batería EPT/IPT (Early Production Team/Instalación de Producción Temprano) Santuario Noreste de 6,000 bpd a 12,000 bpd.**
- 3) **Diseño y construcción de peras para obras de perforación de pozos en el Área de Asignación Santuario.**
- 4) **Construcción de amarres de pozos, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en Área de Asignación Santuario.**
- 5) **Construcción de un oleoducto y un gasoducto, de Batería Santuario a Complejo El Golpe.**
- 6) **Planta de tratamiento de agua para la prueba piloto para el Área Santuario Noreste.**

Es de interés apuntar que los cambios/modificaciones en las instalaciones de las Áreas Santuario (Batería Santuario) y El Golpe (Batería El Golpe II, Estación de Compresión El Golpe y Planta Deshidratadora El Golpe), así como toda aquella infraestructura relacionada con la recolección y transporte de producción de los pozos hacia estas instalaciones, tal como líneas de descarga, cabezales, oleoductos, gasoductos y oleogasoductos en derechos de vía existentes, no serán puntos de análisis en el presente estudio por tratarse de instalaciones en operación. Por lo anterior, los análisis para estas instalaciones e infraestructura de recolección y transporte serán realizados cuando aplique la actualización de los estudios de riesgos respectivos y bajo la normatividad que corresponda.

En el estudio sólo serán mencionadas las instalaciones existentes derivado de su interacción con los procesos y posibles riesgos de los nuevos proyectos y por ende se tenga que analizar la magnitud de la afectación y efectos secundarios hacia ellas.

¹ Instalación de Producción Temprana o Early Production Team (EPT).

² Descrito en las bases de usuarios de las obras.

En el **Anexo I-1** se presentan tres mapas para poner en contexto el proyecto, objeto de estudio del presente Estudio de Riesgo Ambiental. Este anexo contiene lo siguiente:

- a) Mapa de cuadrantes del Área Contractual Santuario y El Golpe (ERASG-01).
- b) Mapa del Área espacial de los proyectos (ERASG-02).
- c) Mapa de ubicación de los proyectos (ERASG-03).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

I.1. BASES DE DISEÑO

Indicar los criterios de diseño y normas utilizadas para el proyecto con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, indicando el análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables (terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros).

Incluir planos del arreglo general de la planta a escala mínima de 1:200.

Para el presente apartado, es importante puntualizar que estamos en una parte del proyecto donde aún no se cuenta con el o los planos de trazo y perfil, diagramas de tuberías e instrumentación, especificaciones técnicas, memorias de cálculo de las especialidades a intervenir en el diseño y construcción de cada una de las obras, y demás documentos que conforman a la ingeniería básica y detalle de las instalaciones a construir, a razón de que el proyecto se encuentra en la etapa de desarrollo conceptual tal y como se manifiesta en el programa de trabajo incluido en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario-El Golpe, y en este momento en etapa de validación por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH).

De la firma del contrato a la fecha, ha sido un periodo en el cual Petrofac se ha ocupado completamente en conceptualizar la infraestructura requerida para cumplir con los objetivos planteados. Tomando en cuenta lo anterior, la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, descripción de las experiencias técnicas del grupo de trabajo a cargo del proyecto y del presente estudio, así como información de diseño y construcción de instalaciones similares. Claro está que la esencia de este proyecto se centra en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los ecosistemas circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables.

Como parte de este apartado, en el **Anexo I-2** se integran planos y esquemas que corresponden al Plano de Localización General del Complejo Santuario Noreste (ERASG-A2A), esquemas de la localización de los ductos y líneas de descarga dentro de las macroperas (ERASG-A2B.1 a ERASG-A2B.6), así como un croquis donde se puede visualizar la distribución de las obras más próximas a construir en el Proyecto del Área Contractual Santuario y El Golpe, el trazo preliminar de los ductos que interconectan a peras con instalaciones e instalaciones con instalaciones (ERASG-A2C).

Códigos y normas aplicables

Los códigos y normas aplicadas para las obras y las obras complementarias de estos proyectos, en el afán de garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, son en orden de secuencia prioritaria: leyes, reglamentos, normas y referencias mexicanas vigentes y, a falta de alguna de ellas, el paso siguiente es la consulta de Normas Internacionales, tomando como orden, lo indicado en la “guía de estándares técnicos” 2017 o última versión.

En las Tablas I.1-1 a I.1-9 que a continuación se presentan, se enlistan una serie de normatividades que son comunes³ en su aplicación para el diseño y la construcción de todas las obras en estudio:

³ SFD-PMX-BU-001, Construcción del complejo Santuario noreste, Pág. 53 de 67.

SFD-PMX-BU-006, Construcción de amarres de pozos, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en área de asignación Santuario, Pág. 31 de 50.

SFD-PMX-BU-007, Construcción de un oleoducto y un gasoducto, de Batería Santuario a Complejo El Golpe, Pág. 23 de 31.

SFD-PMX-BU-008, Diseño y construcción de peras para obras de perforación de pozos en el área de asignación Santuario, Pág. 18 de 24.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.1-1 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Norma Oficial Mexicana.

No. de referencia	Descripción
CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos)	
RESOLUCION CNH.06.002/09	Por lo que la comisión nacional de hidrocarburos da a conocer los lineamientos técnicos para el diseño de los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos y su dictaminación.
SEDE (Secretaría de Energía)	
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización).
STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social)	
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-028-STPS-2012	Sistema para la administración del Trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejan sustancias químicas peligrosas.
SCFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial)	
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida.
SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte)	
NOM -012-SCT-2-2008	Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal

Tabla I.1-2 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Leyes.

No. de referencia	Descripción
LGEEPA	
LGEEPA	Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
ASEA	
ASEA	Ley de la Agencia nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-3 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Reglamentos.

No. de referencia	Descripción
R.C.M.C.E. TABASCO 2004	Reglamento de construcciones del municipio del Centro, Estado de Tabasco.

Tabla I.1-4 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Normas técnicas.

No. de referencia	Descripción
N.T.C.RCDF-2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería.
N.T.C.RCDF-2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.
N.T.C.RCDF-2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas.
N.T.C.RCDF-2004	Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones.

Tabla I.1-5 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Reglamentos y manuales.

No. de referencia	Descripción
CFE	Manual de diseño de obras civiles de la CFE, capítulo 3, diseño por sismo.
CFE	Manual de diseño de obras civiles de la CFE, capítulo 4, diseño por viento.
ACI (American Concrete Institute/Instituto Americano del Concreto)	
ACI 318R-11	Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario.
ACI-319-02	Building code requirements for structural concrete.
RC (Reglamentos de construcción)	
RCDDF	Reglamento de construcción del distrito federal.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-6 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Norma Mexicana.

No. de referencia	Descripción
NMX-B-018-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de riel para refuerzo de concreto.
NMX-B-032-1988	Varillas corrugadas y lisas, de acero, procedentes de eje, para refuerzo de concreto.
NMX-B-072-1986	Alambre corrugado de acero, laminado en frio para refuerzo de concreto.
NMX-B-253-CANACERO-2006	Industria siderúrgica -alambre de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-B-254-CANACERO-2008	Industria siderúrgica -acero estructural-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-B-290-CANACERO-2006	Industria siderúrgica -malla electrosoldada de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-B-294-1986	Industria siderúrgica - varillas corrugadas de acero, torcidas en frio, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.
NMX-C-021-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-cemento para albañilería (mortero)- especificaciones y métodos de prueba.
NMX-C-030-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agregados-muestreo.
NMX-C-036-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines-resistencia a la compresión - método de prueba.
NMX-C-077-1997-ONNCCE-2004	Industria de la construcción - agregados para concreto- análisis granulométrico- métodos de prueba.
NMX-C-081-1981	Industria de la construcción - aditivos para concreto- curado compuestos líquidos que forman membrana.
NMX-C-083-ONNCCE-2002	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto-método de prueba.
NMX-C-090-1978	Método de prueba para aditivos expansores y estabilizadores de volumen del concreto.
NMX-C-111-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agregados para concreto hidráulico especificaciones y métodos de prueba.
NMX-C-112-1978	Terminología usada en elementos de concreto presforzado.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-6 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NMX-C-117-1978	Aditivos estabilizadores de volumen del concreto.
NMX-C-122-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agua para concreto-especificaciones.
NMX-C-140-1978	Aditivos expansores del concreto.
NMX-C-155-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-concreto-concreto hidráulico industrializado especificaciones.
NMX-C-156-ONNCCE-2010	Industria de la construcción - concreto - determinación del revenimiento en el concreto fresco.
NMX-C-159-ONNCCE-2004	Industria de la construcción- concreto- elaboración y curado de especímenes en laboratorio.
NMX-C-160-ONNCCE-2004	Industria de la construcción - concreto – elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
NMX-C-199-ONNCCE-2010	Industria de la construcción – aditivos para concreto- terminología y clasificación en concreto hidráulico y mortero.
NMX-C-242-1985	Industria de la construcción - bandas de PVC para control hidráulico en juntas de concreto - determinación de las propiedades a la tensión y absorción de solución alcalina.
NMX-C-250-1986	Industria de la construcción - bandas de poli-cloruro de vinilo (PVC) – colocación.
NMX-C-251-1997-ONNCCE	Industria de la construcción- concreto- terminología.
NMX-C-255-ONNCCE-2006	Industria de la construcción- aditivos químicos para concreto especificaciones, muestreo y métodos de ensayo.
NMX-C-403-ONNCCE-1999	Industria de la construcción-concreto hidráulico para uso estructural.
NMX-C-404-ONNCCE-2005	Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural-especificaciones y métodos de prueba (cancela a la nmx-c-404-1997-onncce).
NMX-C-407-ONNCCE-2001	Industria de la construcción – varilla corrugada de acero proveniente de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto -especificaciones y métodos de prueba.
NMX-C-414-ONNCCE-2010	Industria de la construcción - cementos hidráulicos – especificaciones y métodos de prueba.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-6 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NMX-C-416-ONNCCE-2003	Industria de la construcción-muestreo de estructuras terreas y métodos de prueba.
NMX-C-430-ONNCCE-2002	Industria de la construcción-geotecnia-cimentaciones-sondeos de pozo a cielo abierto.
NMX-C-431-ONNCCE-2002	Industria de la construcción-geotecnia-cimentaciones-toma de muestra alterada e inalterada-métodos de prueba.
NMX-C-432-ONNCCE-2002	Industria de la construcción-geotecnia-cimentaciones-ensaye de compresión triaxial - método de prueba.
NMX-H-077-CANACERO-2009	Industria siderúrgica, electrodos de acero al carbono para soldadura de arco metálico-protégido-especificaciones.
NMX-H-121-1988	Procedimiento de soldadura estructural acero de refuerzo.

Tabla I.1-7 Relación de Normatividad Nacional común utilizada_Norma de Pemex sólo como consulta.

No. de referencia	Descripción
NRF-009-PEMEX-2012	Identificación de productos transportados por tuberías o contenidos en tanques de almacenamiento.
NRF-010-PEMEX-2014	Espaciamientos mínimos y criterios para la distribución de instalaciones industriales en centros de trabajo de petróleos mexicanos y organismos subsidiarios.
NRF-018-PEMEX-2014	Análisis de riesgos.
NRF-020-PEMEX-2012	Calificación y certificación de soldadores y soldadura.
NRF-026-PEMEX-2008	Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.
NRF-027-PEMEX-2009	“Espárragos y tornillos de acero de aleación y acero inoxidable para servicios de alta y baja temperatura.
NRF-030-PEMEX-2009	Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-7 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NRF-038-PEMEX-2013	Caminos de acceso a instalaciones industriales.
NRF-045-PEMEX-2010	Seguridad Funcional – Sistemas Instrumentados de Seguridad – Para los Procesos del Sector Industrial.
NRF-047-PEMEX-2014	Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica.
NRF-048-PEMEX-2014	Diseño de instalaciones eléctricas.
NRF-053-PEMEX-2006	Sistemas de protección anticorrosiva a base de recubrimientos para instalaciones superficiales.
NRF-070-PEMEX-2011	Sistema de protección a tierra para instalaciones petroleras.
NRF-137-PEMEX-2012	Diseño de estructuras de acero.
NRF-138-PEMEX-2012	Diseño de estructuras de concreto.
NRF-139-PEMEX-2012	Soportes de concreto para tubería.
NRF-157-PEMEX-2012	Construcción de estructuras de concreto.
NRF-159-PEMEX-2013	Cimentación de estructuras y equipo.
NRF-194-PEMEX-2013	Testigo y probeta corrosimétrica.
NRF-195-PEMEX-2014	Construcción de estructuras de acero.

Tabla I.1-8 Relación de Normatividad Nacional común utilizada Guías y Recomendaciones.

No. de referencia	Descripción
GO-SS-TC-0002-2015	Guía Operativa para realizar ARP en los proyectos y/o instalaciones de PEMEX”.
ARSH	Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos.
800-16400-DCO-GT-75 Rev. 2_2015	Guías técnicas para realizar ARP

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-8 (continuación).

No. de referencia	Descripción
800-16000-DCO-GT-074-2012	Guía Técnica para Análisis de Costo Beneficio de recomendaciones emitidas en los Análisis de Riesgo.
DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1_2011	Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de PEMEX.
COMERI 144 Rev. 2_2010	Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Procesos, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física, en instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para realizar las actividades de Reconocimiento y Exploración Superficial, Exploración y Extracción de Hidrocarburos.
	DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos.

Tabla I.1-9 Relación de Normatividad Internacional común utilizada_Norma, Código y Práctica recomendada.

No. de referencia	Descripción
NORMAS ISO-9000	Conjunto de normas aplicables para el aseguramiento de la calidad.
ISO/FDIS	Petroleum and natural gas industries-materials for use in H ₂ S-containing environments in oil and gas production.
ISO 3182-2012	Petroleum and natural gas industries — steel pipe for pipeline transportation systems.
API RP 14C	Recommended practice for analysis, design, installation, and testing of basic surface safety systems for offshore production platforms.
API RP 14J	Recommended practice for design and hazards analysis for offshore production facilities API RP 14J.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-9 (continuación).

No. de referencia	Descripción
API-RP-551	Process measurement instrumentation.
API RP 580	Risk based inspection.
API RP 581	Risk based inspection technology.

Instalaciones

Independiente al listado anterior, haremos mención de otros documentos regulatorios⁴ en el diseño y construcción, que de acuerdo con las obras que conforman a este proyecto, son específicas, para este caso, instalaciones de la magnitud del Complejo Santuario Noreste, Peras de producción y cabezales de recolección o de medición (Tabla I.1-10 a Tabla I.1-15).

Tabla I.1-10 Relación de Normatividad Nacional utilizada Norma Oficial Mexicana.

No. de referencia	Descripción
STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social)	
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo condiciones de seguridad.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-011-STPS-2001	“Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido”.

⁴ SFD-PMX-BU-001, Construcción del complejo Santuario noreste, Pág. 53 de 67.

SFD-PMX-BU-006, Construcción de amarres de pozos, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en área de asignación Santuario, Pág. 31 de 50.

SFD-PMX-BU-008, Diseño y construcción de peras para obras de perforación de pozos en el área de asignación Santuario, Pág. 18 de 24.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-10 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NOM-020-STPS-2002	“Recipientes sujetos a presión y calderas-funcionamiento-condiciones de seguridad”.
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajos condiciones de seguridad.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
CNA (Comisión Nacional del Agua)	
NOM-003-CNA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
SENER (Secretaría de Energía)	
NOM-008-ENER-2001	Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales.
SCFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial)	
NOM-063-SCFI-2001	“Productos eléctricos - conductores – requisitos de seguridad”.
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos-luminarios para uso en interiores y exteriores especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
NOM-093-SCFI-1994	“Válvulas de relevo de presión (seguridad, seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas de acero y bronce”.
SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte)	
NOM -012-SCT-2-2014	Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
NOM -034-SCT-2-2011	Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.
SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales)	
NOM-081-SEMARNAT-1994	“Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”.

Tabla I.1-11 Relación de Normatividad Nacional utilizada _Reglamentos.

No. de referencia	Descripción
NTC PA-2004	Normas técnicas complementarias para proyecto arquitectónico del reglamento de construcciones del Distrito Federal.
N.T.C.RCDF-2004	Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-12 Relación de Normatividad Nacional utilizada Reglamentos y manuales.

No. de referencia	Descripción
CFE (Comisión Federal de Electricidad)	
CFE	Manual de diseño de obras civiles Sección C "estructuras".
C.F.E.-CIMENTACIONES	Manual de diseño de obras civiles de la comisión federal de electricidad. Diseño de cimentaciones.
IMCA (Instituto Mexicano de la Construcción en Acero)	
IMCA	Manual de construcción en acero- diseño por esfuerzos permisibles.
ACI (American Concrete Institute/Instituto Americano del Concreto)	
ACI 351.3R-04	Foundations for Dynamic equipment (cimentación para equipo dinámico).
NTC (Normas técnicas complementarias)	
NTC-DIH	Normas técnicas complementarias para el diseño y ejecución de obra e instalaciones hidráulicas.
NTC-PA	Normas técnicas complementarias para proyectos arquitectónicos.

Tabla I.1-13 Relación de Normatividad Nacional utilizada Norma Mexicana.

No. de referencia	Descripción
NMX-B-050 -2000	Industria siderúrgica-tubos ranurados de acero al carbono para ademe de pozos de agua para extracción y/o infiltración - absorción de agua especificaciones.
NMX-GR-001-1998-IMNC	Polipasto con accionamiento manual-terminología y características.
NMX-GR-005-1998-IMNC	Polipastos manuales-pruebas.
NMX-J-010-ANCE-2011	Conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V-especificaciones.
NMX-J-068-1981	Tableros de alta tensión, high-voltage metal enclosed switchgear.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-13 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NMX-J-116-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación. Especificaciones.
NMX-J-118/2-ANCE-2006	Tableros de distribución de fuerza en baja tensión especificaciones y métodos de pruebas.
NMX-J-098-ANCE-1999	Sistemas eléctricos de potencia-suministro-tensiones eléctricas normalizadas.
NMX-J-136-ANCE-2007	Abreviaturas, números y símbolos usados en planos y diagramas eléctricos.
NMX-J-162-ANCE-2011	Desconectores en gabinete y de frente muerto especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-169-ANCE-2005	Transformadores y autotransformadores de distribución y potencia. Métodos de prueba.
NMX-J-266-ANCE-1999	Productos eléctricos-interruptores-interruptores automáticos en caja moldeada-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-290-ANCE-1999	Productos eléctricos-arrancadores manuales magnéticos y contactores especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-351-ANCE-2005	Transformadores de distribución y potencia tipo seco. Especificaciones.
NMX-J-353-ANCE-2008	Centros de control de motores- especificaciones y métodos de pruebas.
NMX-J-534-ANCE-2013	Tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores eléctricos-especificaciones y métodos de prueba.
NMX-J-535-ANCE-2008	Tubos rígidos de acero tipo semipesado y sus accesorios para la protección de conductores-especificaciones y métodos de prueba.

Tabla I.1-14 Relación de Normatividad Nacional utilizada Norma de Pemex sólo como consulta.

No. de referencia	Descripción
NRF-015-PEMEX-2012	Protección de áreas y tanques de almacenamiento de productos inflamables y combustibles.
NRF-016-PEMEX-2010	Diseño de redes contra incendio (instalaciones terrestres).
NRF-017-PEMEX-2007	Protección catódica en tanques de almacenamiento.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-14 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NRF-019-PEMEX-2011	Protección contra incendio en cuartos de control que contienen equipo electrónico.
NRF-022-PEMEX-2008	Redes de cableado estructurado de telecomunicaciones para edificios administrativos y áreas industriales.
NRF-028-PEMEX-2010	Diseño y construcción de recipientes a presión.
NRF-029-PEMEX-2002	Señales de seguridad e higiene para los edificios administrativos de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
NRF-031-PEMEX-2011	Sistemas de desfogues y quemadores en instalaciones de Pemex Exploración y Producción.
NRF-032-PEMEX-2012	Sistemas de tubería en plantas industriales – diseño y especificaciones de materiales.
NRF-035-PEMEX-2012	Sistemas de tubería en plantas industriales - instalación y pruebas.
NRF-036-PEMEX-2010	Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico.
NRF-046-PEMEX-2012	Protocolos de comunicación en sistemas digitales de monitoreo y control.
NRF-050-PEMEX-2012	Bombas centrífugas.
NRF-051-PEMEX-2012	Sistemas de aire acondicionado.
NRF-081-PEMEX-2014	Medición ultrasónica de hidrocarburos en fase gaseosa.
NRF-083-PEMEX-2014	Sistemas electrónicos de medición de flujo para hidrocarburos en fase gaseosa.
NRF-095-PEMEX-2013	Motores eléctricos.
NRF-104-PEMEX-2014	Sistema de tratamiento de aguas residuales en instalaciones de Pemex Exploración y Producción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.1-14 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NRF-105-PEMEX-2012	Sistemas digitales de monitoreo y control.
NRF-111-PEMEX-2012	Equipos de medición y servicios de metrología.
NRF-113-PEMEX-2007	Diseño de tanques atmosféricos.
NRF-116-PEMEX-2014	Materias primas contra-incendio: polvos químicos y líquidos espumantes.
NRF-125-PEMEX-2005	Sistemas fijos contra incendio: cámaras de espuma.
NRF-126-PEMEX-2011	Ánodos de aluminio.
NRF-128-PEMEX-2011	Redes de agua contra incendio en instalaciones industriales terrestres. Construcción y pruebas.
NRF-131-PEMEX-2013	Compresores centrífugos.
NRF-132-PEMEX-2013	Compresores reciprocantes.
NRF-134-PEMEX-2012	Cambiadores de calor enfriados por aire.
NRF-140-PEMEX-2011	Sistemas de drenajes.
NRF-144-PEMEX-2011	Transformadores de potencia.
NRF-146-PEMEX-2011	Tableros de distribución en media tensión.
NRF-148-PEMEX-2011	Instrumentos para medición de temperatura.
NRF-150-PEMEX-2011	Pruebas hidrostáticas de tuberías y equipos.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-14 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NRF-152-PEMEX-2013	Actuadores para válvulas.
NRF-156-PEMEX-2014	Juntas y empaques.
NRF-158-PEMEX-2012	Juntas de expansión metálicas.
NRF-160-PEMEX-2007	Demoliciones y desmantelamientos.
NRF-162-PEMEX-2011	Placas de orificio concéntricas.
NRF-163-PEMEX-2011	Válvulas de control con actuador neumático.
NRF-164-PEMEX-2011	Manómetros.
NRF-172-PEMEX - 2012	Válvulas para alivio de presión y vacío en tanques de almacenamiento.
NRF-182-PEMEX-2013	Bombas de desplazamiento positivo dosificadoras.
NRF-183-PEMEX-2007	Equipo de maniobra grúas viajeras, polipasto y malacates.
NRF-184-PEMEX-2013	Sistema de gas y fuego: CEP.
NRF-190-PEMEX-2014	Bombas reciprocantes.
NRF-196-PEMEX-2013	Cargador y banco de baterías.
NRF-199-PEMEX-2009	Instrumentos de medición de nivel tipo radar.
NRF-203-PEMEX-2014	Arrestadores de flama.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-14 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NRF-205-PEMEX-2014	Sistema de gas y fuego tableros de seguridad.
NRF-210-PEMEX-2013	Sistema de gas y fuego: detección y alarma.
NRF-225-PEMEX-2009	Integración y seguridad de datos de procesos industriales.
NRF-226-PEMEX-2009	Desplegados gráficos y base de datos del sistema digital del monitoreo y control de procesos.
NRF-241-PEMEX-2010	Instrumentos transmisores de presión y de presión diferencial.
NRF-242-PEMEX-2010	Instrumentos transmisores de temperatura
NRF-247-PEMEX-2010	Centro de control de motores.
NRF-249-PEMEX-2010	Sistema de fuerza ininterrumpible.
NRF-288-PEMEX-2012	Bombas centrífugas para servicios generales.
NRF-296-PEMEX-2013	Embalaje y marcado de equipo y materiales para su transporte a las instalaciones terrestres y costa afuera.
NRF-305-PEMEX-2013	Válvula reguladora de presión.
NRF-306-PEMEX-2014	Quemadores de alta eficiencia y bajos NOX.
NRF-313-PEMEX-2013	Instrumento medidor de flujo tipo coriolis.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-15 Relación de Normatividad Internacional utilizada_Norma, Código y Práctica recomendada.

No. de referencia	Descripción
ISO (International Organization For Standardization/Organización Internacional de Normalización)	
ISO 11064-2000	Diseño ergonómico de cuartos de control.
ISO 1217:2009	Displacement compressors – acceptance tests. (compresores de desplazamiento positivo – pruebas de aceptación).
ISO 13709 2009	Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries.
ISO 13710:2004	Petroleum, petrochemical and natural gas industries-“reciprocating positive displacement pumps” (industrias del petróleo, petroquímica y gas natural-bombas reciprocantes de desplazamiento positivo).
ISO 4266-1:2002	Petroleum and liquid petroleum products – measurement of level and temperature in storage tanks by automatic methods - part.1: measurement of level in atmospheric tanks.
ISO 4266-4:2002	Petroleum and liquid petroleum products – measurement of level and temperature in storage tanks by automatic methods - part.4: measurement of temperature in atmospheric tanks.
ISO 23251	Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Pressurereleiving and depressuring systems.
ISO – 10438-3:2007	“Petroleum, petrochemical and natural gas industries – lubrication shaftsealing and oil-control systems and auxiliares”.
ISO 10439:2002	Petroleum, chemical and gas service industries- centrifugal compressors.
ISO – 10441:2007	“Petroleum, petrochemical and natural gas industries – flexible couplings for mechanical power transmission – special purpose applications”.
ISO-13706:2011	Petroleum, petrochemical and natural gas industries – air cooled heat exchangers.
ISO 13707:2000	Petroleum and natural gas industries – reciprocating compressors.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-15 (continuación).

No. de referencia	Descripción
ISO – 14691:2008	“Petroleum and natural gas industries – flexible couplings for mechanical power transmission - general purpose applications”.
ISO – 15667	“Acoustics – guidelines for noise control by enclosures and cabins”.
ISO -1940 -1: 2003	Mechanical vibration balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state part 1 specification and verification of balance tolerances.
ISO 21049-1:2012	Pumps-shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps.
NACE (National Association of Corrosion Engineers/Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión)	
NACE MR-01-75/ISO 15156	Petroleum and natural gas industries - materials for use in H ₂ S-containing environments in oil and gas production - Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials; Part 2: Cracking-resistant carbon and low-alloy steels, and the use of cast irons; Part 3: Cracking-resistant cras (corrosion-resistant alloys) and other alloys.
NACE STD MR0103	Standard materials requirements – material resistant to sulfide stress cracking in corrosive petroleum refining environments.
NACE RP-0575	Standard recommended practice internal cathodic protection systems in oil treating vessels.
IEC (International Electrotechnical Commission/Comisión Electrotécnica Internacional)	
IEC-61131-2	“Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests”.
IEC-61131-3	“Programmable controllers – Part 3: Programming languages”.
IEC 61508	Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related System.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-15 (continuación).

No. de referencia	Descripción
IEC 61511	Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector.
ASME (American Society of Mechanical Engineers/Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)	
ASME SECCIÓN II	Materials specifications.
ASME SECCIÓN V	Non destructive examination.
ASME B 16.5	Piping flanges and flanged fitting.
ASME B 16.20	Metallic gaskets for pipe flanges.
ASME B 31.3	Process piping.
ASME B 31.4	Pipeline transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids.
ASME B 31.8	Gas transmission and distribution piping systems.
ASME B 36.10M	Welded and seamless wrought steel pipe.
ASME SEC VIII DIV. 1	Rules for construction or pressure vessels.
ASME SEC.VIII DIV.2	Alternative rules. Rules for construction of pressure vessels.
ASME SECTION IX	“Welding and brazing qualifications”.
ASME B1.1	“Unified inch screw threads (UN and UNR thread form”.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 410001630.

Tabla I.1-15 (continuación).

No. de referencia	Descripción
ASME B16.21	"Nonmetallic, flat gaskets for pipe flanges".
ASME B46.1	"Surface texture (surface roughness waviness, and lay)".
ASME HST-2-1999	"Performance standard for and chain manually operated chain hoist".
ASME/ANSI B30.16	"Overhead hoist (underhung)".
ASME PTC 25.3	Safety and relief valves. – performance test code.
API (American Petroleum Institute/Instituto Americano del Petróleo)	
API MPMS 3.1B	Manual of petroleum measurement standards chapter 3— tank gauging section 3— standard practice for level measurement of liquid hydrocarbons in stationary tanks by automatic tank gauging.
API MPMS 3.6	Manual of petroleum measurement standards chapter 3 — tank gauging section 3 — measurement of liquid hydrocarbons by hybrid tank measurement systems.
API MPMS 19.1	Manual of petroleum measurement standards chapter 19.1. Evaporative loss from fixed-roof tanks.
API SPEC 12J	Specification for oil and gas separators.
API SPEC 12K	Specification for indirect type oilfield heaters.
API-RP-14E	Recommended practice for design and installation of offshore products platform piping systems.
API-RP-500	Recommended practice for classification of locations for electrical installations.
API STD 520, PART I	Sizing, selection, and installation of pressure-relieving devices— part I—Sizing and Selection.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-15 (continuación).

No. de referencia	Descripción
API STD 520, PART II	Sizing, selection, and installation of pressure-relieving devices— part II—Installation.
API STD 521	Pressure-relieving and depressuring systems.
API STD 526	Flanged steel pressure-relief valves.
API STD 527	Seat tightness of pressure relief valves.
API RP 552	Transmission systems.
API-RP-554 PARTE 1	Process control systems: part 1-process control systems functions and functional specification development.
API-RP-554 PARTE 2	Process control systems - process control system design.
API RP 556	Instrumentation, control, and protective systems for gas fired heaters.
API STD 616	Gas turbines for the petroleum, chemical and gas industry services.
API STD 617	Axial and centrifugal compressors and expander-compressors.
API STD 618	Reciprocating compressors for petroleum, chemical and gas industry services.
API STD 620	Design and construction of large, welded, low-pressure storage tanks.
API STD 674	Positive displacement pumps—reciprocating.
API RP 2210	Flame arresters for vents of tanks storing petroleum products.
API STD 421	Monographs on refinery environmental control management of wáter discharges (design and operation of oil-water separators).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.1-15 (continuación)

No. de referencia	Descripción
API STD 650	Welded tanks for oil storage.
API 651	Cathodic protection of aboveground petroleum storage tanks.
API STD 670	"Machinery protection systems".
API 682	"Shaft sealing system for centrifugal and rotatory pumps".
API STD 2000	Venting atmospheric and low-pressure storage tanks.
API RP 2028	Flame arresters in piping systems.
ANSI (American National Standards Institute/ Instituto Nacional Estadounidense de Estándares)	
ANSI/IEEE STD 32	IEEE standard requirements, terminology, and test procedure for neutral grounding devices.
ANSI/IEEE C37.010	Application guide for ac high-voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis.
ANSI/IEEE STD C62.92.1	IEEE guide for the application of neutral grounding in electrical utility systems part I- introduction.
ANSI/IEEE STD C62.92.2	IEEE guide for the application of neutral grounding in electrical utility systems part II- grounding of synchronous generator systems
ANSI/IEEE STD C62.92.3	IEEE guide for the application of neutral grounding in electrical utility systems, part III- generator auxiliary systems.
ANSI/IEEE STD C62.92.4	IEEE guide for the application of neutral grounding in electrical utility systems part IV- distribution
ANSI/IEEE STD 80	Guide of safety in AC substation grounding.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-15 (continuación)

No. de referencia	Descripción
ANSI / AWWA, D-100-05	Welded carbon steel tanks for water storage.
ANSI/ISA-S5.1	Instrumentation symbols and identification.
ANSI /ISA-S5.4	Instrument loop diagrams.
ANSI/AGMA 9000	Flexible coupling-potential unbalance classification.
ANSI/ISA-S71.04	Environmental conditions for process measurement and control systems: airborne contaminants.
ASTM (American Society of Testing Materials/ Asociación Americana de Ensayo de Materiales)	
ASTM A 36/A36 M	Standard specification for carbon structural Steel.
ASTM A307	Standard specification for carbon steel bolts and studs.
ASTM A 194/A194M	Standard specification for carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure or high temperature service, or both.
ASTM F1135	Standard specification for cadmium or zinc chromate organic corrosion protective coating for fasteners.
WRC (Welding Research Council/Consejo de Investigación de Soldadura)	
WRC BULLETIN NO. 107	Local stress in spherical and cylindrical shells due to external loadings.
WRC Bull. No. 198, Part 1	Secondary stress indices for integral structural attachments to straight pipe.
WRC Bull. No. 198, Part 2	Stress indices at lug supports on piping systems.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.1-15 (continuación).

No. de referencia	Descripción
WRC Bull. No. 297	Local stresses in spherical and cylindrical shells due to external loadings on nozzles-supplement to WRC Bulletin 107.
ISA (International Society of Automation/ Sociedad Internacional de Automatización)	
ISA-S5.3	Graphic symbols for distributed control/share display instrumentation, logic and computer systems.
ISA-20	Specification forms for process measurement and control instruments, primary elements and control valves.
ISA S51.1	Process instrumentation terminology.
ISA TR20.00.01	Specification forms for process measurement and control instruments part 1: general considerations
NFPA (National Fire Protection Association/ Asociación Nacional de Protección contra el Fuego)	
NFPA-10	Standard for portable fire extinguishers.
NFPA-11	Standard for low-, medium-, and high – expansion foam.
NFPA-13	Standard for the installation of sprinkler systems.
NFPA-15	Standard for water spray fixed systems for fire protection.
NFPA-20	Standard for installation of centrifugal fire pumps.
NFPA-24	Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances.
NFPA 69	Standard on explosion prevention systems.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-15 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NFPA 70	National electrical code.
NFPA-72	National fire alarm and signaling code.
NFPA-101	Life safety code.
NEMA (National Electrical Manufacturers Association/ Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos)	
NEMA MG-1	Motors and generators.
NEMA MG-2	Safety standard for construction and guide for selection, installation, and use of electric motors and generators.
NEMA C 80.5	Electrical rigid aluminum conduit.
VARIOS	
UL 50	Enclosures for electrical equipment, Non-environmental considerations.
MR-01-75	Materials requirements- sulphide stress cracking resistant metallic materials for oil field equipments.
AWS D1.1/D1.1M	Structural welding-code steel.
MSS SP-58	Pipe hangers and supports - materials, design, manufacture, selection, application and installation.
MSS SP-127	Bracing for piping systems seismic-wind-dynamic design, selection, application.
AISC 325	Manual of steel construction (allowable stress design).
ASCE 7	Minimum design loads for buildings and other structures.
AASTHO	Método AASTHO para el diseño de pavimentos.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-30

Aunado al listado de normas en las tablas anteriores, se desprenden algunos criterios, medidas y requerimientos muy específicos en el diseño, construcción y demás etapas del ciclo de vida de las instalaciones:

- De acuerdo con las características de la estructura (destino y estructuración) de que se trate, ésta deberá analizarse por sismo mediante el método simplificado, método estático o cualquiera de los métodos dinámicos que se describan en las normas y códigos aplicables.
- Para definir los parámetros sísmicos, se obtendrá el espectro de diseño respectivo y se realizará el diseño por sismo, por lo que se deberá tomar en cuenta el tipo de estructura, la importancia estructural, y para los estados límite de colapso y de servicio, la reducción por ductilidad y sobrerresistencia considerando lo indicado en el Manual de Diseño de Obras Civiles SISMO-Vigente.

Tal y como se puede apreciar en la Figura I-1, el estado de Tabasco, específicamente el área de los proyectos en estudio, se encuentra en la zona sísmica “B” considerada como penisísmica en la cual se presentan sismos con poca frecuencia e intensidad intermedia, información que ha de considerarse para la ingeniería de diseño de los proyectos.



Figura I-1 Zonas sísmicas en México⁵.

⁵ INEGI

Equipos de proceso

Todos los equipos se diseñarán tomando los siguientes márgenes:

Del 10% en área de transferencia de calor.

Del 10% sobre la presión diferencial.

Servicios auxiliares

Margen del 30% sobre el caudal.

Margen del 20% sobre la presión diferencial.

Los factores de servicio considerados en la capacidad son los siguientes:

De 0.85 para aceite y gas.

De 0.72 para agua.

Ductos (oleogasoductos, gasoductos, oleoducto, salinoductos)

Dentro de la conceptualización del proyecto y los avances que existen en el detalle, se tienen definido los siguientes datos para el diseño de los ductos contemplados en el proyecto (Tabla I.1-16 a Tabla I.1-20).

Tabla I.1-16 Parámetros de diseño de tubería de Gasoducto de 8"Ø.*

Parámetro	Unidad	Valor (Nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	8
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.312
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-16 (continuación).

Parámetro	Unidad	Valor (Nota 1)
Temperatura de diseño	°C	50
Presión de diseño	kg/cm ²	50
Presión máxima de operación	kg/cm ²	45
Flujo máximo	MMpcsd	25.0
Flujo de diseño	MMpcsd	35.0

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería. *Plan de desarrollo Área Contractual Santuario y El Golpe, 2018-2042. Pág.: 279/500.

Tabla I.1-17 Parámetros de diseño de tubería de Bombeo Neumático 6"Ø.*.

Parámetro	Unidad	Valor (Nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	6
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.344
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	50
Presión de diseño	kg/cm ²	94
Presión máxima de operación	kg/cm ²	85
Flujo máximo	MMpcsd	8.0
Flujo de diseño	MMpcsd	12.0

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería. *Plan de desarrollo Área Contractual Santuario y El Golpe, 2018-2042. Pág.: 280/500.

Tabla I.1-18 Parámetros de diseño de tubería de Oleoducto de 8"Ø.*

Parámetro	Unidad	Valor (Nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	8
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.312
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	50
Presión de diseño	kg/cm ²	55
Presión máxima de operación	kg/cm ²	50
Flujo máximo	BPD	30,000
Flujo de diseño	BPD	35,000

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería. *Plan de desarrollo Área Contractual Santuario y El Golpe, 2018-2042. Pág.: 281/500.

Tabla I.1-19 Parámetros de diseño de tubería de Salinoducto de 6" Ø.*

Parámetro	Unidad	Valor (Nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	6
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.500
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	40
Presión de diseño	kg/cm ²	210
Recubrimiento (interno)	-	(Nota 2)
Presión máxima de operación	kg/cm ²	191
Flujo máximo	BPD	10,000
Flujo de diseño	BPD	25,000

Notas:

- Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería
- Recubrimiento interno resistente al agua congénita.

*Plan de desarrollo Área Contractual Santuario y El Golpe, 2018-2042. Pág.: 284/500.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-20 Parámetros de diseño de tubería de Oleogasoducto y Línea de medición de 8" y 4"Ø, respectivamente.

Parámetro	Unidad	Valor (Nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	8/4
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.277/0.237
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	32
Presión de diseño	kg/cm ²	25
Presión máxima de operación	kg/cm ²	23
Flujo máximo Aceite	BPD	8,500/1,700
Flujo máximo Gas	MMpcsd	11.0/5.0
Flujo máximo Agua	BPD	5,000/1,350
Flujo máximo de liquido	BPD	10,500
Flujo de Diseño Aceite	BPD	10,000/2,000
Flujo de Diseño Gas Asociado más BN	MMpcsd	14.5/6.0
Flujo de Diseño Agua	BPD	11,500/1,800
Flujo de Diseño de Liquido	BPD	16,000

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería.

*Plan de desarrollo Área Contractual Santuario y El Golpe, 2018-2042. Pág.: 282/500.

Para el caso de diseño de **amarres de pozos**, líneas de descarga, **cabezales de recolección**, Oleogasoductos, líneas de medición, red de BN, **cabezales de BN** y líneas de inyección de BN, se consideran las condiciones de operación que se presentan en las Tablas I.1-21 a la I.1-23.

Tabla I.1-21 Presión y temperatura de diseño.

Sistema	Presión de diseño	Temperatura de diseño
Línea de descarga y cabezales de recolección.	Presión estática del pozo: 145 kg/cm ²	30.0 °C
Red de bombeo neumático del Campo Santuario	84.4 kg/cm ² (Máxima)	50.0 °C
Salinoducto del Complejo Santuario Noreste a Pozos Letrina.	210 kg/cm ² (Máxima)	40.0 °C

Fuente: Bases de usuario SFD-PMX-BU-006.

Tabla I.1-22 Flujos de diseño por peras de producción.

Pera	Nombre del pozo	Estado	Capacidades de diseño		
			Líquidos (bpd)	Gas asociado (mmpcsd)	Gas BN (mmpcsd)
San 401	401	Operando	LDD: 3,000 cu Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 4.0
	402	Operando			
	403	Operando			
	404	Nuevo			
	405	Nuevo			
	406	Nuevo			
	407	Nuevo			
	408	Nuevo			
	6 Pozos	Disponible			
San 601	601	Operando	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 Gasoducto BN: 5.0
	602	Nuevo			
	603	602			
	604	602			
	605	602			
	606	602			
	607	602			
	608	602			
	609	602			
	610	602			
		6 Pozos			

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-22 (continuación)

Pera	Nombre del pozo	Estado	Capacidades de diseño		
			Líquidos (bpd)	Gas asociado (mmpcsd)	Gas BN (mmpcsd)
San 502	502	Nuevo	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 4.5
	503	Nuevo			
	504	Nuevo			
	507	Nuevo			
	508	Nuevo			
	509	Nuevo			
	510	Nuevo			
	511	Nuevo			
	512	Nuevo			
	5 pozos	Disponibles			
San 702	702	Nuevo	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 7,250	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 4.5	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 1.5
	703	Nuevo			
	705	Nuevo			
	5 pozos	Disponible			

Fuente: Bases de usuario SFD-PMX-BU-006.

Tabla I.1-23 Flujos de diseño de peras y pozos de inyección de agua.

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
San 401	1	Nuevo	Fuente	Línea de agua: 65,000	10,800	-
	2	Nuevo	Fuente		10,800	-
	3	Nuevo	Fuente		10,800	-
	4	Nuevo	Fuente		10,800	-
	5	Nuevo	Fuente		10,800	-
	6	Nuevo	Fuente		10,800	-

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-23 (continuación).

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
San 502	500_F	Nuevo	Fuente	Línea de agua: 5,500	7,000	
	500_IA	Nuevo	Inyección		7,000	120@4000 bpd
	500_IB	Nuevo	Inyección		7,000	80@1,500 bpd
CB-WI-1	CB-WI-1	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 14,500	7,000	120@4000 bpd
	CB-WI-1A	Nuevo	Inyección		7,000	130@4,500 bpd
	SB-WI-1	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	3 pozos	Disponibles	Inyección			
CB-WI-2	CB-WI-2A	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 11,500	7,000	150@5,500 bpd
	CB-WI-2B	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	2 pozos	Disponibles	Inyección		7,000	
SB-WI-2	SB-WI-2A	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 28,000	7,000	130@5,000 bpd
	SB-WI-2B	Nuevo	Inyección		7,000	110@4,000 bpd
	CB-WI-4A	Nuevo	Inyección		7,000	120@4,500 bpd
	CB-WI-4B	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	CB-WI-5	Nuevo	Inyección		7,000	110@4,000 bpd
	CB-WI-5A	Nuevo	Inyección		7,000	140@5,000 bpd
	6 Pozos	Nuevo	Inyección		-	-

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-23 (continuación).

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
NE-2	CB-WI-3A	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 19,000	7,000	120@3,700 bpd
	CB-WI-3B	Nuevo	Inyección		7,000	130@4,500 bpd
	CB-WI-3C	Nuevo	Inyección		7,000	140@5,000 bpd
	CB-WI-3D	Nuevo	Inyección		7,000	90@1,800 bpd
	4 pozos	Disponibles	Inyección		-	-

Fuente: Bases de usuario SFD-PMX-BU-006.

Al momento de generar el presente documento, las actividades para generar la ingeniería básica y de detalle del Gasoducto y el Oleoducto de Batería de Separación Santuario – Complejo El Golpe han iniciado a través de celajes terrestres sobre un trazo conceptual. Lo anterior, para identificar posibles hallazgos ambientales y sociales que ocasionen definir la necesidad de ingeniería de obras especiales. En el **Anexo I-2**, se muestra un croquis donde se tiene definido e identificado el trazo conceptual de los dos ductos (ERASG-A2C).

Tomando como referencia a este mapa, en la Tabla I.1-24 se enlistan los cruces del DDV nuevo y DDV existente por donde se tenderán los ductos nuevos. Obras de construcción que van acorde al Plan de Desarrollo de Petrofac. Estos datos cobran mayor importancia, debido a que implican ser los puntos vulnerables o más expuestos en el medio y que es necesario considerarlos para la evaluación de su interacción desde el punto de vista impacto y riesgo ambiental.

Tabla I.1-24 Cruces de derechos

Id	Cruce	km (Aprox) (Nota 1)	Observación
DDV nuevos: Oleoducto y			rio – Complejo El Golpe
1	Camino vecinal	0+138	Sin observación relevante
2	Cruce carretero Ranchería Santuario - Ranchería Carlos Green	1+300	Sin observación relevante
3	Cruce de camino de terracería	3+773	Este cruce se origina por presentarse conflictos con propietarios y por ende se considera modificación del trazo original
4	Cruce carretero a Ranchería Galeana 3ra. Sección	4+351	Sin observación relevante
5	Cruce carretero	9+251	Sin observación relevante
6	Cruce carretero a ranchería Lázaro Cárdenas 3ra. Sección	10+391	Por la presencia de casas en el trazo del DDV, se propone realizar lanzamiento direccional de la tubería en este punto, para mitigar cualquier impacto sobre el medio.
7	Cruce carretero Hacia la Ranchería El Guayo 3ra. Sección y Lázaro Cárdenas 3ra. Sección.	11+300	Sin observación relevante
8	Punto de inflexión de los ductos y Cruce con camino de terracería	11+644	Sin observación relevante
9	Punto de inflexión de los ductos	12+144.81	Punto propuesto para pera de lanzamiento (Direccional)

Coordenadas de los ductos del proyecto. Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Información de Carácter reservado.
Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-24 (continuación)

Id	Cruce	km (Aprox) (Nota 1)	Observación
DDV nuevos: Oleoducto y			Complejo El Golpe
10	Terrenos cercanos a la presencia de Mangle	12+250	Razón por la que la ingeniería considera lanzamiento direccional de la tubería (Gasoducto y Oleoducto) y librar cualquier acercamiento a la zona con mangle.
DDV Oleogasoducto Macro oleogasoductos y Lín			Santuario 401, Otros santuario Noreste.
11	Pequeño dren.	0+073	Tramo de DDV nuevo Sólo en temporada de lluvias se encuentra saturada de agua Ancho de 3 m y profundidad de 0.5 m.
12	Cuerpo de agua denominado Arrollo El Fango	0+508-0+553	Sólo en temporada de lluvias se encuentra saturada de agua Ancho de 50 m y profundidad de 1 m
13	Terrenos de cultivo	0+807	Punto donde se conecta el DDV nuevo con el DDV existente. 807 m de DDV nuevo, empezando en la Macropera Santuario 502 1324 m de DDV existente hasta la Macropera Santuario 401
DDV Macropera Santuario 702 a Complejo Santuario Noreste.			
14	Camino pavimentado.	0+282	Comunica a la Ría. Guayo 2da. Sección En este DDV se tenderán los oleogasoductos que saldrán de la Macropera Santuario 702 en dirección al Complejo Santuario Noreste

Coordenadas de los ductos del proyecto. Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Coordenadas de los ductos del proyecto. Información protegida bajo los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Notas: 1. Estos datos se tomaron de los reportes elaborados por la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

elaborado para Petrofac por la Universidad

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

En las tablas siguientes se relacionan las normatividades específicas mínimas de diseño y construcción que Petrofac exige cumplir para el caso de los ductos⁶ (Tabla I.1-25 a Tabla I.1-28).

Tabla I.1-25 Relación de Normatividad Nacional utilizada_Norma Oficial Mexicana.

No. de referencia	Descripción
STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social)	
NOM-006-STPS-2014	Norma Oficial Mexicana, manejo y almacenamiento de materiales – condiciones y procedimientos de seguridad.
NOM-010-STPS-1999	Norma oficial mexicana, condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-117-SEMARNAT-1998	Especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

Tabla I.1-26 Relación de Normatividad Nacional utilizada_Norma de Pemex sólo como consulta.

No. de referencia	Descripción
NRF-001-PEMEX-2013	Tubería de acero para recolección, transporte y distribución de hidrocarburos.
NRF-004-PEMEX-2011	Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos.
NRF-005-PEMEX-2009	Protección interior de ductos con inhibidores.
NRF-033-PEMEX-2010	Lastre de concreto para tuberías de conducción.
NRF-060-PEMEX-2012	Inspección de ductos de transporte mediante equipos instrumentados
NRF-084-PEMEX-2011	Electrodos para soldadura en sistemas de ductos e instalaciones relacionadas.
NRF-096-PEMEX-2010	Conexiones y accesorios para ductos de recolección y transporte de hidrocarburo.

⁶ SFD-PMX-BU-006, Construcción de amarres de pozos, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en área de asignación Santuario, Pág. 31 de 50.
SFD-PMX-BU-007, Construcción de un oleoducto y un gasoducto, de Batería Santuario a Complejo El Golpe, Pág. 23 de 31.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-26 (continuación).

No. de referencia	Descripción
NRF-143-PEMEX-2011	Transformadores de distribución.
NRF-148-PEMEX-2011	Instrumentos para medición de temperatura.
NRF-150-PEMEX-2011	Pruebas hidrostáticas de tubería y equipos.
NRF-164-PEMEX-2011	Manómetros
NRF-211-PEMEX-2008	Válvulas de compuerta y bola en líneas de transporte de hidrocarburos.
NRF-221-PEMEX-2009	Trampas de diablos para líneas de conducción terrestres
NRF-256-PEMEX-2010	Diseño, construcción y mantenimiento de localizaciones y sus caminos de acceso, para la perforación de pozos petroleros terrestres.
NRF-271-PEMEX-2011	Integración del libro de proyecto para entrega de obras y servicios.
NRF-292-PEMEX-2012	Fosas o registros para la instalación y retiro de testigos y/o probetas corrosimétricas de los sistemas de evaluación de ductos terrestres de transporte

Tabla I.1-27 Relación de Normatividad Nacional utilizada_Especificaciones Técnicas Pemex para consulta.

No. de referencia	Descripción
GNT-SSNP-C002-2004	Estructuras de acero.
GNT-SSNP-C003-2005	Concreto.
GNT-SSNP-C005-2004	Pavimentos de concreto.
GNT-SSNP-C010-2005	Acero de refuerzo en estructuras de concreto.
ESP-F-9106	Especificación civil estructural losas de piso de concreto.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-27 (continuación).

No. de referencia	Descripción
P.1.000.01	Estructuración y representación de especificaciones y regulaciones técnicas.
P.1.0000.06	Estructuración de planos y documentos técnicos de ingeniería.
P.3.123.01	Bases, sub-bases y revestimientos.
P.3.0134.01	Cimentaciones, pilotes.
P.3.0151.01	Morteros y aplanados.
P.3.0153.01	Recubrimientos de pisos.
P.3.0153.02	Recubrimientos de muros.
P.3.0153.04	Losas, pavimentos, banquetas y guarniciones de concreto.
P.3.0341.02	Escaleras marinas y rectas.
P.3.0364.01	Cercas y bardas.

Tabla I.1-28 Relación de Normatividad Internacional utilizada_Norma, Código y Práctica recomendada.

No. de referencia	Descripción
ANSI (American National Standards Institute/ Instituto Nacional Estadounidense de Estándares)	
ANSI/AWS D1.1	Structural welding code steel (código de soldadura estructural)
ANSI/ISA S84.01	Application of safety instrumented systems for the process industries
VARIOS	
API 6A	Specification for wellhead and christmas tree equipment (2000)

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.1-28 (continuación).

No. de referencia	Descripción
API STD 1104	Welding of pipelines and related facilities mss sp-44 steel pipe line flanges.
API-SPEC.6D/ISO 14313	Petroleum and natural gas industries - pipeline transportation systems - pipeline valves.
API 598	Valve inspection and testing ninth edition
API STANDARD 602	Compact steel gate valves.
API RP 750	Administración de peligros en los procesos.
API RP 752	Management of hazards associated with location of process plant permanent buildings.
API STD 1104	Welding of pipelines and related facilities
NACE MR0175/ ISO 15156	Petroleum and natural gas industries – materials for use in H ₂ S-containing environments in oil and gas production.
ISO 14313:2007	Petroleum and natural gas industries – pipeline transportation systems – pipeline valves (industrias del petróleo y gas natural – sistemas de transportación por ductos – válvulas para ductos).
ASME B 16.5	Piping flanges and flanged fitting
ASME B16.9	Factory-made wrought buttwelding fittings.
ASME B16.11	Forged steel fittings, socket-welding and threaded.
ASME B31.8	Gas transmission and distribution piping systems.
ASME B31.4	Pipeline transportation systema for liquid hydrocarbons and other liquids.
MSS SP-75	Specification for high test wrought butt welding fitting.
MSS SP-44	Steel pipe line flanges.

Todas estas normas y referencias nacionales e internacionales amparan criterios y medidas consideradas en el diseño y construcción de líneas de descargas, oleogasoductos, oleoductos, gasoductos y líneas de bombeo neumático, y de los cuales se mencionan los siguientes:

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- Los ductos, sus accesorios e instrumentación se diseñarán tomando en cuenta un factor de sobre diseño del 10%.
- Los oleogasoductos y líneas de medición se diseñarán para una clase 300, la línea de descarga y cabezales de recolección, de producción y de prueba se diseñarán clase 900, el sistema estará protegido contra sobrepresión mediante un Sistema Instrumentado de Seguridad de válvulas de corte (SDV) con clase 900.
- El diseño de la ingeniería de tuberías estará de acuerdo con los alcances de diseño y materiales determinados por las normas, estándares, códigos y especificaciones vigentes aplicables al proyecto, con el objetivo de lograr un diseño apropiado que garantice la seguridad, el buen funcionamiento y que satisfaga las condiciones de operación requeridas.
- El levantamiento topográfico y la ingeniería correspondientes definirán la necesidad de cruces de ríos, lagunas, pantanos o canales, caminos de terracería, caminos pavimentados y carreteras, así como la construcción de tuberías lastradas, anclajes y marcos de expansión al inicio y final de los ductos.
- Con el propósito de facilitar la inspección, operación y conservación de las instalaciones, todas las válvulas de seccionamiento, cabezales en cruzamientos de efluentes e interconexiones deberán ser superficiales, además de contemplar su urbanización respectiva y señalamientos. Se proporcionará protección anticorrosiva especial en las interfaces aire-tierra.
- En las áreas de trampas de diablo, de envío y recibo, se contará con cárcamo de recolección de drenaje aceitoso para la recolección de los líquidos producto de las corridas de diablos o alguna actividad de mantenimiento a los ductos de transporte. En caso de que no exista un sistema de drenaje en el área de las trampas, por medio de un equipo móvil, unidad de vacío Vactor, se extraerá los líquidos que ahí se almacenen en tiempos periódicos.
- En caso de que se requiera sistema de drenaje aceitoso, se ampliará hacia las nuevas áreas de trampas de diablo del proyecto. Durante el desarrollo de la ingeniería básica se revisará la infraestructura existente para determinar las rehabilitaciones necesarias. El drenaje aceitoso será completamente independiente del drenaje pluvial.
- La red de drenaje pluvial se ampliará hacia las nuevas áreas en donde se requiera y la rehabilitación y/o adecuación del drenaje existente de acuerdo con lo indicado en la normativa aplicable y vigente.
- En caso de que se determine un área nueva para la obra, el drenaje se diseñará para manejar los volúmenes máximos en el área de proceso y deberá contar con todos los componentes que permitan su adecuada operación de acuerdo con lo indicado en la normativa vigente.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- A los ductos nuevos se les dejarán las preparaciones para la inyección de Inhibidor de corrosión, así como preparaciones para la evaluación de la corrosión.
- En el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle se determinará el suministro de energía eléctrica para los servicios que así lo requieran, en las tensiones adecuadas para tal fin.
- Se llevará a cabo el diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en operación de la instrumentación que garantice una operación segura y eficiente en las trampas de diablos del proyecto, considerando como mínimo indicadores de presión, indicadores de temperatura e indicadores de paso de diablos.
- Se llevará a cabo diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en operación de un sistema para detectar fugas y tomas clandestinas en el ducto de transporte de gas y líquido del proyecto, considerando software dedicado y especializado para monitorear, detectar y alarmar fugas en tiempo real, dicha tecnología no debe estar en fase de prueba y debe ser un sistema que permita el diagnóstico más confiable por medio de los sistemas de procesamiento y de comunicación.
- El sistema de detección de fugas y tomas clandestinas contará con una Interfase Hombre Maquina (HMI) incluyendo las licencias de software, con disponibilidad para integrarse a futuro al sistema SCADA de Petrofac por medio del software OPC.
- Se considerará para el sistema de detección de fugas y tomas clandestinas los elementos primarios de medición de acuerdo con el método seleccionado.
- En caso de requerir un punto intermedio en la trayectoria de los ductos para la medición del sistema de detección de fugas se considerarán los equipos de comunicación y accesorios necesarios.

En los puntos de medición de las variables del sistema de detección de fugas y tomas clandestinas se considerará como mínimo lo siguiente para la integración de las señales:

- Unidad de Terminal Remota (RTU).
- Radio enlace.
- Memoria de cálculo de radio enlace.
- Antena y mástil.
- Se diseñará un sistema de protección catódica, en el cual se contemplarán los diferentes métodos, para el control de la corrosión y asegurar la integridad mecánica de las estructuras metálicas, para una operación segura y económica, el sistema seleccionado deberá cumplir con la normatividad vigente y aplicable.
- Las longitudes definitivas de las líneas de medición, oleogasoductos, líneas de bombeo neumático, salinoductos y líneas de inyección de agua congénita, se determinarán con el levantamiento topográfico de la trayectoria que seguirán las mismas.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 410001630.**

- La infraestructura de ductos y tuberías del proyecto contarán con un sistema de protección anticorrosiva.
- Los puntos de interconexión definitivos de las líneas y ductos de proyecto con infraestructura existente se definirán durante la etapa de ingeniería básica y de detalle en conjunto con la Gerencia de Desarrollo de Campos de Petrofac.
- Para la realización de todas las interconexiones de las líneas y ductos con infraestructura existente se considerará y enlistará las libranzas operativas requeridas.
- La arquitectura del Sistema Instrumentado de Seguridad se llevará a cabo de acuerdo con el estudio del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL).
- Para cada obra, se llevará a cabo la obra civil requerida para el acondicionamiento de las áreas donde se construirá e instalará los cabezales de recolección, cabezales de distribución de agua, los cabezales de BN, las trampas de diablos, así como lo correspondiente a su urbanización (mochetas, soportes, barda perimetral con concertina y portón, plataformas y barandales de operación de válvulas) y toda la infraestructura requerida para la correcta operación de los sistemas de tuberías.
- Se realizará el análisis hidráulico integral del sistema de recolección y transporte de hidrocarburos del campo Santuario Noreste, así como del sistema de distribución e inyección de bombeo Neumático.
- Se realizará el análisis hidráulico integral del sistema de inyección de agua a pozos para el sistema de recuperación secundaria de crudo del campo Santuario Noreste, con software especializado.
- El estudio topográfico, se realizará de forma completa: coordenadas U.T.M., coordenadas geográficas, puntos de inflexión, deflexión, kilometraje, altimetría, planimetría, sondeo de ductos subterráneos, municipio, estado, croquis de localización y ubicación del norte, así como el grado de inclinación con respecto al trazo topográfico.

I.1.1 Proyecto civil

Presentar los resultados de la memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto civil de los tanques de almacenamiento, equipos de proceso y auxiliares y bardas o delimitación del predio.

Los proyectos que se contemplan en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, ya presentado ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos, están estructurados en un programa de trabajo de 25 años, que implican el desarrollo de toda su ingeniería y construcción de una manera gradual. En esta fase inicial, las primeras instalaciones se encuentran en la etapa de desarrollo conceptual.; **razón por la cual las obras**

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

contempladas en este periodo aún no cuentan con memorias técnicas descriptivas del proyecto civil.

Debido a lo anterior la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, claro está que la esencia de **este proyecto se centra en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los Ecosistemas Circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables.** Para lo cual, en el diseño y la construcción de los tanques de almacenamiento, equipos de proceso y auxiliares, bardas o delimitación del predio, tendido de ductos se aplicarán todas las Normas Mexicanas o internacionales vigentes.

La obra civil considera todo lo requerido para la construcción del Complejo Santuario Noreste, la cual incluye: la cimentación de equipos (tanque, separadores, rectificadores, intercambiadores, acumuladores, compresores, bombas, quemador, URV's, etc.), edificaciones, construcción de estructuras de soporte, cobertizos, cuartos, laboratorio, torre telecom, escaleras, plataformas para operación de acceso a equipos y válvulas, drenajes pluviales, aceitosos, químicos, fosa séptica, pozo profundo, ductos y registros eléctricos, urbanización del complejo, trabajos de demolición, desmantelamiento y obras complementarias, así como ampliación y construcción de la terracería de la Plataforma de las Peras y sus caminos de acceso, la cual incluye: carriles de desaceleración, caminos, alcantarillas, cunetas y obras complementarias.

Los estudios topográficos contemplan las curvas de nivel, secciones, planimetría y altimetría requerida. Dichos estudios servirán de base para el desarrollo de la Ingeniería civil del proyecto, para la elaboración de los trabajos de gabinete a fin de proporcionar las recomendaciones para llevar a cabo el diseño y la construcción de los terraplenes y movimientos de tierra requeridos del proyecto.

El estudio de mecánica de suelos requerido, se hará con la finalidad de determinar las características y propiedades mecánicas del suelo del sitio de interés y emitir las soluciones y/o recomendaciones para desarrollar el diseño y la construcción de la cimentación de los equipos y demás estructuras, terraplenes y pavimentos del proyecto, además de las obras

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

de protección en caso de requerirse, para evitar asentamientos diferenciales que se pudieran presentar entre las bases de los equipos y el terreno natural.

Se considerará toda la obra civil requerida para la construcción de las cimentaciones superficiales y profundas según las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos para los equipos de proceso, servicios auxiliares y edificaciones, escaleras y plataformas de operación de válvulas.

El diseño de las cimentaciones deberá realizarse de acuerdo con los criterios y recomendaciones de la normativa vigente y aplicable y tomar como mínimo en consideración los siguientes elementos:

- Resultados del estudio de mecánica de suelos.
- Geometría tanto de los elementos como de la estructura o equipo a cimentar.
- Resultados de la corrida de la superestructura o la memoria de diseño del equipo.
- Peso propio de la cimentación propuesta.
- Los empujes laterales del terreno y sobrecargas que graviten sobre los elementos de la subestructura.

Todas las estructuras y cada una de sus partes se diseñarán para proporcionar seguridad contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones permanentes y accidentales más desfavorables, esto sin rebasar ningún estado límite de servicio.

El diseño permitirá una estructura eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la integridad de la misma, con especial atención a los efectos sísmicos y de viento.

El análisis sísmico debe estar de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE-última versión, Sección Sismo y el Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE-última versión, Sección Viento.

Para el diseño de las estructuras de concreto y acero se tomará lo indicado en la normatividad vigente y aplicable, los desplantes de la cimentación estarán regidos por el estudio de mecánica de suelos.

De acuerdo con los resultados del estudio topográfico y de mecánica de suelos se buscará la alternativa más adecuada para diseñar los terraplenes sin que estos generen

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

sobreesfuerzos al terreno natural provocando asentamientos diferenciales en los equipos y en las construcciones del Complejo Santuario Noreste.

El estudio de mecánica de suelos permitirá seleccionar las propuestas que permitan reducir o eliminar dichos asentamientos diferenciales que pongan en riesgo la seguridad del Complejo Santuario Noreste.

Al igual que en los anteriores requerimientos estrictos para la construcción de las obras, con la misma medida se realizará el análisis y diseño de la infraestructura civil para el suministro, procura, ampliación y construcción de:

- Camino de acceso al Complejo Santuario Noreste.
- Camino de acceso engravado al quemador elevado.
- Barda perimetral con concertina y portones de acceso.
- Vialidades de concreto hidráulico.
- Guarniciones y banquetas.
- Pavimentos de concreto hidráulico en áreas de proceso y servicios auxiliares
- Bases para instalación de equipos estáticos y dinámicos.
- Cimentación y dique de contención para tanques atmosféricos.
- Cimentaciones para equipos de proceso (separador, rectificador, intercambiador, calentador, deshidratador, desalador, tanque de balance, paquete de químicos, UVR y compresores).
- Cimentación de la Planta de tratamiento de agua de pozo.
- Cimentaciones para equipos de servicios auxiliares.
- Cimentación para tanque de agua contra-incendios TACI.
- Cimentación y Superestructura de la torre de Telecomunicaciones.
- Cimentación de los equipos de la Subestación eléctrica.
- Quemador elevado.
- Soportes para tuberías.
- Paquetes de regulación a quemador.
- Urbanización y áreas ecológicas (áreas verdes).
- Área para estacionamiento.

Se han de considerar las obras complementarias para instalación de equipos de proceso y servicios auxiliares: diseño de obras para acceso a instrumentos y equipos como escaleras, pasarelas y plataformas para la operación rutinaria y labores de mantenimiento a válvulas, diseño y construcción de los sistemas de drenaje pluvial y drenaje aceitoso, diseño y

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

construcción de canalizaciones y registros para señales de fuerza, control e instrumentos, diseño y construcción de cobertizos para protección de los equipos que pudiesen ser afectados por su instalación a la intemperie.

En el caso de la construcción de las peras de perforación, se considera toda la obra civil requerida para la ampliación y construcción de la terracería de la Plataforma de las Peras y sus caminos de acceso, la cual incluye: carriles de desaceleración, caminos, alcantarillas, cunetas y obras complementarias.

Se elaborarán los estudios topográficos del terreno en el cual se ampliarán y ubicarán las Peras, área de trampas, área de cabezales y caminos de acceso, dicho estudio contemplará las curvas de nivel, secciones, tipo de vegetación, planimetría y altimetría requerida.

Dichos estudios servirán de base para el desarrollo de la Ingeniería civil del proyecto, para la elaboración de los trabajos de gabinete a fin de proporcionar las recomendaciones para llevar a cabo el diseño de la ampliación y la construcción de los terraplenes y movimientos de tierra requeridos del proyecto.

Se elaborarán los estudios topohidráulicos del polígono donde se desarrollará el proyecto integral. Ubicando las zonas bajas, escurrideros, cuerpos de aguas para el diseño de obras especiales y evitar las retenciones de agua.

Se llevará a cabo la elaboración del estudio de mecánica de suelos del sitio en donde se ampliarán y construirán las Peras, área de trampas, área de cabezales, caminos de acceso, barda perimetral, caseta de vigilancia elevada y toda la infraestructura civil necesaria para la correcta operación de las peras, con el fin de determinar las características y propiedades mecánicas del suelo del sitio de interés y emitir las soluciones y/o recomendaciones para desarrollar el diseño de la ampliación y la construcción de los terraplenes, además de las obras de protección en caso de requerirse, para evitar asentamientos diferenciales que se pudieran presentar entre las bases de los equipos de perforación y el terreno natural.

Se buscará la mejor alternativa de acuerdo con los resultados del estudio topográfico y de mecánica de suelos para diseñar los terraplenes sin que estos generen sobre-esfuerzos al terreno natural provocando asentamientos diferenciales en las bases de las torres de perforación y en las ampliaciones y construcciones de las Peras, área de trampas, área de cabezales y caminos de acceso.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

El estudio de mecánica de suelos deberá contener las propuestas que permitan reducir o eliminar dichos asentamientos diferenciales que pongan en riesgo la seguridad de la Torre de Perforación.

Se deberá considerar sin ser limitativo, el análisis y diseño de la infraestructura civil para el suministro, procura, ampliación y construcción de:

- Barda perimetral con concertina.
- Caseta de vigilancia.
- Portón de acceso.
- Sistema de alumbrado.
- Carriles de desaceleración.
- Camino de acceso a las peras.
- Alcantarillas.
- Cunetas.

Para el acondicionamiento de las áreas donde se proyecte construir e instalar los cabezales de recolección, cabezales de distribución de agua, los cabezales de BN, las trampas de diablos, así como lo correspondiente a su urbanización (mochetas, soportes, barda perimetral con concertina y portón, plataformas y barandales de operación de válvulas) y toda la infraestructura requerida para la correcta operación de los sistemas de tuberías, se realizará la ingeniería civil necesaria.

Petrofac se encargará de vigilar minuciosamente que se aplique la normatividad vigente para el diseño, procura y construcción de ductos que transportan hidrocarburos líquidos, gaseosos, agua para inyección a pozos y en general para todos los sistemas de tuberías.

Se realizará el análisis hidráulico integral del sistema de recolección y transporte de hidrocarburos del campo Santuario Noreste, así como del sistema de distribución e inyección de bombeo neumático, con software especializado. Deberán integrarse propuestas / recomendaciones de mejora.

Como parte de los alcances, se realizará el análisis hidráulico integral del sistema de inyección de agua a pozos para el sistema de recuperación secundaria de crudo del campo Santuario Noreste, con software especializado.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Esto implica también realizar un estudio topográfico que contenga como información no limitativa: coordenadas U.T.M., coordenadas geográficas, puntos de inflexión, deflexión, kilometraje, altimetría, planimetría, sondeo.

Para el caso de la construcción de oleogasoductos, gasoducto y oleoductos los requerimientos manifestados y requeridos se mencionan de la siguiente manera:

- La ingeniería de tuberías se desarrollará conforme a los alcances de diseño determinados por las normas, estándares, códigos y especificaciones aplicables al proyecto (enlistados en el **Apartado I.1**), con el objetivo de lograr un diseño apropiado que garantice la seguridad, el buen funcionamiento y que satisfaga las condiciones de operación requeridas.
- Los arreglos de tuberías se realizarán tomando en consideración los resultados del análisis hidráulico desarrollados durante la ingeniería básica. Dicho análisis deberá considerar las tuberías y cabezales de proyecto determinando su comportamiento y los diámetros óptimos para el manejo de la producción satisfaciendo las condiciones máximas de operación.
- Se considerará que toda la infraestructura que se construya deberá ser modular, teniendo facilidades de conexión para aumento o disminución de equipos según se requiera conforme a los pronósticos de producción. Para minimizar la corrosión interna se deberá implementar un sistema de recubrimiento interior anticorrosivo a base polímeros o epóxicos sólidos con alta resistencia a la abrasión y corrosión.
- Los sistemas de tubería deberán diseñarse para prevenir tropezones o peligros a la altura de la cabeza, así como las interferencias con los equipos para mantenimiento, remoción, operación o inspección. Cuando las interferencias para remover equipo no se puedan evitar, se deberán proveer carretes removibles.
- Todos los múltiples de válvulas, válvulas de control y válvulas de motor deberán localizarse para tener una fácil accesibilidad para operación y mantenimiento.
- Se diseñará un sistema de protección catódica, en el cual se contemple los diferentes métodos, para el control de la corrosión y asegurar la integridad mecánica de las estructuras metálicas, para una operación segura y económica, el sistema seleccionado deberá cumplir con la normatividad vigente y aplicable.

I.1.2. Proyecto mecánico

Presentar los resultados de la memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto mecánico de los tanques de almacenamiento, así como los equipos de proceso y auxiliares.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Los proyectos que se contemplan en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, ya presentado ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos, están estructurados en un programa de trabajo de 25 años, que implican el desarrollo de toda su ingeniería y construcción de una manera gradual. En esta fase inicial, las primeras instalaciones se encuentran en etapa de desarrollo conceptual; **razón por la cual las obras contempladas en este periodo aún no cuentan con memorias técnicas descriptivas del proyecto mecánico.**

Debido a lo anterior la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, claro está que la esencia de **este proyecto se centra en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los Ecosistemas Circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables.** Para lo cual, en el diseño y la construcción de los tanques de almacenamiento, equipos de proceso y auxiliares, se aplicarán todas las Normas Mexicanas o internacionales vigentes.

Equipo estático

Tanque de agua de servicio contra-incendios

Se considera el diseño y construcción de los tanques atmosféricos de acero al carbón soldado, para almacenamiento de agua de contra-incendio, de acuerdo con lo indicado en la normativa vigente. También se contempla la implementación del sistema de protección catódica y protección anticorrosiva interior y exterior de acuerdo con los códigos y normas vigentes. Los tanques de agua contra-incendio deberán estar provisto de escalera con guarda de protección, apoyada sobre la envolvente de los tanques, para permitir el acceso para el mantenimiento e inspección de instrumentos localizados en el recipiente.

Tanques atmosféricos de techo fijo

Diseño y construcción de tanques atmosféricos cilíndrico vertical de acero al carbón soldado, de techo fijo, para servicio de almacenamiento, para servicio de medición. El diseño y materiales de fabricación de los tanques estarán de acuerdo con lo indicado en la

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 410001630.

normativa vigente. Para la medición de nivel se requiere contar con un tubo para medición y muestreo en el tanque.

Se considera la implementación del sistema de protección catódica y protección anticorrosiva interior y exterior de los códigos y normas vigentes. Los recipientes y sus soportes deben ser diseñados para resistir las cargas de sismo y viento, las cuales deberá calcularse de acuerdo con el anual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

Los tanques estarán provistos de escalera apoyada sobre la envolvente del tanque, para permitir el acceso en forma segura para el mantenimiento e inspección de instrumentos localizados en el recipiente.

Se le instalarán los dispositivos de protección para ventear vapores de hidrocarburos del tanque durante el llenado y admitir aire durante el vaciado del producto almacenado, con el fin de evitar daños en el tanque.

Recipientes sujetos a presión

Todos los recipientes a presión que formen parte de las instalaciones serán revisados e inspeccionados para ser verificar que son los adecuados a la operación del proceso en cuanto a capacidad, presión y temperatura. Todos los materiales de fabricación, externos e internos deben cumplir con las especificaciones de la sección II del Código ASME. Los recipientes y sus soportes serán diseñados para resistir las cargas de sismo y viento, las cuales deben calcularse de acuerdo con el Manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

Los recipientes a presión estarán provistos con el estampado ASME. Deberán ser provistos con el permiso de autorización de funcionamiento de la secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS), conforme a la NOM-020-STPS, última edición. Se requiere que los equipos cuenten con plataformas y escaleras que permitan el acceso en forma segura para el mantenimiento e inspección de los accesorios y del mismo recipiente.

Deberá aplicarse protección anticorrosiva de acuerdo con los códigos y normas vigentes. Los recipientes deberán ser provistos de válvulas de alivio y seguridad dimensionada para aliviar el mayor de los flujos producidos por las diferentes causas de sobrepresión aplicables.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Equipo dinámico

Bomba de envío y de trasiego

Las bombas de envío de crudo deberán ser especificadas de acuerdo con los requerimientos definidos durante el desarrollo de la Ingeniería, accionada con motor eléctrico. Por otro lado, la bomba de trasiego de crudo deberá ser especificada de acuerdo con las condiciones operativas del proceso definida durante la ingeniería y accionada con motor eléctrico.

Deberán ser fabricadas con materiales adecuados para el manejo del fluido considerado, además de ser apropiados para soportar la acción abrasiva de las sales disueltas en el producto y estar de acuerdo a lo señalado en el ISO 13710:2004.

Las bombas deberán ser especificadas con todos los accesorios necesarios para su correcta operación.

Bombas de recuperación de agua aceitosa

El equipo de bombeo para recuperación de agua aceitosa del cárcamo de drenajes aceitosos deberá ser especificado de acuerdo con los requerimientos definidos durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, debiendo ser tipo centrífugo vertical, con accionador eléctrico, cuya condición de operación será definida durante la ingeniería básica.

La especificación de los materiales de construcción de las bombas, así como su accionador deben estar de acuerdo con lo indicado en la normativa vigente.

Bombas de recuperación de líquidos del tanque separador de desfogue

El equipo deberá ser especificado del tipo centrífugo horizontal, accionado por motor eléctrico, y cuyas condiciones operativas serán definidas durante el desarrollo de la Ingeniería Básica.

La especificación de materiales de las bombas de recuperación de líquidos del separador de desfogue debe estar de acuerdo con lo indicado en la normativa vigente.

Compresores de aire de instrumentos

Los compresores deberán ser especificados del tipo rotativo de tornillo libre de aceite accionados por motor eléctrico (principal) y de combustión interna (relevo).

Los compresores y sus componentes eléctricos deben ser especificados cumpliendo con la clasificación de áreas conforme a lo establecido en la normativa.

Los compresores deberán estar equipados con los siguientes elementos de ser necesarios: interenfriador, post-enfriador, ventilador radial, encabinado acústico, enfriador de aceite, separador de humedad, filtro de aire y drenes automáticos y manuales y tanque de diésel para el compresor accionado con motor de combustión interna.

Los compresores de aire de instrumentos deben de contar con un tablero para monitoreo y control local, siendo adecuado para la clasificación de áreas del sitio de instalación. El tablero de control deberá tener puertos de comunicación para su integración al sistema de monitoreo y control de la instalación.

Equipos de aire acondicionado

Se deberá realizar el cálculo del sistema de aire acondicionado y presurización en los cuartos de control eléctrico, Cuarto de control de proceso y cuarto de telecomunicaciones, para lo cual deberá considerarse las cargas térmicas generadas por el equipo eléctrico y electrónico, personas, incidencia solar y factores que influyen en el dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado. Los equipos deberán ser tipo industrial, adecuados para su operación las 24 horas de los 365 días del año.

Se deberá considerar el diseño y especificación de los equipos de aire acondicionado para las oficinas de los encargados de talleres, cuarto de operadores y caseta de vigilancia. Los equipos deberán ser tipo minisplit.

Polipastos

Se deberá considerar los polipastos necesarios para los trabajos de mantenimiento en el cobertizo de equipo de bombeo de crudo, de bombas de agua contra-incendio, así como en los talleres de mantenimiento, los cuales deberán tener la capacidad adecuada para el izaje de la pieza más pesada de los equipos, y serán de operación manual por medio de cadenas.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Equipos para captación de agua

Considerar el diseño, procura y construcción del sistema de captación de agua para agua de servicio y contra incendio, los cuales deberán considerar desarenador y sistema de bombeo de agua de pozo profundo tipo centrifugo con los materiales adecuados para el manejo del agua de acuerdo con la normativa vigente.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

Presentar los resultados de la memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto sistema contra-incendios describiendo:

a) La cantidad y capacidad de extintores. b) Sistema de manejo de agua a presión. c) Sistemas auxiliares (alarmas, sistemas de comunicación, rociadores, antichispas, etc.). Presentar plano de localización del sistema contra-incendios a escala mínima 1:200 señalando la ubicación de todos los componentes del sistema dentro del arreglo general de la planta.

Los proyectos que se contemplan en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, ya presentado ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos, están estructurados en un programa de trabajo de 25 años, que implican el desarrollo de toda su ingeniería y construcción de una manera gradual. En esta fase inicial, las primeras instalaciones se encuentran en la etapa de desarrollo conceptual.

Debido a lo anterior la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, claro está que la esencia de **este proyecto se centra en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los ecosistemas circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables.** Para lo cual, en el diseño y la construcción del sistema contra-incendios se aplicarán todas las Normas Mexicanas o internacionales vigentes.

Sistema de contra incendio

El Complejo Santuario Noreste contará con el servicio de agua contra-incendio. El alcance del sistema considerará la captación, acondicionamiento, almacenamiento, equipos de bombeo y red de agua contra-incendio. Este sistema tendrá la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos que demandará las instalaciones que conforman el Complejo Santuario de acuerdo con el desarrollo de la Ingeniería Básica y considerando el consumo necesario para áreas futuras. El sistema deberá ser diseñado, fabricado, instalado y probado de acuerdo con los códigos, normas y estándares correspondientes.

Bombeo y red de agua contra incendio

Sistema que permite proporcionar los medios para combatir cualquier escenario de fuego en las áreas donde serán instalados los equipos de proceso y servicios auxiliares del Complejo. Se deberá verificar el área de cobertura de este sistema con la finalidad de determinar si el número y ubicación de los extintores e hidrantes es adecuado para cubrir y proteger dicha área. Para este sistema se solicita el diseño y construcción de:

- Sistema de captación de agua contra incendio.
- Tanques de almacenamiento de agua contra incendio, cuya capacidad estará en función del requerimiento normativo y para el combate del evento de riesgo mayor.
- Red de agua contra incendio e hidrantes que cubra la periferia de los procesos y servicios a instalar en el Complejo Santuario Noreste en cumplimiento con la normativa vigente.
- Sistema de bombeo que cumpla con lo establecido en la normativa vigente (bomba principal con motor eléctrico y bomba auxiliar con motor de combustión interna de la misma capacidad, bombas reforzadoras (principal y auxiliar) tipo jockey para mantener la presión constante en la red contra incendio).
- Construcción de cobertizo para las bombas de agua contra-incendio.

Sistema de Detección y Alarma por Gas y Fuego

Se tiene contemplado instalar un sistema de detección y alarma por gas y fuego considerando los lineamientos indicados en la normatividad vigente. La ubicación de estos dispositivos estará basada en el análisis de riesgo, de tal manera que se puedan identificar los lugares y condiciones en los cuales se prevea la posible ocurrencia de alguna situación

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

DICIEMBRE 2018

I-60

de emergencia por fuga, fuego, emisiones y posibles consecuencias, según los procesos y operaciones de que se trate.

- **Detectores de fuego**

Instalación de detectores de fuego para el monitoreo continuo de la presencia de fuego en zonas que se han determinado como riesgosas, indicando su presencia a través de alarmas audibles y visibles.

- **Detectores de gas**

Instalación de detectores de gas para el monitoreo continuo de la presencia de mezclas explosivas que se han determinado como riesgosas, indicando su presencia a través de alarmas audibles y visibles.

- **Controlador electrónico programable**

El CEP del Sistema de Gas y Fuego debe estar constituido por hardware, software y unidades de entradas y/o salidas electrónicas. El suministro del CEP debe incluir licencias, garantías, documentación y los servicios requeridos para la integración, configuración, instalación, capacitación, pruebas y operación. El CEP y su operación, deben ser independientes del SDMC y de los sistemas de paro de emergencia. El CEP del sistema de gas y fuego debe instalarse en el cuarto de Gabinetes. El Sistema de Gas y Fuego requiere para su funcionamiento de un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI) que proporcione el respaldo necesario de acuerdo con la normatividad vigente.

- **Detectores de humo**

Se instalará detectores de humo en los cuartos de control, si la infraestructura de estos espacios tiene falso techo o piso debe considerarse su inclusión. Los detectores de humo deberán ser seguro contra alarmas erróneas motivadas por diversas causas como: ruido, polvo, humedad, movimiento del aire, ensuciamiento, inversión de polaridad, sobre tensión, etc.

- **Sistema de alarmas**

El objetivo principal del sistema de alarmas será notificar al personal acerca de las condiciones de seguridad en el Complejo Santuario Noreste, mediante alarma audible y visible. El sistema estará integrado por sirena electromecánica, estaciones de activación manual y lámpara de señalización de estado.

Sistema de supresión mediante agente limpio

Se instalará un sistema de supresión de fuego mediante agente limpio que cumplirá con lo recomendado en la normativa vigente; y que se activará ante la presencia de humo o fuego dentro del cuarto de control.

Sistema de espuma

Se instalará un sistema de cámaras de espuma, líneas y conexiones con tomas siamesas de acuerdo con la normativa vigente, el cual se instalará en los tanques atmosféricos, para la mitigación de un evento de incendio en estos puntos.

Equipo contra incendios

- **Gabinetes para manguera**
Los gabinetes para mangueras deben estar listados y/o aprobados por UL, FM o equivalente y su diseño deberá estar regido de acuerdo con la normativa vigente.
- **Extintores contra incendio**
Instalación de extinguidores de Polvo Químico Seco (PQS), Bióxido de Carbono (CO2) y de espuma mecánica del Complejo, su ubicación debe estar basado en la normativa vigente.

Equipo de protección personal

Con el fin de cumplir con el Sistema de Administración de HSE&AI de Petrofac, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- **Equipo de bombero completo**
Suministrar equipo para bomberos, certificado por UL, para una cuadrilla de 3 personas que incluya lo indicado en la normatividad vigente; así como, de gabinete metálico que contendrá al equipo, pintado de rojo bermellón conforme a la normativa vigente. (No es alcance de este proyecto, alcance de HSE&AI Petrofac).
- **Equipo de respiración autónomo**
Suministrar equipos de respiración autónomo para el personal operativo de la instalación, se debe cubrir la cantidad necesaria según el número de personal en todos los turnos. El equipo de protección respiratoria debe cumplir con las

características y disposiciones que se indican en la normatividad vigente. (No es alcance de este proyecto, alcance de HSE&AI Petrofac).

- **Señalización industrial**

Instalar estratégicamente por todas las áreas letreros y señalización alusiva que cubra los conceptos de:

- a) Protección civil (puntos de reunión, de evacuación, etc.).
- b) Obligatoriedad.
- c) Prohibitivas y preventivas.

- **Límites de áreas**

Todas las áreas de proceso y aquellas consideradas como de riesgo, de acuerdo con el estudio de atlas de riesgos y del plano de clasificación de áreas peligrosas, deberán quedar delimitadas como precaución personal, a través de colores indicados por la normatividad vigente.

Paros automatizados

El sistema de compresión estará equipado con sistemas de paro automatizados que al detectar variación en las condiciones de operación del equipo envían una señal al anunciador para que actúe el paro del equipo y a su vez se active la válvula de seguridad que bloquea (cierra) la entrada de gas al equipo; los paros son los siguientes:

- Paro por alta vibración del motor.
- Paro por alta vibración del compresor.
- Paro por alta o baja presión de succión.
- Paro por alta o baja presión de descarga.
- Paro por baja presión de aceite motor.
- Paro por baja presión de aceite compresor.
- Paro por alta temperatura agua de motor.
- Paro por alta temperatura de aceite de motor.
- Paro por alta temperatura de en válvulas de descarga.
- Paro por baja o altas RPM del motor.
- Paro por alto nivel de líquido en los separadores.
- Paro por no lubricación de cilindros de compresión.
- Paro por variación en la presión de manifold.
- Válvula de relevo en cada etapa de compresión.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

A la descarga del gas para cada uno de los servicios, el sistema contará con paquete de regulación de presión que permitirá mantener la presión en el sistema a la condición de operación desfogando el gas de exceso hacia el quemador de alta presión para su disposición segura. En el **Anexo I-3** del presente estudio podemos consultar el esquema de localización preliminar del sistema contra-incendios en el Complejo Santuario Noreste (ERASG-A3A), así mismo el esquema de la infraestructura en cuanto a bombeo y almacenamiento (ERASG-A3B) y el esquema de la red contra incendios (ERASG-3AC).

En el caso de la infraestructura de transporte principal y complementaria, se consideran las siguientes particularidades en su diseño:

- Diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en operación de la instrumentación que garantice una operación segura y eficiente en las trampas de diablos del proyecto, considerando como mínimo indicadores de presión, indicadores de temperatura e indicadores de paso de diablos.
- Diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en operación de un sistema para detectar fugas y tomas clandestinas en el ducto de transporte de gas y líquido del proyecto, considerando software dedicado y especializado para monitorear, detectar y alarmar fugas en tiempo real, dicha tecnología no debe estar en fase de prueba y debe ser un sistema que permita el diagnóstico más confiable por medio de los sistemas de procesamiento y de comunicación. El sistema de detección de fugas y tomas clandestinas deberá contar con una Interfase Hombre Maquina (HMI) incluyendo las licencias de softwares, con disponibilidad para integrarse a futuro al sistema SCADA de Petrofac por medio del software OPC. Se deberá considerar para el sistema de detección de fugas y tomas clandestinas los elementos primarios de medición de acuerdo con el método seleccionado.
- Se considerará el diseño de un sistema de puesta a tierra, para el área de trampas de proyecto y una ampliación del sistema de puesta a tierra en el área de cabezales de existentes. El sistema de puesta a tierra estará interconectado proporcionando así un sistema equipotencial, para asegurar una óptima y correcta operación. El diseño se realizará con base en la normatividad vigente y aplicable, con la premisa de garantizar la protección del personal, y la salvaguarda de los equipos y la instalación, así como para la operación satisfactoria de las protecciones en caso de que se pudieran producir diferencias de potencial entre dos puntos por condiciones de fallas anormales y fenómenos transitorios en el sistema.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 410001630.**

DICIEMBRE 2018

I-64

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Describir detalladamente el proceso por líneas de producción, reacciones principales y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo. Anexar diagrama de bloques.

Listar todas las materias primas, productos, y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente riesgosas.

Especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento, concentración, capacidad máxima de producción y tipo de almacenamiento.

*Para todo lo anterior se podrá apoyar de toda la información establecida en el **Capítulo II de la MIA**.*

Tomando como referencia el listado de obras mencionado en el **Apartado I**.

- 1) **Construcción del Complejo Santuario Noreste.**
- 2) **Ingeniería para modificaciones para incrementar la capacidad de la Batería EPT (Early Production Team/Equipo de Producción Temprano) Santuario Noreste de 6,000 bpd a 12,000 bpd.**
- 3) **Diseño y construcción de peras para obras de perforación de pozos en el Área de Asignación Santuario.**
- 4) **Construcción de amarres de pozos, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en Área de Asignación Santuario.**
- 5) **Construcción de un oleoducto y un gasoducto, de Batería Santuario a Complejo El Golpe.**
- 6) **Planta de tratamiento de agua para la prueba piloto para el Área Santuario Noreste.**

El alcance del presente estudio está enfocado solo a las obras nuevas en Derechos de vías nuevo, la obra número 2, es una obra que se refiere a una modificación para incrementar de manera temporal la producción de una instalación ya en operación y cuya área ocupada en su inicio ya fue evaluada desde el punto de vista Impacto Ambiental, razón por la cual no formaría parte del presente estudio. Pero en caso de existir alguna interacción de riesgo con las obras nuevas, sólo se haría mención con la finalidad de evaluar la magnitud del impacto que éste sufra, conllevando a realizar un análisis para recomendar medidas preventivas para mitigar los efectos recibidos. A continuación, se realiza una descripción del alcance de las obras 1, 3, 4, 5 y 6. La obra 2, será descrita con la finalidad de comprender el alcance total y la interrelación de todas las obras en el Área Contractual Santuario y El Golpe.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

1) OBRA TIPO PARA: CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO SANTUARIO NORESTE

Debido al estatus operativo actual del Área Contractual Santuario y El Golpe, es importante realizar una descripción de la infraestructura existente para encontrar la conexión operativa con el nuevo Complejo Santuario Noreste. El Área Contractual Santuario y El Golpe se integra de dos áreas de asignación: área de asignación Santuario y el área de asignación El Golpe.

A su vez, el Área de Asignación Santuario considera dos áreas de producción: Área Santuario y Área Santuario Noreste.

En el **Área Santuario Noreste** se construirá un nuevo Complejo denominado Santuario Noreste, el cual contará con instalaciones para el procesamiento de las corrientes de hidrocarburos del Campo Santuario Noreste y la corriente de líquidos proveniente de la Batería de Separación Santuario, de modo de alcanzar las especificaciones requeridas del crudo y del gas, así como la meta de aprovechamiento de gas.

El crudo en especificación proveniente del Complejo Santuario Noreste se mezclará con el crudo en especificación de la Planta Deshidratadora El Golpe (crudo de Batería El Golpe II y Batería Tupilco, este último de otra Área contractual) se unirán antes de la medición y se enviarán a la Terminal Marítima Dos Bocas. El gas proveniente del Complejo Santuario Noreste y de la Batería de Separación Santuario se mezclará con el excedente de gas de la Estación de Compresión El Golpe (en caso de requerirse), en el Complejo El Golpe este gas será medido y enviado a la Estación de Compresión Castarrical.

Área de Asignación Santuario

- **Área Santuario**

El Área de Asignación Santuario incluye dos áreas de producción: **Área Santuario y Área Santuario Noreste.**

El Área Santuario cuenta con la Batería de Separación Santuario (existente), donde se realiza como actividad principal la separación de la mezcla de hidrocarburos proveniente del Campo Santuario, en dos corrientes principales: líquidos (crudo y agua) y gas.

En esta Área no se contempla la perforación de nuevos pozos. Aunque la capacidad de la Batería de Separación Santuario se encuentra al límite el plan es mantenerla. Lo

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

que si se tienen considerado es desarrollar Estudios de Integridad Mecánica con la finalidad de establecer la capacidad, eficiencia operativa y tiempo remanente para la vida útil de la infraestructura superficial y así poder planificar la rehabilitación o reemplazo (de ser necesario y según sea el caso) de aquellos equipos que así lo requieran, de forma de continuar operando las instalaciones de producción de forma segura y confiable.

En el Área Santuario Noreste actualmente se cuenta con la infraestructura (rentada) para procesar la producción de los 3 pozos que hay en la Macropera 401 y próximamente del pozo o los pozos de la Macropera 601. El plan es aumentar los números de pozos en estas Macroperas, por ende, se espera un aumento en la producción y por ello se plantea una modificación de esta instalación la cual se describe a continuación.

- **Área Santuario Noreste (actual)**
Batería Santuario Noreste Producción Temprana (arrendamiento)

Aumento de capacidad de las instalaciones de producción temprana de 6 mbpd a 12,0 mbpd

La Batería Santuario Noreste Producción Temprana procesa actualmente la producción de hidrocarburos (gas-líquido) proveniente de los Pozos productores del Área Santuario Noreste (SAN-401, SAN-402 y SAN-403).

La batería tiene una capacidad de diseño de procesamiento de 6,000 bpd de líquido y 5 mmpcsd de gas la cual es operada por una compañía de arrendamiento.

Acorde al Plan de desarrollo y la necesidad de infraestructura para esta Área, en la Etapa 1 de este proyecto, se ampliará la Batería Santuario Noreste EPF a 12,000 bpd de líquido y 10.0 mmpcsd de gas que garantice la seguridad en la operación y el mantenimiento con menor riesgo para la comunidad y el entorno ecológico.

Proceso general

Recolección de hidrocarburos

La mezcla de hidrocarburos de las Macroperas de Producción del Campo Santuario Noreste, San 401 (Pozos San-401, San-402 y San-403), San 601 (Pozos San-601, San-

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

602, San-603, San-604, San-605 y San-606), y San 502 (Pozos San-502, San-503 y San-504), serán recibidas en el cabezal colector de grupo de la Batería Santuario Noreste EPT.

Separación de primera etapa

Una vez recibida, la mezcla de hidrocarburos pasará al Sistema de Separación de Primera Etapa, FA-100 (Separador Horizontal de Alta Presión), donde el gas y líquido serán separadas. El gas separado descargará hacia el Rectificador de Gas, FA-101, junto con el gas de las Unidades Recuperadoras de Vapor, URV-100 A/B; mientras que el líquido descargará, por control de nivel, hacia el Sistema de Separación de Segunda Etapa, FA-102 (Separador Vertical de Baja Presión).

Separación de segunda etapa

Los líquidos descargados de la separación de primera etapa se enviarán al Sistema de Separación de Segunda Etapa, FA-102, junto con los condensados del Rectificador de Gas, FA-101, donde las fases, gas - líquido, serán separados en baja presión.

El gas del separador se enviará a las Unidades Recuperadoras de Vapor, URV-100 A/B, para su acondicionamiento y el líquido será enviado, por control de nivel, al cabezal colector el cual dará carga a las bombas de exportación.

Rectificación de gas

El gas del Separador de Primera Etapa, FA-100, junto con el gas de las Unidades Recuperadoras de Vapor, URV-100 A/B, serán enviados al Rectificador de Gas, FA-101, para su acondicionamiento separando el posible arrastre de líquidos.

Los líquidos obtenidos se canalizarán al Separador de Segunda Etapa, FA-102, en conjunto con los líquidos de la Separación de Primera etapa, FA-100, para su acondicionamiento, mientras que el gas será descargado hacia el gasoducto de 8" Ø x 2.2 km existente, previa medición, hasta su interconexión con el gasoducto de 8" Ø x 11.2 km existente que va de la Batería Santuario hacia la Estación de Compresión El Golpe donde será medido y enviado a la Estación de Compresión Castarrical.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Unidad Recuperadora de Vapor

Los vapores obtenidos del Separador de Segunda Etapa, FA-102, descargarán a las Unidades Recuperadoras de Vapor, URV-100 A/B, donde serán acondicionados a través de las etapas de separación, compresión y enfriamiento, y descargados hacia el Rectificador de Gas, FA-101, donde los líquidos serán separados.

El líquido (condensados) generados por la compresión del vapor serán descargados y enviado, por control de nivel, al cabezal colector el cual dará carga a las bombas de exportación.

Almacenamiento de aceite

En caso de una operación anormal y no se pueda enviar el aceite a la Planta Deshidratadora El Golpe se contará con la disponibilidad de cuatro tanques de almacenamiento de crudo existentes, TV-01/02/03/04, los cuales, una vez reestablecido las condiciones de operación, se reanudará el bombeo.

Para continuar manteniendo el tiempo de almacenamiento (de 6 horas) se deberá considerar la implementación de 4 tanques nuevos. De lo contrario solo se contará con tiempo limitado de almacenamiento si se presenta alguna contingencia.

Sistema de exportación de crudo

Los líquidos de la Segunda Etapa de Separación, FA-102, descargarán por control de nivel y darán carga a las bombas de transferencia de crudo, GA-100 A/B, las cuales descargarán, en operación continua (24 horas), al oleoducto de 8" Ø x 2.2 existente, previa medición (por otros), hasta su interconexión el oleoducto de 6" Ø x 11.2 km existente que va de la Batería Santuario (el cual bombea de manera intermitente) hacia la Planta Deshidratadora El Golpe donde los líquidos en conjunto serán acondicionados y medidos para su envío a la Terminal Marítima Dos Bocas.

La operación de esta instalación será sustituida por el Complejo Santuario Noreste, cuya operación se describe en el apartado siguiente.

- **Área Santuario Noreste (futuro)**

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Complejo Santuario Noreste

Debido a que las Baterías de Separación Santuario y El Golpe II se encuentran al límite de su capacidad de procesamiento y los campos se localizan, geográficamente, entre las mismas, es prioritario contar con un nuevo complejo de procesamiento denominada Complejo Santuario Noreste, la cual debe tener la infraestructura necesaria para el manejo y procesamiento de los hidrocarburos, con las especificaciones de calidad requeridas, y su posterior transporte y entrega a las instalaciones finales.

El Complejo Santuario Noreste tendrá como objetivo: recolectar, separar, calentar, deshidratar, desalar, bombear, comprimir y medir las corrientes de gas, aceite y agua de los pozos, así como de los vapores recuperados.

- Contar con instalaciones que cumplan con la normativa como punto central del desarrollo del campo.
- Entregar los hidrocarburos gaseosos con la calidad requerida.
- Entregar el aceite con la calidad requerida.
- Optimizar la infraestructura de manejo de gas y aceite.

Cabezal de grupo

La mezcla de hidrocarburos proveniente de los pozos productores de las Macroperas, Santuario – 401, Santuario – 502, Santuario – 601 y Santuario – 702, que conforman el Campo Santuario Bloque Noreste, y la producción de líquidos de la Batería de Separación Santuario es recibida en el Cabezal Colector del Complejo Santuario Noreste de donde serán enviados al Separador de Media Presión, 20-20-01-VA01, para iniciar con la separación entre fases.

Así mismo contará con cabezal de medición el cual recibirá la producción de la mezcla de hidrocarburos de los pozos que conforman el Campo Santuario Bloque Noreste para su medición de manera independiente o por Macropera.

Como parte de la instrumentación del Cabezal Colector se contará con monitoreo de la presión y temperatura local, a través de los indicadores de presión (PI) y temperatura (TI) localizados en campo, y remota, de la presión, en el SDMC a través del indicador de presión, (PI), con señal proveniente del transmisor indicador de presión (PIT). En el indicador de presión del SDMC se configuran las alarmas por alta y baja presión, PAH y

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

PAL, a los puntos de ajuste establecidos. Así mismo contará con válvula de emergencia, SDV, la cual permitirá controlar el flujo de proceso, aislando el suministro de la mezcla de hidrocarburos en caso de emergencia.

Separador trifásico de media presión

La mezcla de hidrocarburo del cabezal colector se envía al Separador Horizontal Trifásico de Media Presión, 20-20-01-VA01, donde la fase gas, aceite y agua, son separadas.

El Separador Trifásico contará con internos de alta eficiencia, lo cual permitirá que el separador tenga una eficiencia que garantice un arrastre de líquido en el gas de 0.1 gal/MMpcsd de gas y retención de partícula con tamaño de 10 micras y mayores, con una eficiencia del 100% a las condiciones de operación máxima, normal y mínima.

El gas del separador descargara hacia el Cabezal Colector de Gas para su canalización hacia el sistema de rectificación, 20-20-01-VA02, en conjunto con el gas del Separador de Prueba, 20-20-01-VA04, previa regulación de la presión. A la descarga, se contará con sistema de medición, de referencia, con transmisor de flujo hacia el indicador totalizador de flujo en el SDMC.

El aceite separado descargara, por control de nivel, hacia el cabezal colector de líquido que transfiere el mismo hacia el sistema de pre- y calentamiento, 20-20-01-HE01 y 20-20-01-FA01, el cual incrementara la temperatura hasta la necesaria para la etapa de deshidratación y desalado. A la descarga de crudo del separador se contará con medidor de flujo para la medición de referencia del aceite en la corriente.

La fase acuosa resultante de la separación se canalizará hacia la Planta de Tratamiento de Agua previa medición de la corriente, para su procesamiento, acondicionamiento y posterior inyección a pozos como sistema de recuperación secundaria (Figura I.2-1).

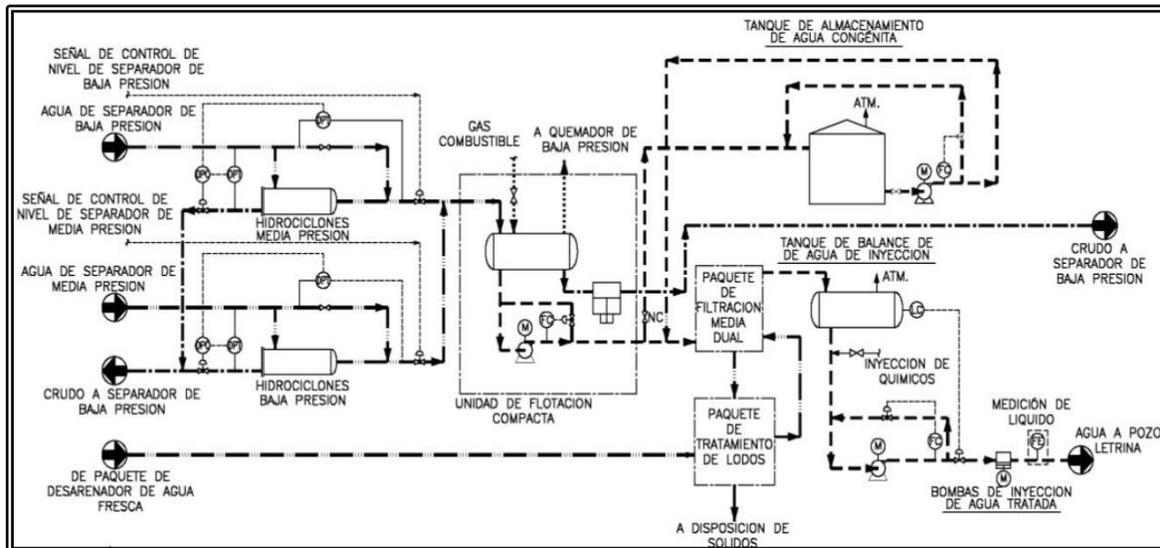


Figura I.2-1 Esquema de Proceso de la planta de tratamiento de agua en el Complejo Santuario Noreste.

La presión del Separador Horizontal Trifásico de Media Presión, 20-20-01-VA01, será monitoreada localmente a través de indicadores de presión (manómetro), PI, y remotamente a cuarto de control (SDMC) a través del transmisor indicador de presión, PIT, instalados en el recipiente. En caso de existir alta o baja presión el separador este contará con alarmas por alta y baja presión, PAH y PAL, configuradas como parte del indicador de presión en el SDMC.

Como dispositivo de protección y seguridad el separador contará con paquete de regulación de presión, el cual mantendrá la presión del sistema en los límites establecidos, así como de válvulas de seguridad, (PSV) que se accionarán cuando la presión en el equipo rebase la presión de ajuste enviando la descarga al sistema cerrado de desfogue para su disposición segura.

Por otra parte, la temperatura el Separador Horizontal Trifásico de Media Presión, 20-20-01-VA01, es monitoreada localmente a través del indicador de temperatura, TI, así como vía remota a través del transmisor indicador de temperatura, TIT, con indicador de temperatura, TI, en el SDMC. En caso de presentarse alta temperatura, el separador contará con alarma por alta temperatura, TAH, configurada en el SDMC y recibida a través del indicador de temperatura del SDMC.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

El sistema de control de la fase aceitosa tiene como función mantener el nivel normal de la fase aceitosa en los rangos de operación establecidos para su correcta operación.

La descarga de la fase aceitosa contará con válvula de control de nivel, LV, la cual tendrá la función de controlar el nivel de la fase aceitosa mediante un controlador/indicador de nivel, LIC, configurado con alarmas por bajo y alto nivel en cuarto de control que recibirán la señal del indicador/transmisor de nivel, LIT, instalado en el recipiente, o por medio neumático a partir del controlador de nivel LC, dependiendo de las circunstancias que se esté manejando. Al mismo tiempo, esta realizará la regulación de la presión de operación hacia la etapa estabilización.

El sistema de control de la fase acuosa tiene como función mantener el nivel normal de la fase acuosa en el separador.

La descarga de la fase acuosa contará con válvula de control de nivel, LV, la cual controlará apropiadamente, el nivel de la fase acuosa mediante un controlador/indicador de nivel, LIC, configurado con alarmas por bajo y alto nivel en cuarto de control que recibirán la señal de un indicador/transmisor de nivel, LIT, instalado en el separador, o por medio neumático a partir del controlador de nivel LC, dependiendo de las circunstancias que se esté manejando. Así mismo, estas permitirán la regulación de la presión de operación hacia la Unidad de Flotación de la Planta Tratadora de Agua

Sección de pre- calentamiento de crudo

El crudo del separador trifásico de media presión, 20-20-01-VA01, se envía al cabezal principal del sistema de estabilización que alimenta al sistema de precalentamiento, 20-20-01-HE01, por el lado de coraza, en donde la temperatura se incrementará a través de la recuperación de calor del crudo deshidratado y desalado caliente que entra por el lado tubos, hasta una temperatura tal que permita una optimización del calentador de crudo.

Una vez precalentado el crudo, es pasado a través del calentador de crudo, 20-20-01-FA01, donde la transferencia de calor se realiza mediante aire caliente, debido a la combustión del gas combustible, que rodea la tubería que transporta el crudo, y el crudo incrementa la temperatura del este hasta la requerida para llevar a cabo la deshidratación y desalado del crudo.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

La temperatura de salida del calentador de crudo se controlará mediante la regulación del suministro del gas combustible hacia los quemadores.

La temperatura deberá ser ajustada para lograr la PVR del crudo en el Separador de Baja Presión y alcanzar las condiciones óptimas de operación en la etapa de deshidratación/desalado para lograr las especificaciones del crudo. Para el monitoreo de la presión, el sistema de calentamiento de crudo contará con monitoreo local y remoto a través de los indicadores de presión, PI (manómetros), y los indicadores/transmisores de presión con los que cuenta los equipos. En caso de sobrepresión, los equipos contarán con los equipos de desfogue necesarios para su disposición adecuada. Los equipos de calentamiento contarán con monitoreo local de la temperatura a través de los indicadores de temperatura, TI, y remotamente a través del indicador de temperatura TI del SDMC el cual recibe la señal del indicador/transmisor de temperatura.

Separador trifásico de baja presión

La mezcla de hidrocarburo del cabezal colector se envía al Separador Horizontal Trifásico de Baja Presión, 20-20-01-VA03 en conjunto con los líquidos de la Etapa de Separación de Prueba, 20-20-01-VA04, así como del aceite recuperado de la Planta Tratadora de Agua donde la fase gas, aceite y agua, son separadas.

El Separador Trifásico contará con internos de alta eficiencia, lo cual permitirá que el separador tenga una eficiencia que garantice un arrastre de líquido en el gas de 0.1 gal/MMpcsd de gas y retención de partícula con tamaño de 8 micras y mayores, con una eficiencia del 100% a las condiciones de operación máxima, normal y mínima.

El gas del separador descargará hacia el Cabezal Colector de Gas para su canalización hacia el Sistema de Recuperación de Vapores, 23-20-01-XX01A/B, para su acondicionamiento y posterior envío al Sistema de Compresión de Gas Asociado.

El aceite del separador descargará, por control de nivel, hacia el cabezal colector de Aceite el cual dará carga a las bombas de trasiego y transferirá el mismo hacia el Sistema de Deshidratación, 20-20-01-VJ01, y Desalado, 20-20-01-VV01, para su procesamiento.

La fase acuosa resultante de la etapa de separación se canaliza, a través del sistema de trasiego, 44-10-01-PG01A/B, hacia la Planta de Tratamiento de Agua, 44-11-01-CE02, para

su procesamiento, acondicionamiento y posterior inyección a pozos como sistema de recuperación secundaria.

La presión de operación del Separador Horizontal Trifásico de Baja Presión, 20-20-01-VA03, será monitoreada localmente a través del indicador de presión (manómetro), PI, y remotamente a cuarto de control (SDMC) a través del indicador de presión, PI, por medio del transmisor indicador de presión, PIT, instalado en el recipiente. En caso de existir alta o baja presión, el separador contará con alarmas por alta y baja presión configuradas como parte del indicador de presión en el SDMC configuradas a las condiciones de seguridad del recipiente.

Como dispositivo de protección y seguridad el Separador Bifásico de Baja Presión contará con válvula de seguridad, PSV, que abrirá cuando la presión en el equipo rebase el punto de calibración de la válvula. La descarga del exceso de gas será enviada al sistema de desfogue de baja presión para su disposición segura.

Además, el sistema contará con un paquete de regulación de presión, PV, la cual opera mediante la señalización del controlador/indicador de presión, PIC, manteniendo la presión de operación en el separador abriendo o cerrado la válvula de presión enviando el exceso al sistema de desfogue de baja presión para su disposición segura.

Para el monitoreo de la temperatura el separador cuenta con medición local a través del indicador de temperatura, TI, así como vía remota a través del transmisor indicador de temperatura, TIT, con indicador de temperatura, IT, en el SDMC.

La descarga de la fase aceitosa estabilizada será a través de la válvula de control de nivel, LV, la cual tendrá la función de controlar el nivel mediante un controlador/indicador de nivel, LIC, configurado con alarmas por bajo y alto nivel en cuarto de control que recibirán la señal del indicador/transmisor de nivel, LIT, instalado en el recipiente, o por medio neumático a partir del controlador de nivel LC, dependiendo de las circunstancias que se esté manejando. Al mismo tiempo, esta realizará la regulación de la presión de operación hacia la etapa de balance.

La descarga de la fase acuosa contará con válvula de control de nivel, LV, la cual controlará adecuadamente, el nivel mediante un controlador/indicador de nivel, LIC, configurado con alarmas por bajo y alto nivel en cuarto de control que recibirán la señal de un indicador/transmisor de nivel, LIT, instalado en el separador, o por medio neumático a partir

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

del controlador de nivel LC, dependiendo de las circunstancias que se esté manejando. Así mismo, estas permitirán la regulación de la presión de operación hacia la Unidad de Flotación de la Planta Tratadora de Agua (Figura I.2-2).

Esquema del Proceso de Separación y Recuperación de vapores en el proyecto (secreto industrial). Información protegida conforme los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP

Figura I.2-2 Esquema del Proceso de Separación y Recuperación de vapores en el Complejo Santuario Noreste.

Sistema de deshidratación y desalado de crudo

Posterior al calentamiento, 20-20-01-FA01, el crudo se envía hacia el sistema de deshidratación/desalado electrostático, 20-20-01-VJ01 y 20-20-01-VV01, el cual será mezclado con el agua residual de la etapa de desalado como una primera etapa de lavado de crudo.

La deshidratación y el desalado se lleva a cabo utilizando un sistema de rejillas electrostáticas. La fuerza electromotriz de alto potencial para el campo eléctrico es generada por unidades de poder instaladas externamente y en la parte superior del equipo.

El campo electrostático formado en el recipiente provoca que las partículas de agua, en forma de emulsión, vibren, rompiendo la emulsión agua/crudo, propiciando que las partículas separadas se aglomeren entre sí y se vuelvan más grandes (fenómeno de coalescencia) para finalmente acumularse en la parte inferior del recipiente, mientras que la fase aceitosa se acumula en la parte superior y se retira por la parte superior. El nivel de

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

la fase acuosa se localiza por debajo del cabezal de distribución de crudo y se mantiene por medio del controlador de nivel, configurados en el PLC local. El aceite una vez deshidratado, pasara a la etapa de desalado, previa inyección de agua de lavado, para su siguiente proceso. Por otro lado, la fase acuosa resultante de la deshidratación se envía al intercambiador de calor, tubo y coraza, donde intercambiara calor con la corriente de agua fresca para posteriormente transferirse a la Planta Tratadora de Agua, a través de la bomba de trasiego.

La corriente del aceite deshidratado, que se alimenta al desalador se mezcla con agua fresca, previamente calentada, a través de una válvula mezcladora hasta obtener una concentración deseada de agua en el aceite. Nuevamente, el aceite pasa por el mismo tipo de internos descritos para el deshidratador con el propósito de eliminar el agua y la sal del mismo. El agua libre de agua descarga por la parte superior del equipo a través del cabezal colector de crudo, mientras que el agua resultante es enviada a la etapa de deshidratación de donde será enviada hacia la Planta Tratadora de Agua para su acondicionamiento.

La presión del sistema se controla por medio del controlador de presión, configurados en el PLC local. El nivel de la fase acuosa se localiza por debajo del cabezal de distribución de crudo y se mantendrá por medio de controladores de nivel que estarán configurados en el PLC local.

Las variables a controlar, para el sistema deshidratador-desalador, serán: los niveles de agua en ambas etapas, así como la cantidad de agua de lavado hacia el desalador. Si el nivel es demasiado alto, la deshidratación del crudo no es la adecuada y si el nivel es demasiado bajo, es posible que el crudo salga junto con la corriente del agua separada. Mientras que si el flujo del agua de lavado es bajo la dilución de la sal no será la adecuada, mientras que, si el flujo es grande, la mayor cantidad de agua en el aceite puede sobrecargar la operación de las rejillas electrostáticas. La consecuencia es que el aceite salga con un alto contenido de sal o de agua, respectivamente.

El sistema de deshidratación/desalado cuenta con válvula de seguridad dimensionada por fuego, para que en caso de que se presente una sobrepresión estas abran enviando el exceso de presión hacia el cabezal de desfogues del quemador (Figura I.2-3).

Esquema de Proceso de deshidratación/desalado y envío de aceite (secreto industrial). Información protegida conforme los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP

Figura I.2-3 Esquema de Proceso de deshidratación/desalado y envío de aceite en el Complejo Santuario Noreste.

Sistema de exportación de aceite a El Golpe

El crudo deshidratado y desalado se envía al Tanque de Balance, 20-20-01-VL01, en donde se le retirará el gas, a través de los internos con los que contará el equipo, generada por el flasheo debido a la caída de presión por medio de la válvula de control de nivel del Separador Horizontal Trifásico de Baja Presión, 20-20-01-VA03, y darán carga a las bombas de transferencia de aceite, 21-10-01-PB01A/B/C, para su envío al Complejo El Golpe a través del oleoducto nuevo para su fiscalización y posterior envío a la Terminal Marítima Dos Bocas.

La presión de operación del tanque de balance será de acuerdo con las fluctuaciones de presión del cabezal de desfogue de alta presión a la cual se encuentra conectado la descarga de gas.

Previo a la descarga hacia el oleoducto, el aceite deshidratado y desalado intercambiará calor con el crudo de la separación de media presión, enfriando el aceite deshidratado el cual será medido y posteriormente transferido al Complejo El Golpe.

La presión del Tanque de Balance será monitoreada localmente a través del indicador de presión (manómetro), PI, y remotamente a cuarto de control (SDMC) a través del indicador

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

de presión, PI, por medio del transmisor indicador de presión, PIT, instalado en el recipiente. En caso de existir alta o baja presión, el separador contará con alarmas por alta y baja presión configuradas como parte del indicador de presión en el SDMC configuradas a las condiciones de seguridad del recipiente.

Como medida de seguridad por sobrepresión el tanque de balance contará con válvula de seguridad la cual abrirá cuando la presión en el equipo rebase el punto de calibración de la misma. La descarga del exceso de gas será enviada al sistema de desfogue de baja presión para su disposición segura.

Para el monitoreo de la temperatura el separador cuenta con medición local a través del indicador de temperatura, TI, así como vía remota a través del transmisor indicador de temperatura, TIT, con indicador de temperatura, IT, en el SDMC.

La descarga del aceite será a través de la válvula de control de nivel, LV, la cual tendrá la función de controlar el nivel mediante un controlador/indicador de nivel, LIC, configurado con alarmas por bajo y alto nivel en cuarto de control que recibirán la señal del indicador/transmisor de nivel, LIT, instalado en el recipiente, o por medio neumático a partir del controlador de nivel LC, dependiendo de las circunstancias que se esté manejando.

En caso de fuga o la no aceptación del producto (aceite) en el Complejo El Golpe, la corriente será desviada hacia los tanques de almacenamiento, 21-20-01-TA01A/B, el cual tendrá la capacidad de un día, tiempo necesario para restaurar el bombeo hacia El Golpe. Por otra parte, en el caso de que el aceite se encuentre fuera de especificación para su comercialización, la instalación tendrá la factibilidad de retornar el producto hacia el Separador Horizontal Trifásico de Media Presión, 20-20-01-VA01, para su procesamiento.

La presión de succión de las bombas de transferencia dependerá directamente del nivel de líquido dentro del Tanque de Balance. En la succión y descarga de las bombas se cuenta con indicación local de presión a través de manómetros y remota a través de los transmisores indicadores de presión de donde se tomarán las señales al SDMC. Así mismos, contará con interruptores por baja presión, lado succión, la cual operará como permisivo de arranque de la bomba, y de alta presión a la descarga para paro de la bomba en caso de haber un incremento en la presión.

El flujo a la descarga de las bombas de envío de crudo es medido localmente a través del medidor FE y en forma remota a través del transmisor multivariable, el cual mandara la

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

señal al SDMC para monitorear las variables de temperatura y flujo. El arranque y paro de las bombas se puede hacer de la manera local manual (desde campo) y remoto/manual desde el SDMC.

Por otra parte, en caso de que la Planta Deshidratadora El Golpe no reciba la corriente de crudo de la Batería Santuario Bloque Noreste, se tiene la flexibilidad de enviar el mismo al tanque de almacenamiento, TV-1, con capacidad de almacenar un día la producción.

Por otra parte, en la succión y descarga de las bombas de transferencia de aceite, se contará con indicación local de presión a través de los manómetros y de manera remota a cuarto de control a través de transmisores indicadores de presión.

En caso de que exista alta o baja presión a la succión y descarga de las bombas de transferencia estas contarán con transmisores indicadores de presión que enviaran la señal a los indicadores de presión y configuración de alarmas por alta y baja presión en el SDMC.

Rectificación de gas

El gas de Separador Trifásico Horizontal de Media Presión, 20-20-01-VA1, en conjunto con el gas del separador de prueba, 20-20-010-VA04, son enviados al Rectificador de Gas de Media Presión, 20-20-01-VA02, para su acondicionamiento retirando los líquidos que se forman debido al flasheo del gas.

El Rectificador de Gas de Media Presión contará con internos de alta eficiencia que garanticen un arrastre de líquido en el gas menor a 0.8 gal de líquido por MMpcs de gas y retención de partícula con tamaño de 8 micras y mayores al 100% de eficiencia a las condiciones máximas, normales y mínimas de operación.

Los líquidos resultantes de la rectificación se canalizan al Separador de Desfogue de Baja Presión de donde, a través de las bombas de recuperación, es reenviado al Separador Horizontal Trifásico de Baja Presión, 20-20-01-VA03, para su procesamiento. Mientras tanto, el gas es enviado hacia el Sistema de Compresión de Alta y Baja Presión, 23-20-01-XX02A, en conjunto con el gas de la Unidad Recuperadora de Vapor, 23-20-01-XX01A/B, para su acondicionamiento.

Los rectificadores contarán con medición y monitoreo de la presión a través del indicador de presión local, PI, manómetro, mientras que el monitoreo se realizará por medio de un

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

transmisor/indicador de presión, PIT, al cuarto de control (SDMC) instalados en el recipiente.

Como dispositivo de protección y seguridad, el rectificador de gas contará con válvula de seguridad que abrirán cuando la presión en el equipo rebase el punto de calibración de la misma enviando la descarga al sistema de desfogue para su disposición segura.

Además, a la descarga del rectificador se contará con un paquete de regulación de presión, PV, la cual opera mediante la señalización del controlador/indicador de presión, PIC, manteniendo la presión de operación en el rectificador y de la Unidad Recuperadora de Vapor, abriendo o cerrado la válvula de presión enviando el exceso al sistema de desfogue de baja presión para su disposición segura.

Por otro lado, los rectificadores contarán, únicamente, con medición local de la temperatura a través del indicador de temperatura, TI.

La medición local del nivel con respecto al líquido acumulado en los rectificadores, será con un indicador de nivel, LG. El control de nivel se realizará localmente a través de un controlador indicador de nivel, LIC, que mandará una señal neumática a la válvula de control LV, de cada uno de los rectificadores. En caso de acumulación de líquidos dentro de los rectificadores y llegar al nivel máximo, el controlador mandara una señal a la válvula para que esta abra, si el nivel baja al nivel mínimo la válvula cerrara.

Unidad Recuperadora de Vapor

Los vapores resultantes del Separador Horizontal Trifásico de Baja Presión. 20-20-01-VA03, son directamente enviados a la Unidad Recuperadora de Vapor, 23-20-01-XX01A/B, iniciando a través del Separador Vertical del sistema, la cual tiene como finalidad la de eliminar la mayor cantidad de condensados que se pudiesen formar durante el proceso de recuperación.

El vapor obtenido del separador vertical de vapor pasa a la succión del moto-compresor recíprocante, el cual comprime el vapor hasta la presión deseada; posteriormente ingresa al cabezal del aro enfriador para ser enfriada y canalizada hacia un tanque acumulador para lograr la recuperación de líquidos generados durante la etapa de compresión.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

A la salida de la recuperadora de vapor se tiene gas como producto principal, el cual será medido por el elemento de medición, FE, y enviado al sistema de compresión en conjunto con el gas del rectificador. Los líquidos obtenidos se enviarán al Separador de Desfogue de Baja Presión para su reintegración al proceso a través del Separador Trifásico de Baja Presión.

La Unidad recuperadora de Vapor será autoabastecido con gas de la corriente de proceso para su operación. Así mismo, el sistema contará con un debido sistema de seguridad en caso de sobrepresión en el sistema que permita el desalojo del exceso de presión hacia el sistema de desfogue para su disposición segura.

Sistema de Compresión de Alta y Baja Presión

El gas del Rectificador de Gas, 20-20-01-VA02, así como de la Unidad Recuperadora de Vapor, 23-20-01-XX01A/B, se colectan en el Cabezal General de Gas para su envío a la succión de las compresoras de alta y baja presión.

El sistema estará compuesto por un sistema de compresión de n-etapas, de acuerdo con el proveedor, de compresión el cual viene acoplado a un motor eléctrico que en conjunto sean capaces de comprimir el gas producido y de bombeo neumático, BN.

En la primera etapa de compresión, el gas llegará a un recipiente sujeto a presión, el cual estará operando a la presión del sistema en donde se llevará a cabo la separación de los líquidos, agua y condensados, presentes en el gas y descargarlos hacia el Separador de Desfogue de Alta Presión.

El separador cuenta con internos de alta eficiencia que garanticen arrastre de líquido en el gas menor de 0.8 gal de líquido por mmpcs de gas y retención de partícula con tamaño de 8 micras y mayores al 100% de eficiencia a las condiciones máximas, normales y mínimas de operación. El arreglo de los internos debe diseñarse considerando una sola descarga de líquidos.

El recipiente cuenta con conexiones para drenajes, controles visuales de nivel y dispositivos de seguridad para su adecuada operación.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

El gas seco pasa a la cámara de succión del compresor y mediante la entrega de trabajo desde el exterior se reduce el volumen de la cámara, por movimiento de una o más paredes de esta, extrayendo el gas a una mayor presión de operación.

Estos movimientos involucran grandes fuerzas de inercia, con aceleraciones y desaceleraciones fuertes en cada carrera.

El gas comprimido es enviado hacia el enfriador el cual disminuirá su temperatura de salida para que pueda volver a ser incorporado a la siguiente etapa de compresión, repitiéndose el ciclo nuevamente.

El sistema de compresión estará equipado con sistemas de paro automatizados que al detectar variación en las condiciones de operación del equipo envían una señal al anunciador para que actúe el paro del equipo y a su vez se active la válvula de seguridad que bloquea (cierra) la entrada de gas al equipo; los paros son los siguientes:

- Paro por alta vibración del motor.
- Paro por alta vibración del compresor.
- Paro por alta o baja presión de succión.
- Paro por alta o baja presión de descarga.
- Paro por baja presión de aceite motor.
- Paro por baja presión de aceite compresor.
- Paro por alta temperatura agua de motor.
- Paro por alta temperatura de aceite de motor.
- Paro por alta temperatura en válvulas de descarga.
- Paro por baja o altas RPM del motor.
- Paro por alto nivel de líquido en los separadores.
- Paro por no lubricación de cilindros de compresión.
- Paro por variación en la presión de manifold.
- Válvula de relevo en cada etapa de compresión.

A la descarga del gas para cada uno de los servicios, el sistema contará con paquete de regulación de presión, PC, que permitirá mantener la presión en el sistema a la condición de operación desfogando el gas de exceso hacia el quemador de alta presión para su disposición segura (Figura I.2-4).

Esquema de Proceso de compresores de gas asociado y bombeo neumático (secreto industrial). Información protegida conforme los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP

Figura I.2-4 Esquema de Proceso de compresores de gas asociado y bombeo neumático en el Complejo Santuario Noreste.

Materias primas, productos y subproductos

En resumen y habiendo analizado paso a paso el punto anterior, podemos listar las corrientes principales, así como las condiciones operativas que entran y salen en todo el proceso llevado a cabo en el Complejo Santuario Noreste. Lo esperado, es un crudo con especificación de 32° API (Tabla I.2-1 a Tabla I.2-3).

Tabla I.2-1 Condiciones de las corrientes de materias prima (alimentación).

Producto	Estado físico	Presión ⁽¹⁾ (kg/cm ² Man.) Max / Nor / Min	Temperatura ⁽¹⁾ (°C) Max / Nor / Min
Mezcla de pozos Campo Santuario Noreste ⁽¹⁾	Gas/Líquido	20.0 / - / 6.0	35 / - / 32
Aceite Bruto de Batería Santuario ⁽¹⁾	Líquido	12.0 / - / 6.0	35 / - / 32

(1) Las condiciones de operación serán validadas durante el desarrollo de la ingeniería, y de acuerdo con los resultados del análisis hidráulico integral del sistema (desde el cabezal de producción en la pera correspondiente hasta el punto de entrega final, TMDB y Compresoras Castarrical y distribución de gas de BN), que es alcance de este proyecto.

Tabla I.2-2 Capacidad de diseño en el manejo de Materias Prima, Productos y subproductos del Complejo Santuario Noreste.

Corriente	Unidad	Capacidad	Observaciones
Corriente de entrada			
Total de líquidos ⁽¹⁾	Bpd	55,000	Máximo de aceite: 35,000 ⁽²⁾ Máximo de agua producida: 35,000 ⁽²⁾
Total de gas	MMpcsd	46.5 ⁽²⁾	Gas asociado: 35.0 ⁽²⁾ Gas de BN: 11.5
Inyección de agua			
Tratamiento de agua congénita	bpd	35,000	
Sistema de agua fuente	bpd	65,000	
Capacidad de inyección	bpd	50,000	Aumentar hasta alcanzar 65,000 bpd. Diseñar el sistema, hidráulicamente, para 100,000 bpd
Almacenaje			
Crudo	bbl	70,000	2 x 35,000 bpd tanques para flexibilidad operacional y nominación de producción
Agua congénita	bbl	35,000	1 x tanque
Exportación			
Crudo	Bpd	35,000	
Gas	MMpcsd	35.0	

(1) En esta capacidad se incluye la producción de líquidos de Batería Santuario.

(2) No considerar márgenes de diseño para los equipos principales de proceso. Estos ya cuentan con los siguientes factores de servicio: 0.85 para el aceite y gas, y 0.72 para el agua.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 410001630.

Tabla I.2-3 Condiciones operativas de los productos y subproductos.

Producto	Estado físico	Presión (kg/cm ² man.) Máx / Nor / Mín	Temperatura (°C) Máx / Nor / Mín
Aceite a Planta Deshidratadora El Golpe ⁽¹⁾	Líquido	50.0 / - / 43.0	50 / - / 43
Gas a Compresores Castarrical ⁽¹⁾	Gas	45.0 / - / 42.0	- / 50 / -
Gas de BN ⁽¹⁾	Gas	86.0 / - / -	45 / - / -
Agua para inyección a Pozo Letrina ⁽¹⁾	Gas	109.0 / - / -	45 / - / -
Agua para inyección a pozo como recuperación secundaria ^(1,2)	Gas	170.3 / - / -	45 / - / -

(1) Las condiciones de operación serán validadas durante el desarrollo de la ingeniería, y de acuerdo con los resultados del análisis hidráulico integral del sistema (desde el cabezal de producción en la pera correspondiente hasta el punto de entrega final, TMDB y Compresoras Castarrical y distribución de gas de BN), que es alcance de este proyecto.

(2) Este alcance es a futuro.

Especificaciones de los productos.

- En la descarga de gas de los Separadores, se vigilará el cumplimiento de arrastres menores de 0.1 Galones de líquidos por MMpcc de gas y retención de partículas con tamaño de 10 micras y mayores, a las condiciones de operación máximas, normales y mínimas de la instalación.
- En la descarga de gas del Rectificador, también se vigilará que se cumpla arrastres menores de 0.1 Galones de líquido por MMpcc de gas y retención de partículas con tamaño de 8 micras y mayores, a las condiciones de operación máximas, normales y mínimas de la instalación.
- El arreglo de los internos de Rectificador de Gas deberá considerar una sola descarga de líquidos en el recipiente.
- Se realizará las pruebas láser para determinación del tamaño de partículas y pruebas de afluencia para la determinación de arrastre de masa, las cuales deberán cumplir satisfactoriamente para las condiciones de diseño y de operación del proceso, establecidos en la ingeniería básica y de detalle.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Gas combustible

El gas combustible se tomará del cabezal de descarga de gas producido, para lo cual se acondicionará a las condiciones de flujo de gas y presión para los servicios que así lo requieran, tales como la generación de energía eléctrica, gas a pilotos del quemador, gas de purga y la planta de tratamiento de agua producida (Tabla I.2-4).

Tabla I.2-4 Condiciones operativas del gas combustible (subproducto).

Características	Especificación
Presión de operación de cabezal de distribución, kg/cm ² man	5.0
Presión de operación del cabezal de gas combustible a turbinas, kg/cm ² man.	15.0
Punto de rocío del gas combustible, °C	30.0 @ 15.0 kg/cm ² man.
Capacidad, MMpcsd	10.0

Servicios auxiliares

a. Agentes químicos

El sistema de agentes químicos será por equipo paquete, el cual estará integrado por tanque de almacenamiento, bombas dosificadoras, tuberías, accesorios e instrumentación. Los agentes químicos a suministrar son: antiespumante, Inhibidor de corrosión (gas/líquido), desemulsificante e inhibidor de incrustación.

Así mismo, se considera los sistemas de agentes químicos requeridos para la Planta de Tratamiento de Agua Congénita, así como su dosificación y puntos de inyección (inhibidor de corrosión, biocida, inhibidor de incrustación y secuestrante de oxígeno).

b. Sistema de desfogue

La instalación estará diseñada para evitar el quemado continuo bajo condiciones de operación normal.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

El servicio de quemado estará cubierto por 2 sistemas de presión. El sistema de alta presión (HP) el cual dispondrá de los flujos de las PSV y de los paquetes de control de presión ajustados a una presión mayor a 10 kg/cm²g, entre los que se incluyen los compresores, AG / LG, y el separador de media presión; y el de baja presión en el cual los dispositivos de desfogue están ajustados por debajo de los 10 kg/cm²g entre los que se encuentran el separador de baja presión, la el sistema de deshidratación y desalado, el tanque de balance y las unidades de recuperación de vapor.

Los sistemas de quemado estarán compuestos de quemadores elevados de alta y baja presión, tanque separador de desfogue de alta y baja presión, cabezales de alta y baja presión, paneles de control y boquillas de quemado.

Así mismo, los vapores de los tanques de almacenamiento contarán con dispositivos propios de seguridad los cuales dispondrán de manera segura y eficiente de los mismos.

c. Aire de planta e instrumentos

La instalación contará con sistema de aire de planta e instrumentos los cuales tendrán la capacidad requerida para el consumo de la misma. Este sistema constará de compresores, secadora de aire y tanques acumuladores.

Además, contará con red de aire de planta e instrumentos y cabezales, para el suministro de este servicio a los equipos de proceso y servicios auxiliares que lo requieran.

d. Gas combustible

El gas combustible se tomará del cabezal de descarga de gas producido, para lo cual se acondicionará a las condiciones de flujo de gas y presión para los servicios que así lo requieran, tales como la generación de energía eléctrica, gas a pilotos del quemador, gas de purga y la planta de tratamiento de agua producida.

El sistema de gas combustible estará compuesto de tanque colector, así como de sistema de calentamiento el cual incrementará la temperatura de gas por arriba del punto de rocío.

El sistema de gas combustible estará compuesto de dos niveles de presión: de 15 kg/cm², principalmente para las turbinas de generación de energía y de 5 kg/cm² para su distribución como servicio auxiliar.

e. Energía eléctrica

La energía requerida por la instalación estará generada por las turbinas de gas que operarán con gas combustible. Los equipos de proceso principales de suministro de energía serán: los compresores de gas, AG/LG, motores de bombas de exportación, unidad recuperadora de vapor, bombas de agua de pozo profundo, bombas de inyección de agua y las peras de producción.

Un generador de energía base diésel, que incluye tanque de diésel, será instalado para arranque y paro seguro del equipo.

El consumo de energía estimada de la instalación es de aproximadamente 25,000 kW.

f. Drenaje aceitoso atmosférico

El sistema de drenaje aceitoso atmosférico estará diseñado de acuerdo con el número de equipos de proceso y servicios auxiliares, así como a las áreas donde se requiera; deberá tener la capacidad suficiente para desalojar el volumen total de los efluentes aportados provenientes de las purgas de los equipos de proceso y talleres.

g. Drenaje aceitoso cerrado

El sistema de drenaje aceitoso cerrado estará diseñado de acuerdo con el número de equipos de proceso y servicios auxiliares; estará conformado por red de distribución, cabezal general y tanque colector para su retorno al proceso.

El gas del tanque de drenaje estará conectado al sistema de desfogue de baja presión mientras que el crudo se bombea hacia el separador de baja presión para su retorno al proceso.

h. Drenaje pluvial

El drenaje estará diseñado para manejar los volúmenes máximos en las áreas de proceso y deberá contar con desarenadores, registros y todos los componentes que permitan su adecuada operación. Este sistema será completamente independiente de los drenajes aceitosos.

i. Drenaje sanitario

Para el drenaje sanitario, la instalación contará con Planta de Tratamiento para el drenaje sanitario que cumpla con la normatividad vigente evitando con ello la descarga al exterior.

j. Diesel combustible

Se contará con tanque de almacenamiento de Diesel Combustible, así como de sistema de bombeo para el suministro que así lo requieran. El Diesel será proporcionado por Petrofac.

k. Agua de servicios

El agua de servicios se suministrará de un pozo profundo que contará con equipo de bombeo y sistema de medición, localizado dentro de los límites del Complejo, y dará suministro al sistema de contra-incendio, así como a los servicios que lo requieran del Complejo Santuario Noreste.

El sistema de agua de contra-incendio deberá ser independiente del agua de servicios para lo cual se deberá realizar los estudios correspondientes y el diseño adecuado del servicio.

Para el agua de servicio para uso humano está se tomará del tanque de almacenamiento, previo a su distribución, y será tratada para garantizar el cumplimiento con la NOM-127-SSA-1994, el agua tratada se distribuirá utilizando las bombas hacia los tanques de agua de los edificios que lo requieren.

I. Agua de contra-incendio

El Complejo Santuario Noreste contará con el servicio de agua contra-incendio. El alcance del sistema considerará la captación, acondicionamiento, almacenamiento, equipos de bombeo y red de agua contra-incendio.

Este sistema deberá tener la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos que demandará las instalaciones que conforman el Complejo Santuario de acuerdo con el desarrollo de la ingeniería básica y considerando el consumo necesario para áreas futuras.

El sistema será diseñado, fabricado, instalado y probado de acuerdo con los códigos, normas y estándares correspondientes.

Área de Asignación El Golpe

- **Batería de Separación El Golpe II**

La Producción de los pozos del campo El Golpe: 28-T, 3-C, 9-D, 35, 3 y 405 es transportada por líneas de descarga de 3"Ø independientes los cuales se recolectan en un cabezal de Grupo de 8"Ø para después transportarse por una línea de 8"Ø hacia Planta Deshidratadora El Golpe. Esta corriente se incorpora al cabezal al cabezal general de 8"Ø de llegada de pozos de la Batería de Separación El Golpe II.

Esta materia prima pasa por separadores y rectificadores, para tenerse como productos Gas y Líquido. El Gas se envía la Estación de Compresión El Golpe y el Líquido a la Planta Deshidratadora El Golpe.

- **Estación de Compresión El Golpe**

La ECGOL tiene como objeto elevar la presión y temperatura del gas. Después de cada una de las 3 etapas de compresión el gas pasa por una etapa de enfriamiento y al terminar la tercera etapa el gas se distribuye en dos líneas de Gas que van hacia la red de Bombeo Neumático del campo El Golpe para ser inyectados a los pozos por la TR y así aligerar la columna hidrostática para permitir el flujo de hidrocarburo a superficie para posteriormente procesarlo en la Batería de Separación El Golpe II. Los líquidos derivados de las diferentes etapas de separación son enviados a la Batería de

Separación El Golpe II, para ser procesados y enviados a Planta Deshidratadora El Golpe.

El Gas comprimido después de la 3ra etapa de compresión es enviado a la red de B.N. del campo El Golpe y el Excedente a la Estación de Compresión Castarrical.

- **Planta Deshidratadora El Golpe**

Debido al desarrollo de las instalaciones de producción en Área Santuario Noreste, las cuales se realizará en dos etapas, estas impactan la filosofía de operación en la Planta Deshidratadora El Golpe. En la primera etapa de incremento de la capacidad de las instalaciones de producción temprana (IPT), se deberá realizar modificaciones en la Planta Deshidratadora El Golpe para manejar la capacidad adicional. Para la segunda etapa donde se reemplazará las instalaciones de producción temprana por instalaciones permanentes con mayor capacidad de procesamiento, nuevo Complejo Santuario Noreste, no se requiere modificaciones en la Planta deshidratadora El Golpe.

Primera Etapa - Aumento de capacidad de las instalaciones de producción temprana a 12.0 Mbpd

Cabezal de recibo general

El proceso inicia con el recibo de una mezcla crudo/agua proveniente de las Baterías de Separación Tupilco, Santuario, Santuario Bloque Noreste y El Golpe II, estas corrientes arriban a la zona conocida como el cabezal general de recibo de 8"Ø.

En cada corriente de llegada, la mezcla cruda/agua viene estabilizada, la presión de llegada está en función de los equipos de bombeo de cada batería de separación y se mantiene en un promedio de 2.9 kg/cm²; cada corriente tiene un manejo independiente y su llegada a la planta deshidratadora es intermitente, lo que ocasiona cambios en el flujo total de entrada, el promedio de flujo es de aproximadamente 15.5 mbpd.

Posteriormente, la mezcla que viene del cabezal llega a una interconexión en donde se incorporan dos corrientes del interior del proceso, la primera es el crudo bombeado desde el cárcamo de aceite recuperado, la cual llega en una línea de 3"Ø, la otra línea es un ducto del mismo diámetro y proviene de las líneas de drenado de agua de la vasija electrostática

y tanque de balance. La mezcla que integra a las tres corrientes se envía hacia el tanque deshidratador Gun Barrel.

Deshidratado de crudo ligero

La mezcla recolectada es enviada al Tanque Deshidratador (TD) Gun Barrel de 20,000 b, por medio de un ducto de 8"Ø, pasando antes por un dispositivo flume que tiene como finalidad controlar la presión y velocidad a la entrada del producto al tanque, atrapar burbujas de gas y reducir la turbulencia a la entrada. El flume logra separar el gas hacia la válvula de compuerta de 3"Ø ubicada en el domo del tanque y la mezcla de agua y crudo o emulsión, se dirige hacia una válvula de 12"Ø localizada al pie del tanque pasando hasta un distribuidor.

Es importante resaltar que este tipo de tanque contiene un volumen de agua en su interior conocido como "colchón de agua" que se debe de tener las siguientes condiciones de operación (Tabla I.2-5):

Tabla I.2-5 Nivel de colchón de agua en el Tanque Deshidratador (TD).

Identificación	Nivel de colchón de agua (m)		
	Mínimo permitido	Normal	Máximo permitido
TD 20 mb	5.0	5.10 – 6.80	7.5

La mezcla que sale por medio de diversos orificios ingresa al nivel del colchón de agua y empieza su ascenso por flotación (diferencia de densidad) a través del mismo, de tal manera que el agua asociada se retiene en la fase acuosa y el crudo sigue en ascenso para integrarse a la sección de derrame.

La descarga de crudo del tanque Deshidratador Gun Barrel se lleva a cabo por derrame en la parte superior a través de 8 tomas equidistantes de 6"Ø situadas alrededor del tanque, cada una tiene una cámara de venteo de gas. Cuando el nivel del crudo alcanza esta toma, se derrama a unos colectores que se conectan a un anillo de 16"Ø que rodea al tanque deshidratador. Finalmente, el crudo de dicho anillo descarga al ducto de 16" Ø con un corte de agua máximo de 1% y una temperatura promedio de 32,5 °C para su posterior almacenamiento. Por la parte inferior se descarga el agua separada hacia un ducto que la transportará al paquete de tratamiento de agua.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

El Tanque Deshidratador “Gun Barrel” cuenta en la cúpula fija con una válvula de presión-vacío como dispositivo de seguridad. El tanque de 20 mbpd de capacidad opera normalmente con las siguientes condiciones de operación segura (Tabla I.2-6):

Tabla I.2-6 Nivel de aceite en el Tanque Deshidratador (TD).

Identificación	Nivel de aceite (m)		
	Mínimo hacia derrame	Normal	Máximo permitido
TD 20 mb	20.45	10.50 – 11.20	11.50

Almacenamiento

El crudo deshidratado que sale del tanque Gun Barrel se distribuye hacia los dos tanques de almacenamiento (TV-1 y TV-2) con capacidad nominal de 500 b cada uno, los cuales están dotados de un sistema de protección contra descargas eléctricas e instrumentos como indicadores y transmisores de nivel (Tabla I.2-7).

Tabla I.2-7 Nivel de aceite en el TV-1/2.

Identificación	Nivel de aceite (m)		
	Mínimo	Normal	Máximo permitido
TV-1/2, 500 b	2.20	2.30 – 4.70	4.80

A la llegada, existe una válvula general y posteriormente se divide en dos líneas con sus respectivas válvulas de compuerta, para entrar por la parte inferior de cada tanque y la salida se encuentra también a la misma altura con sus respectivas válvulas de 8” Ø, para integrarse de nuevo en una sola corriente que se envía al cabezal de succión de las bombas de trasiego MB-1 y MB-2.

Las válvulas de salida de 8” Ø, deben permanecer 100% abiertas, por lo que el nivel de los tanques se controla con la apertura o cierre de las recirculaciones de las motobombas. El máximo nivel de los tanques se fija al 80% y como mínimo al 40%.

Motobombas de Trasiego de Crudo

Ubicadas en el cobertizo de bombas, se encuentran dos bombas con capacidad de 8,700 BPD cada una, se mantienen en operación el número de bombas necesarias para

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

manejar el flujo, según lo demande el proceso; el flujo puede controlarse mediante la apertura de la recirculación de acuerdo con las necesidades operativas. Para monitoreo y protección del sistema de bombeo se cuenta con indicadores de presión en la succión y descarga de cada bomba.

Estas bombas por su ubicación e interconexiones presentan flexibilidades que hacen posible que operen con versatilidad; a continuación, se describen las formas de operar.

Operación tipo 1: Dedicadas al trasiego de crudo de los tanques de almacenamiento al calentador a fuego indirecto UNIFLUX a una presión de 7 kg/cm².

Operación tipo 2: Bombeo el hidrocarburo de la misma manera que tipo 1 pero las condiciones de operación son favorables para enviar el hidrocarburo hasta Terminal Marítima Dos Bocas, el flujo en este tipo está limitado a 11,500 bpd y una presión de 18 kg/cm² (Tabla I.2-8).

Tabla I.2-8 Presión del oleoducto hacia TMDB.

Identificación	Presión de oleoducto hacia TMDB (kg/cm ²)		
	Mínimo permitido	Normal	Máximo permitido
8"Ø	5.0 – 6.0	12.0 – 16.0	18.0

Deshidratado parcial: el crudo únicamente se deshidrata en el tanque Gun Barrel sin pasar a la segunda etapa de calentamiento y desalado, se pueden dar dos variantes de operación:

- El crudo proveniente de almacenamiento se trasiega hacia el tanque de balance mediante una línea que sale del cabezal de descarga y que en operación normal está bloqueada por una válvula de compuerta para entrar a la succión de bombas principales.
- El crudo proveniente de almacenamiento TV-1 y TV-2 se succiona y descarga mediante interconexión a cabezal de descarga a Dos Bocas.

Drenado de tanque deshidratador Gun Barrel: mediante la apertura de válvula en derivación del ducto de descarga de agua congénita también se puede recibir el crudo proveniente del drenado del tanque siguiendo una trayectoria a la descarga de bombas similar al caso descrito en el párrafo anterior.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Envío de crudo a Terminal Marítima Dos Bocas (TMDB): el cabezal de descarga de las bombas de trasiego tiene una interconexión hacia el cabezal de succión de las motobombas de envío de crudo a Dos Bocas, a través del By Pass a cabezal de descarga se puede enviar el crudo a TMDB.

Se tiene Instalada una bomba centrífuga con motor eléctrico con capacidad de 22,000 BPD y en el año 2016 se instaló una bomba quintuplex con motor de combustión interna de gas como combustible con una capacidad de 14,000 bpd, la cual operará como relevo de la MBE-1.

Calentamiento

El sistema de calentamiento consiste en un calentador a fuego indirecto UNIFLUX con su tablero de control para monitoreo de la operación del equipo, el cual es alimentado por gas combustible suministrado por la Estación de Compresión el Golpe. En esta etapa de calentamiento se reciben aproximadamente 15 mbd de mezcla crudo/agua con un corte de agua máximo de 1% a una presión de 7 kg/cm² y una temperatura de 32 °C bajo condiciones normales que pasa por un serpentín helicoidal. A contracorriente entra en contacto con los gases de combustión más aire caliente, y por convección transfiere la carga térmica necesaria, para que el crudo salga a una temperatura de 59 °C con una caída de presión máxima de 0.2 kg/cm² (Tabla I.2-9 a Tabla I.2-11).

Tabla I.2-9 Barriles de crudo recibido en el calentador.

Identificación	Calentador (b)		
	Mínimo permitido	Normal	Máximo permitido
Uniflux	9,500	12,000	15,000

Tabla I.2-10 Temperatura del crudo recibido en el calentador.

Identificación	Calentador (°C)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Uniflux	59	60 – 66	70

Teniendo los siguientes puntos de ajuste de protección para dejar fuera de operación el calentador:

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2-11 Puntos de ajuste del calentador.

No. Código de protección	Valor de disparos. Descripción	Valor
23	Alta temperatura de proceso	70°C
24 – 25	Bajo flujo de proceso	≤ 104 gpm (3565.71 bpd)
30	Baja presión de gas combustible	3 psig
31	Baja presión de aire de instrumentos	60 psig
32	Alta temperatura en chimenea	621°C
33	Baja presión de aire de combustión (soplador)	14"wc

El calentador está provisto de la suficiente flexibilidad y tolera bien los cambios en la carga a la entrada de crudo, variando la cantidad de gas quemado e incluso puede entrar en modo de espera en caso de alguna falla o paro del sistema; puede mantener recirculando el crudo en el serpentín y en caso de falla de energía eléctrica y/o de aire de instrumentos, el sistema de calentamiento puede efectuar un paro de emergencia. Posterior al calentamiento, el crudo se envía hacia la vasija electrostática mediante un ducto de 8"Ø provisto de aislante térmico.

Deshidratado y desalado

La Planta cuenta con una Vasija Electroestática con capacidad nominal para 16.5 mbpd, la cual opera con una presión de entrada de 6 kg/cm². El crudo caliente es alimentado por la parte inferior de la vasija a una temperatura de 60°C, proveniente de la etapa de calentamiento, esto con la finalidad de disminuir la viscosidad del aceite e incrementar la velocidad descendente de la gota de agua y aceite; se distribuye en el interior para llevar a cabo el proceso de separación y deshidratación electrostática, que consiste en aprovechar la naturaleza polar de la molécula de agua y mediante campos electromagnéticos generados con electrodos conectados a un transformador de alto voltaje acelerar el efecto de asentamiento de sus partículas para efectuar la separación del crudo. Una vez efectuada esta operación el crudo deshidratado y desalado sale por la parte superior.

La Vasija Electroestática cuenta con dos conexiones de 4"Ø en la parte inferior: la primera tiene la función de inyectar agua de lavado a la vasija en los casos que el agua en el interior ya no tenga capacidad de dilución, la segunda conexión funciona para drenar el agua de la

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

vasija hacia la interconexión de envío al tanque Gun Barrel o en caso de libranza drenar el crudo de la vasija hacia el mismo tanque, en esta salida se tiene el control de nivel a través de la apertura de la válvula de control que recibe la señal de nivel de un transmisor de nivel ubicado en la parte superior del recipiente.

Por la parte superior se tiene una conexión de entrada de gas combustible de 1"Ø a una presión de 4 kg/cm². También en la parte superior se tiene la descarga de gas de 4"Ø por la cual sale el gas combustible y los gases que pudieran haberse liberado por efecto del calentamiento de crudo, esta salida está regulada para evitar represionamientos.

Por un costado de la vasija, existe una conexión para monitorear el nivel de agua y tomar muestras para el laboratorio.

El agua recuperada de esta etapa se reincorpora al proceso reenviándose ya sea al tanque deshidratador o a la presa de recuperación de agua del sistema de tratamiento, en cuanto al crudo, este se envía con un 0.3 % de agua al tanque de balance. Adicionalmente la vasija cuenta con válvulas para muestreo a la entrada y salida, con su respectivo drenaje de crudo.

Tanque de balance

Para este proceso se cuenta con un tanque de balance horizontal de 2,579 mm X 10,211 mm, con una capacidad nominal de 55.7 m³, que se mantiene presurizado con gas combustible que se alimenta por la parte superior mediante un ducto de 1"Ø hasta un valor de operación de 6 kg/cm². El recipiente recibe crudo proveniente de la vasija electrostática y luego de que el hidrocarburo permanece en este tanque es descargado por medio de un ducto de 12"Ø hacia el bombeo de crudo hacia Terminal Marítima Dos Bocas.

Este equipo ofrece la flexibilidad de recibir crudo directamente de los tanques de almacenamiento sin pasar por ningún tratamiento previo y es capaz de eliminar el agua remanente que llevaría la corriente cuando se bombea crudo deshidratado de los tanques de almacenamiento directamente hacia Dos Bocas.

Este tanque está provisto de una pierna para separación de agua, en la cual presenta dos líneas de salida, la primera cumple la función de drenado de agua y la segunda salida permite la descarga de mezcla, en caso de que el contenido exceda 75% de llenado activando el sistema de control de nivel. Ambas corrientes se dirigen al cárcamo aceitoso.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Por la parte superior se tiene la salida de gas por una línea de 4" Ø la cual se conecta a un paquete de regulación de presión para pasar al cabezal de desfogue. La presión de disparo de la válvula de seguridad de este equipo es de 6,5 kg/cm².

Bombeo de crudo

El equipo dedicado al bombeo consiste en una motobomba con motor eléctrico de 100 H.P. y capacidad de 22 mbpd que se alimenta de crudo deshidratado del cabezal de succión de 12"Ø y descarga el fluido a una presión de 10 kg/cm² por medio de un cabezal de descarga de 8"Ø. En el trayecto de salida la mezcla pasa por un sistema de medición donde se inyecta químico desemulsificante y a la entrada del oleoducto de 10"Ø con destino a la Terminal Marítima Dos Bocas se inyecta el inhibidor de corrosión. Cabe destacar que el crudo atraviesa un par de filtros de 12"Ø antes de pasar al cabezal de succión que tiene la finalidad de proteger la motobomba de partículas sólidas o cuerpos extraños presentes en el fluido.

En caso de libranza del equipo antes mencionado las 2 bombas de trasiego de 50 H.P. y 8.7 mbpd de capacidad cada una, utilizadas en otro paso de la operación también pueden bombear crudo hacia la Terminal Marítima Dos-Bocas. En el año 2016 se instaló una Bomba Quintuplex de relevo con motor de combustión interna con una capacidad de 14 mbpd (Tabla I.2-12).

Tabla I.2-12 Capacidad de bombeo.

Identificación	Capacidad de bombeo (bpd)		
	Mínimo permitido	Normal	Máximo permitido
MBE -1	5,500	6,800	8,640
MBE -2	5,500	6,800	8,640
MB - 3	7,000	13,000	22,000
MBCI-1	7,000	6,000	14,500

Desfogue de gas

Las descargas de válvulas de seguridad de los recipientes a presión (Vasija Electrostática y Tanque de Balance) se conectan a una línea de desfogue en común que a su vez pasa a

un recuperador de líquidos, cuya finalidad es recuperar los líquidos que pudieran ser arrastrados o descargados por los dispositivos de seguridad de los recipientes para posteriormente integrarse al sistema de desfogue del complejo El Golpe (Batería de Separación, Compresoras y Planta Deshidratadora).

Manejo de agua congénita

La Planta de tratamiento de agua recibe lotes de agua que están en función del control de nivel del tanque Gun Barrel. Cuando se llega al nivel de 7 m de agua, se abre la válvula de drenado de agua y se inicia el tratamiento de la misma, hasta que se alcanza el nivel de 6 m de agua en la interface del tanque.

El paquete de tratamiento de agua congénita está conformado por dos etapas de filtrado en las cuales primeramente se hace la separación de crudo y partículas sólidas, posteriormente pasa a la segunda etapa en la cual, mediante un retrolavado con agua de servicio, se separan trazas de crudo y partículas finas. La capacidad instalada de la planta de tratamiento de aguas congénitas es de 10,000 bpd, pero está restringida por la capacidad de las bombas de inyección a los pozos a 7,500 bpd (Tabla I.2-13).

El crudo se envía a la presa API para su recuperación y el agua se envía a unas celdas de almacenamiento, en el trayecto a las celdas se inyectan químicos como bactericida, inhibidor de incrustación y de corrosión, para completar su tratamiento.

El agua tratada se envía al sistema de inyección, el cual consiste de dos bombas de desplazamiento positivo, así se provee de la energía suficiente al fluido para enviarse a dos pozos de inyección para su disposición final, en la descarga de las bombas se tiene un punto de inyección de químico secuestrante de oxígeno para evitar la proliferación de bacterias aerobias.

Las bombas de inyección se accionan con un motor de combustión interna, están equipadas con válvulas de seguridad para evitar represionamiento de la línea de transporte, además de una recirculación de la descarga hacia las celdas de almacenamiento.

Tabla I.2-13 Planta de tratamiento de agua congénita.

Identificación	Planta de tratamiento de agua congénita (b)		
	Volumen mínimo	Normal	Volumen máximo
PTAC	3,000	4,300	7,500

El agua se envía a través de un salinoducto de aproximadamente 2 km x 4" Ø hasta los pozos El Golpe 28-D y 29-D, para efectuar la inyección a una presión de 110 kg/cm² (Figura I.2-5).

**Proceso de la Planta Deshidratadora (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113 fracción
II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-5 Esquema de Proceso de la Planta Deshidratadora El Golpe.

Segunda Etapa – Nuevo Complejo Santuario Noreste

Debido al desarrollo del Complejo Santuario Noreste, los líquidos de Batería Santuario y los líquidos del Campo Santuario Noreste serán procesados en esta misma instalación. Por tal razón, esta planta solo recibirá los líquidos provenientes de la Batería de Separación El Golpe II y de Tupilco (producción de otra área contractual), que se medirán en patines de medición independientes. Esta mezcla de líquido se deshidratará por gravedad en el Tanque Deshidratador Atmosférico existente; la corriente de líquidos parcialmente

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

deshidratada se enviará a los tanques de almacenamiento existentes de donde las bombas de trasiego, existentes y nuevas, succionarán y descargarán al calentador de crudo para darle las condiciones adecuadas para su proceso de desalado en la nueva vasija electrostática. Previo a su bombeo final, el crudo deshidratado y en especificación se enviará al Tanque de Balance existente del cual succionarán las bombas de exportación (existente y nueva). El crudo en especificación se medirá y enviará a la Terminal Marítima Dos Bocas a través del oleoducto existente.

El aceite deshidratado se enviará hacia la Terminal Marítima Dos Bocas (TMDB), normalmente con la presión del sistema; sin embargo, si por requerimientos de operación en la TMDB se requiere mayor presión de entrega, el envío se realiza operando las bombas de exportación.

El aceite deshidratado y desalado del Complejo Santuario Noreste con un flujo de 35,000 bpd, una presión de 50 kg/cm² y 50 °C de temperatura, se transportará a través del Oleoducto de 8"Ø x 8.5 km de Complejo Santuario Noreste – Planta Deshidratadora El Golpe, interconectándose a la línea de salida de la deshidratadora El Golpe. La corriente de aceite del Complejo Santuario Noreste se unirá a la corriente procesada en la Planta Deshidratadora El Golpe (Batería Golpe II y Batería Tupilco) antes del medidor de transferencia de custodia, para que sean medidos y enviados a la Terminal Marítima Dos Bocas. El agua del proceso de deshidratación, así como la que resulta del proceso de desalado, será enviada a la Planta de Tratamiento de Agua nueva, en donde se acondicionará para su inyección a pozo letrina. En caso de que la presión de operación de la Planta Deshidratadora El Golpe salga de los parámetros normales se contará con el sistema de desfogue existente y común a todas las plantas en el Complejo El Golpe, el cual será evaluado de forma de asegurar una respuesta adecuada en caso de ser requerido (Figura I.2-6).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

**Proceso de la Planta Deshidratadora (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113 fracción II
de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-6 Esquema de Proceso de la Planta Deshidratadora El Golpe modificada.

**2) OBRA TIPO PARA: INGENIERÍA PARA MODIFICACIONES PARA
INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE LA BATERÍA EPT (EARLY PRODUCTION
TEAM/INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN TEMPRANO) SANTUARIO NORESTE
DE 6,000 BPD A 12,000 BPD**

Los sistemas que integran la operación de la Batería de Separación Santuario Bloque Noreste son los siguientes:

- Recibo y Separación.
- Almacenamiento de líquidos.
- Envío de aceite y gas.
- Adquisición de datos Servicios auxiliares.

La mezcla de hidrocarburos de los pozos del campo Santuario Noreste será procesada en las instalaciones de producción temprana (instalación arrendada). Dicha producción provendrá de los pozos de las Macroperas existentes Santuario 401 (Pozos 401, 402 y 403) y Santuario 601 (Pozo 601), a la cual se incorporará la producción proveniente de los pozos de la nueva Macropera Santuario 502. El fluido multifásico proveniente de estos pozos se enviará hacia el Separador Horizontal FA-100, quedando en esta misma línea

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

los puntos de inyección de químicos, con la instrumentación y facilidades necesarias para que la operación de estos equipos sea segura. En estos puntos se tiene considerado inyectar desemulsificantes y dispersante de parafina.

El cabezal de entrada cuenta con una válvula de corte SDV de emergencia (propiedad de Petrofac) asociada a un actuador hidráulico que actúa por alta y baja presión y su acción es cerrar dicha válvula.

Recibo y separación

El proceso de separación del crudo se lleva a cabo en dos etapas y una etapa de rectificación de gas: En la primera etapa se utiliza el Separador Horizontal Trifásico de Alta Presión, FA-100, el cual separa las fases gas-líquido de la corriente entrante; la segunda etapa se lleva a cabo con el separador bifásico FA-102 el cual eliminará el gas remanente de los líquidos. En la etapa de rectificación de gas se removerán las partículas de aceite suspendidas en el gas, esto para darle una mayor eficiencia al proceso de separación:

Primera etapa: Esta etapa se lleva a cabo en el Separador Trifásico Horizontal de Producción, de Alta Presión, FA-100. En este equipo se retira la mayor parte del gas y fase líquida (agua y aceite).

El separador FA-100 tiene una capacidad para tratar-procesar un total de 6,000 bpd; 5.0 MMpcsd de gas. El separador estará operando a una presión esperada de 14 kg/cm² en un rango de temperatura de trabajo igual a -28.8 a 93.3 °C

El separador de primera etapa operará con un nivel máximo del 50% lo que equivale a 533 milímetros. El equipo cuenta con dos válvulas de relevo de presión (PSV-001 / 002) las cuales están configuradas para activarse a una presión mayor que la máxima esperada de la operación, a continuación, se enumeran dichos dispositivos:

- PSV 001 @ 29 kg/cm²
- PSV 002 @ 27.5 kg/cm²

Para el control del separador el equipo cuenta con un transmisor de presión PIT 001 a la entrada y un respaldo PIT 002 en el cuerpo del separador. Estos cuentan con una señal de alarma por baja presión a 9 kg/cm² y por alta presión a 25 kg/cm² para la entrada y 25

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

kg/cm² para el PIT 002. Cuando esta señal se activa el operador deberá verificar el correcto funcionamiento de la PCV 003 ubicada en el equipo FA 101 para que en caso de represionamiento se desfogue el sistema de alta presión al gasoducto y evitar bloqueos. En cada caso, la presión siga incrementando el operador deberá proceder a abrir manualmente la PCV 003.

Para el control de nivel se habilitará solo la LCV 001 controlada por el LC-002. Para hacer monitoreo de nivel se cuenta con alarmas (LAL-001 y LAH-001) por alto nivel a 586 mm y por bajo nivel a 426 mm. Para el monitoreo constante se cuenta también con visores de nivel (SG-001/002) que sirven de referencia para el operador. En caso de una alarma por alto nivel, se puede habilitar el control del equipo por la línea de agua que por tratarse de operación bifásica estará normalmente cerrada. En caso de una pérdida de nivel se operará de modo manual con las válvulas ubicadas aguas abajo de la LCV esto con el fin de evitar paso de gas por la corriente de líquido mientras se determina la causa de la falla y/o si se requiere un paro de la batería de separación o se puede operar el separador de modo manual, puede ser tanto por la línea de aceite como por la línea de agua.

Para monitoreo de variables, el separador FA-100 cuenta también con los transmisores con (TIT-001) el cual a su vez cuentan con alarmas de alta (TAH-001) y baja temperatura (TAL-001) ajustadas a 56°C y 25°C. La línea de gas cuenta con un medidor de flujo (FE-001) tipo placa de orificio, este medidor no estará habilitado para realizar el cálculo de flujo de gas, sin embargo, se utilizará como un rectificador de arrastre de líquido, utilizando dos trampas de líquido que se revisarán rutinariamente para evaluar el arrastre de líquidos por la línea de gas y tomar acciones preventivas. La línea de descarga de líquido cuenta con el medidor de flujo de turbina FIT-002 el cual tiene comunicación con la DAQ y tiene alarmas configuradas en 2,000 bpd /FAL-002) por bajo flujo y a 7,000 bpd (FAH-002) por alto flujo. Estas alarmas pueden dar referencia sobre falla de la controladora de nivel, además se estará monitoreando en todo momento la calidad del fluido mediante análisis químico-físicos (Tabla I.2-14).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.2-14 Calibración de alarmas en FA-100.

Presión Mínima De Operación (kg/cm ²)	Presión Óptima De Operación (kg/cm ²)	Presión Máxima De Operación (kg/cm ²)
9	De 12 a 17	25
Nivel mínimo (mm)	Nivel óptimo (mm)	Nivel máximo (mm)
426	533	586

Segunda etapa: El líquido que sale del Separador Trifásico Horizontal de Producción de Alta Presión, FA-100, se envía al Separador Bifásico de Baja Presión, FA-102, este separador se encarga de remover casi en su totalidad el gas remanente de la fase líquida para no tener liberación de vapores en los Tanques de Almacenamiento, este equipo operará normalmente a 1.8 kg/cm² de presión, de aquí saldrán dos corrientes, una de gas y la otra de líquidos, esta última se transportará hacia los Tanques de Almacenamiento. En cuanto a la corriente de gas remanente se enviará a la Unidad Recuperadora de Vapor (URV) la cual enviará el gas proveniente del Separador Bifásico hacia la línea de inyección al rectificador de gas, el cual estará a una presión de 14 kg/cm² (presión esperada).

Al igual que en el caso del Separador de Primera Etapa, FA-100, para el de segunda etapa, FA-102, se operará con un nivel máximo del 50% equivalente a 1,280 milímetros. El Separador Bifásico contiene 2 actuadores neumáticos de Alto (LSH 001) y Bajo (LSL 001) nivel, los cuales avisarán cuando el separador esté operando a un Alto (LAH 002) y Bajo nivel (LAL 002). Las alarmas están calibradas de la siguiente manera:

- Por alto nivel LAH 002 @ 2,785 milímetros.
- Por bajo nivel LAL 002 @ 711 milímetros.

El equipo cuenta con dos válvulas de relevo de presión las cuales están configuradas para activarse a una presión mayor que la máxima esperada de la operación:

- PSV 003 @ 4 kg/cm².
- PSV 004 @ 5 kg/cm².

Para el control del separador, el equipo cuenta con un Transmisor de Presión, PIT 003, en la descarga de gas y un Indicador de Presión, PI 004, en el cuerpo del separador. El Transmisor de Presión, PIT 003, cuenta con una señal de alarma por baja presión (PAL-003) a 0.5 kg/cm² y por alta presión (PAH-003) a 2.5 kg/cm². Cuando esta señal se activa el operador deberá revisar que la URV esté prendida y en perfecto funcionamiento, de no estar en funcionamiento, la PCV-001 se activará automáticamente para desfogar el sistema a quemador. El ajuste de esta válvula se plantea con un set de 3 kg/cm²; este punto se debe validar al iniciar la operación con las condiciones de proceso. En dado caso que la presión del separador siga incrementando, el operador deberá verificar las válvulas manuales aguas debajo de la PCV y el correcto funcionamiento de las mismas.

Para el control de nivel se habilitará la LCV-004 controlada por el controlador de nivel, LC-003. Para hacer monitoreo de nivel se cuenta con alarmas LAL-002 y LAH-002 por alto nivel a 2,785 mm y por bajo nivel a 711 mm. Para el monitoreo constante se cuenta también con visores de nivel (SG 004/005/009) que sirven de referencia para el operador. En caso de una alarma por alto nivel de líquido se puede habilitar el bypass de la LCV. En caso de una pérdida de nivel se operará de modo manual con las válvulas ubicadas aguas abajo de la LCV-004 esto con el fin de evitar paso de gas al sistema de almacenamiento mientras se determina la causa de la falla y/o si se requiere un paro de separación o se puede operar el separador de modo manual.

Para monitoreo de variables, el Rectificador Vertical de Gas, FA-101, cuenta también con un transmisor de temperatura (TIT-003) y con alarmas de alta (TAH-003) y baja temperatura (TAL-003), 55°C y 25°C, respectivamente.

La línea de descarga de líquido cuenta con el medidor de flujo de turbina, FIT-004, el cual tiene comunicación con la DAQ y tiene alarmas configuradas en 2,000 bpd por bajo flujo (FAL-004) y a 7,000 bpd por alto flujo (FAH-004). Estas alarmas pueden dar referencia sobre falla de la controladora de nivel LCV-004 y estarán ajustadas a las condiciones manifestadas en la Tabla I.2-15.

Tabla I.2-15 Calibración de alarmas en FA-101.

Presión mínima de operación (kg/cm ²)	Presión óptima de operación (kg/cm ²)	Presión máxima de operación (kg/cm ²)
0.5	De 1 a 1.8	2.5
Nivel mínimo (mm)	Nivel óptimo (mm)	Nivel máximo (mm)
711	2,153	2,785

Unidad Recuperadora de Vapor (URV)

Se recibe el gas desde el Separador Bifásico Vertical, FA-102, a baja presión (0.98 kg/cm²). Los posibles líquidos contenidos en la corriente se remueven, se comprime el gas y se envía al Rectificador Vertical de Gas, FA-101, a mayor presión. Se tiene la opción de medir su flujo (la medición completa del gas será en el rectificado de gas), los líquidos recuperados (condensados) en la URV serán enviados a los tanques de almacenamiento de crudo.

El sistema de compresión está conformado por dos separadores, los cuales están interconectados en la parte inferior por una línea de 2" con una válvula anti retorno, el segundo separador esta seccionado en la parte media para separar y desalojar los líquidos arrastrados en la corriente de gas. Un motocompresor Gas Jack, Unidad MP tipo reciprocantes de 50 HP, que consiste en un motor Ford 460 CDI V-8 de 7.5 litros, el cual se modificó para que 4 cilindros realicen la combustión y suministren la potencia requerida y los otros 4 cilindros sirvan para comprimir el gas, un tanque de gas de instrumentos y Aero enfriador.

Cada equipo cuenta con cinco válvulas de relevo de presión las cuales están configuradas a las siguientes presiones:

- PSV 009 y PSV 014 @ 4 kg/cm² ubicadas en el primer separador en la parte superior de cada URV.
- PSV 10 y PSV 015 @ 4 kg/cm² ubicadas en el segundo separador en la parte superior de cada URV.
- PSV 011 y PSV 016 @ 4 kg/cm² ubicadas en el segundo separador en la parte inferior de cada URV.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

- PSV 012 y PSV 017 @ 6.5 kg/cm² ubicadas en la parte superior del tanque de gas de instrumentos de cada URV.
- PSV 013 y PSV 018 @ 27.5 kg/cm² ubicadas en la salida de la corriente de gas comprimido, antes del enfriador de cada URV.

El proceso comienza conectando las unidades de compresión URV-100A y URV-100B al Separador Bifásico Vertical, FA-102, por medio de un cabezal de distribución, el cual nos permitirá enviar el gas proveniente del Separador Bifásico, FA-102, a una o a las dos unidades de compresión, el flujo ingresa al primer separador a una presión normal de 1.8 kg/cm², la cual será regulada por la PCV-005 y/o PCV-012, si se requiriera la PCV-005 y PCV-012 se pueden ajustar para que regulen a una mayor o menor presión, en el primer recipiente se recolectan los posibles líquidos arrastrados que pueda contener la corriente de gas. Los líquidos recuperados en el primer separador pasan al segundo separador por medio de una válvula anti-retorno que está conectada entre el primero y segundo separador en su parte inferior, mientras que el gas sale por el domo del primer separador dirigiéndose a la sección superior del segundo separador, la sección superior de este recipiente esta interconectado con la sección inferior por medio de una válvula anti retorno y una válvula automática PCV-007 y PCV-014 con estado normalmente abierta, con el motivo de enviar desde la sección superior a la inferior los posibles líquidos que llegarán al segundo separador provenientes con la corriente de gas y mantener igualada la presión tanto en la parte superior e inferior.

El líquido acumulado en la sección inferior del segundo separador será desalojado cuando el flotador que esta acoplado mecánicamente al microsicht del control de nivel LS-006 y LS-008 sea activado, por la acumulación de líquidos, este microsicht manda a cerrar la válvula automática PCV-007 o PCV-014 que permite la igualación de presiones entre las secciones superior e inferior del segundo separador, abre la válvula automática LCV-007 o LCV-009 instalada en la línea de salida de líquidos y también se acciona la válvula automática PCV-008 o PCV-015 la cual está ajustada a una presión de 2.5 kg/cm² presionando la parte inferior para el desalojo de líquidos y enviarlos a la línea de líquidos provenientes del separador bifásico vertical (FA-102) que va hacia los tanques de almacenamiento.

El gas que sale del segundo separador pasa ahora a la succión del moto compresor, comprimiendo el gas a una presión de 14 kg/cm² posteriormente ingresa a los cabezales del aerofriador, después de ser enfriada esta corriente de gas comprimido es enviada en dos diferentes líneas, la primera está dirigida hacia el rectificador de gas (FA-101) por una

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

línea de 2" pasando previamente por el tubo de medición (Daniel Simplex), y la segunda por una línea de 1" que se dirige al tanque de gas de instrumentos.

El sistema de compresión Gas Jack cuenta con un tanque acumulador de gas de instrumentos, el cual recibe el gas de la descarga del compresor a 14 kg/cm² pasando previamente por un regulador de presión PCV-008 o PCV-015, regulando el gas a 2.5 kg/cm² y enviando el gas aguas arriba de la válvula automática PCV-006 o PCV-013 y al tanque de gas de instrumentos el cual a su vez envía el gas de alimentación al microsichert que activa las diferentes válvulas automáticas de control; cuando este es accionado, el tanque de gas de instrumentos también alimenta a la válvula de succión PCV-005 o PCV-012.

El tanque también provee el suministro de gas que se requiere como combustible para el funcionamiento adecuado y en tiempo del motocompresor por medio de los reguladores de presión PCV-009 o PCV-016 los cuales regulan el gas a 1.05 kg/cm² y después pasando por las PCV-010 o PCV-017 regulando el gas a 3 oz/pgs² para la alimentación adecuada del motor. Los líquidos recuperados en el tanque de gas de instrumentos serán desalojados cuando el nivel de líquidos acumulados levanten el flotador que esta acoplado mecánicamente en el microsichert LS-007 o LS-009 el cual manda abrir la válvula automática de control de líquidos LCV-008 o LCV-10 enviando los líquidos del tanque de instrumentos hacia la parte inferior del segundo separador, esto lo realiza a tanque de instrumentos de 2.5 kg/cm² o a la presión que está regulado el tanque de gas de instrumentos.

Rectificación de gas

El gas que sale del Separador Horizontal Trifásico, FA-100, y de las Unidades Recuperadoras de Vapor, URV-100 A/B, se envía al Rectificador Vertical de Gas, FA-101, este equipo se encarga de remover en su totalidad las partículas de aceite suspendidas en la corriente de gas, este equipo trabajará a una presión normal de 14.0 kg/cm². La salida de líquidos será a través de la línea de agua, la cual será modulada por una controladora de líquidos LCV-005.

El equipo cuenta con dos válvulas de relevo de presión las cuales están configuradas para activarse a una presión mayor que la máxima esperada de la operación:

- PSV 005 @ 27.5 kg/cm².

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- PSV 006 @ 29 kg/cm².

Para el control del separador el equipo cuenta con un Transmisor de Presión (PIT 005) a la salida de gas abajo del medidor de flujo (FE-002) y un indicador de presión en el cuerpo del separador (PI-015). Este cuenta con una señal de alarma por baja presión (PAL-005) a 9 kg/cm² y por alta presión (PAH-005) a 19 kg/cm² para la salida de gas. Cuando esta señal se activa y si la presión en el separador sigue incrementando, se deberá verificar el correcto funcionamiento de la PCV-003. Para el control de nivel se habilitará solo la LCV 005 controlada por el LC-004. Para hacer monitoreo de nivel se cuenta con alarmas (LAL-003 y LAH 003) por alto nivel a 1,270 mm y por bajo nivel a 203 mm. Para el monitoreo constante se cuenta también con visores de nivel (LG 006/007/008) que sirven de referencia para el operador. El nivel normal del equipo es entre 762 y 838 mm. En caso de una alarma por alto nivel se puede abrir el dren del equipo. Dentro de las rutinas de mantenimiento se deben hacer pruebas sobre esta válvula con fin de evitar en caso de alto nivel arrastre de líquidos al gasoducto. En caso de una pérdida de nivel se operará de modo manual con las válvulas ubicadas aguas debajo de la LCV-005 esto con el fin de evitar paso de gas por la corriente de líquido mientras se determina la causa de la falla y/o si se requiere una parada o se puede operar el separador de modo manual.

Para monitoreo de variables el separador FA-101 cuenta también con TIT 005 con alarmas de alta (TAH-005) y baja temperatura (TAL-005) a 55°C y 25°C, respectivamente. La línea de gas cuenta con un medidor de orificio (FE-002) el cual se debe revisar rutinariamente para evaluar el arrastre de líquidos por la línea de gas y tomar acciones preventivas. Este medidor estará habilitado para la medición de flujo de gas de todo el sistema. La medición de este gas estará siendo monitoreada en el DAQ. Durante la operación se realizará inspección de arrastre por el medidor de placa de orificio Daniel (FE-002), esto para estar seguros que la operación de este equipo se está llevando a cabo sin presencia de partículas de aceite por la corriente de gas. Esta verificación se realizará cada 30 minutos por los operadores en sitio.

En caso de requerir el monitoreo de flujo en la línea se puede habilitar el medidor de flujo (FI-007) sobre la línea de agua, que se ajustará a las condiciones de operación manifestada en la Tabla I.2-16.

Tabla I.2-16 Calibración de alarmas.

Presión mínima de operación (kg/cm ²)	Presión óptima de operación (kg/cm ²)	Presión máxima de operación (kg/cm ²)
9	De 12 a 15	19
Nivel mínimo (mm)	Nivel óptimo (mm)	Nivel máximo (mm)
203	838	1,207

Almacenamiento y bombeo de líquido

Tanques de almacenamiento de crudo (TV-01/02/03/04)

La Batería de Separación Santuario Bloque Noreste tiene una capacidad total de 2 mb para el almacenamiento y manejo del líquido producido, distribuida en cuatro (4) tanques de 500 barriles cada uno. Un tanque está recibiendo la producción, mientras que los otros tres se usan cuando el tanque anterior ha sido llenado a un máximo del 80% (400 barriles). Antes de realizar algún movimiento de válvulas, se deben revisar todas las líneas y confirmar la alineación de ambas válvulas en el múltiple derivador de flujo de cada tanque de almacenamiento. Una válvula debe estar cerrada y la otra abierta, primero se abrirá la válvula que está cerrada y luego se cerrará la válvula abierta. Cuando se va a bombear al oleoducto de un tanque lleno éste debe tener cerrado el ingreso de crudo, se debe fiscalizar y perfilar para saber el volumen y corte de agua del crudo, procedimiento que se debe hacer también al final del bombeo para conocer el líquido remanente en el tanque y así saber el fluido real entregado. Debido a que el crudo es liviano puede presentar evaporación y presencia de gas en los tanques. Para ello se cuenta en cada uno de los tanques con válvulas de presión y vacío (PW-001/002/003/004/005/006/007/008) con un set por alta presión 51.71 mbar y vacío de 8.61 mbar. Además, cuentan con arresta flama como respaldo a las válvulas de presión y vacío. Los alivios de PW y arresta flama son enviados a un venteo seguro y de esta forma se mitigan los riesgos de tener un ambiente explosivo en el dique de contención.

Cada tanque cuenta con una mirilla (SG 010/011/012/013/014/015/016/017) y una franja indicadora de nivel para facilitar la lectura de volúmenes y la elevación visual de nivel por compartimiento, para monitoreo del nivel de los tanques se contará con un operador de Halliburton que siempre estará en el área como encargado de alinear los tanques para recibo y entrega.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

El recibo y entrega de los tanques de almacenamiento se deberá realizar de compartimientos o tanques diferentes, no se deberá realizar el recibo y entrega de líquido de un mismo compartimiento.

La medición del nivel de los tanques de almacenamiento se podrá realizar para una mejor contabilización de barriles por medio de una varilla escalada, la cual se introducirá por un orificio en la parte superior del tanque a medir, para posteriormente realizar la medición de la marca de nivel de líquido en la varilla y después realizar los cálculos necesarios para conocer el número de barriles o metros cúbicos que se tienen en el tanque de almacenamiento (Tabla I.2-17).

Tabla I.2-17 Medición del nivel de los tanques de almacenamiento.

Nivel mínimo permitido	Nivel óptimo	Nivel máximo permitido
20%	50%	80%
Capacidad 25 m ³	Capacidad 40 m ³	Capacidad 64 m ³
Capacidad 157 barriles	Capacidad 250 barriles	Capacidad 400 barriles
Altura 0.52 metros	Altura 1.32 metros	Altura 2.11 metros

Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares requeridos para la operación de la Batería Santuario Noreste EPF se describen a continuación:

Aire de planta

Actualmente la instalación cuenta con dos compresores de aire, accionado con motor eléctrico de 5 HP, tanque acumulador de aire general y tanques individuales, pulmón, en cada uno de los recipientes los cuales suministran aire de planta a los instrumentos que así lo requieran a una presión de 5.62 a 8.44 kg/cm², durante 15 minutos.

Como parte de los trabajos, se calculará la capacidad de aire de planta de acuerdo con los instrumentos y equipos que así lo requieran tomando en cuenta el proceso propuesto.

De los resultados del análisis se propondrá la adecuación y/o sustitución del sistema de aire de planta existente (incluyendo sistema de compresión, tanques acumuladores, generales e individuales, y red de distribución).

Gas combustible

Uno de los servicios necesarios para la operación eficiente de la batería, es el servicio de gas combustible utilizado actualmente como gas de purga al sistema de desfogue para mantener encendido el piloto del quemador elevado, así como para los equipos que lo requieran.

Actualmente el gas combustible se toma de la línea a la descarga del Rectificador de Gas, FA-101, la cual se regula hasta una presión de 0.35 kg/cm², hacia el quemador elevado para mantener encendido el piloto y presión positiva en el sistema. En caso de falla de este servicio, la instalación cuenta con Gas L. P. almacenado en un tanque el cual está ajustado a una presión de 0.35 kg/cm².

La revisión y/o ampliación del sistema de gas combustible estará en función de la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos que demandará el proceso propuesto en la Batería.

Con la finalidad de tener un mayor aprovechamiento de gas, se reemplazarán los motores de combustión interna a diésel por motores de combustión interna a gas (motogeneradores de energía eléctrica).

Diésel combustible

Actualmente la batería utiliza diésel como combustible para los Generadores de Energía Eléctrica, así como para el sistema de alumbrado; almacenado en 3 tanques atmosféricos de 2,000 l c/u.

La operación de recibo y bombeo de reposición a los usuarios de este combustible es manual. Se considerará el mínimo de motores de combustión interna a diésel, con la finalidad de reducir el consumo de este. Para ello se reemplazarán los motores de combustión interna a diésel a motores de combustión interna a gas.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Energía eléctrica

Actualmente el suministro de energía eléctrica a la Batería Santuario Noreste EPF es proporcionado por cuatro (4) motogeneradores de combustión interna (de diésel), dos en operación y dos de relevo. Los equipos son distribuidos de la siguiente manera (Tabla I.2-18).

Tabla I.2-18 Capacidad de motogeneradores.

Motogenerador eléctrico	Equipo que lo requiere	Capacidad por unidad	Operación
1 y 2	Bombas de envío Compresoras.	J150U 150 KW Frecuencia: 60 Hz Tensión: 480/277 V Fases/Hilos: 3 / 4	Uno (1) en operación. Uno (1) en relevo.
3 y 4	Instrumentación, Cobertizo (campers), Iluminación.	J120U 115 KW Frecuencia: 60 Hz Tensión: 480/277 V Fases/Hilos: 3 / 4	Uno (1) en operación. Uno (1) en relevo.

La revisión de la capacidad del sistema de generación de energía eléctrica estará en función de los requerimientos que demandará la Batería Santuario Noreste EPT de acuerdo con los equipos de proceso y servicios auxiliares que requieran este servicio.

Sistema contra incendio

Actualmente la batería cuenta con red de agua contra incendio en arrendamiento. La compañía que realizará la ingeniería deberá revisar la capacidad del sistema de contra incendio existente indicando si la misma cumple con lo establecido en la normativa vigente, o de lo contrario hacer el señalamiento del mismo y sugerir los cambios requeridos.

Agentes químicos

Actualmente en el Cabezal de Recolección de la Batería Santuario Noreste EPT se inyectan los siguientes agentes químicos: dispersante, Inhibidor de Parafina e Inhibidor de Asfáltenos.

Se revisará el gasto de los agentes químicos que actualmente se inyectan tomando en cuenta la nueva capacidad de producción de la Batería y en su caso indicar sí por el proceso

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

propuesto se requiere la inyección de algún otro químico (debe indicar el gasto), por lo que deberá dejar la preparación para la inyección de los químicos adicionales en caso de requerirse.

Paquete de regulación de gas a quemador

Se revisará la capacidad de cada uno de los paquetes de regulación de presión de gas a quemador con los que consta la batería para verificar que cuenten con la capacidad necesaria para relevar la máxima cantidad de gas que manejará la Batería Santuario Noreste EPT.

Sistema de desfogue

Actualmente la Batería Santuario Noreste EPT cuenta con dos sistemas de desfogue, de alta y baja presión, que constan de válvulas de seguridad, separador de líquidos, red de desfogue y quemador.

Como parte de los trabajos, se realizará el análisis hidráulico integral del sistema de desfogue existente (incluyendo válvulas de seguridad, cabezales de desfogues, separador de líquidos y quemador) de acuerdo con la normativa que aplique y que sea vigente, a fin de determinar las condiciones de contrapresión y capacidad del sistema tomando en cuenta las nuevas capacidades de operación de la batería, de tal manera que permita su acondicionamiento o sustitución de la misma (Figura. I.2-7).

Esquema del Proceso de Separación y Recuperación de vapores en el proyecto (secreto industrial). Información protegida conforme los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP

Figura I.2-7 Esquema de Proceso Batería de Separación Santuario Noreste (IPT-Arrendada).

3) OBRA TIPO PARA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PERAS PARA OBRAS DE PERFORACIÓN DE POZOS EN EL ÁREA DE ASIGNACIÓN SANTUARIO

En el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe contempla para el Área Santuario Noreste la perforación de pozos adicionales a los existentes; consistente en 26 pozos de producción, 1 pozo fuente de agua, 1 pozo inyector de agua y 2 pozos letrina.

Acorde al Plan de desarrollo y la necesidad de infraestructura para este campo, se construirán peras y caminos de accesos, ductos para la recolección, ductos para el transporte hacia las instalaciones de procesamiento y ductos de transporte de gas y aceite hacia los puntos de entrega.

Esto conlleva a que el alcance específico de esta obra consista en:

- Construcción de dos peras nuevas (Santuario 502 y Santuario 702) y adecuación de la pera existente Santuario 401, que cumplan con los requerimientos para realizar trabajos de perforación de pozos, los requerimientos para la construcción de los sistemas de tuberías que se instalaran en cada pera, los requerimientos para la

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

operación de dichos sistemas de tuberías y para la operación de los pozos de cada pera, así como los requerimientos de seguridad, incluyendo la urbanización.

- Construcción de caminos de accesos a peras y adecuación de caminos de acceso existentes.

Alcances que implican actividades como:

- Elaboración de estudios de mecánica de suelos.
- Elaboración de estudio topográfico en el polígono.
- Diseño, ampliación y construcción de terraplenes de las peras.
- Diseño, ampliación y construcción de caminos de acceso.
- Diseño y construcción de contrapozos, barda perimetral con concertina, caseta de vigilancia elevada, portón de acceso y otras obras complementarias.
- Diseño para el suministro, instalación y puesta en operación de la infraestructura eléctrica requerida.
- Entre otras que garanticen seguridad en la operación y el mantenimiento con menor riesgo para la comunidad y el entorno ecológico.

Ingeniería, procura y construcción de Macropera Santuario 502

Se realizará la ingeniería, procura y construcción de la Macropera de Producción Santuario 502 en donde se encuentran en programa la perforación de los pozos San-502, San -503, San -504, San -507, San -508, San -509, San -510, San -511 y San -512. Las líneas de descarga de cada uno de los pozos se integrarán en el cabezal de recolección periférico San -502, conformado por cabezal colector de grupo y de medición (Figura I.2-8).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

DICIEMBRE 2018

I-118

**Distribución en macroperas (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113 fracción
II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-8 Macropera de Produccion Santuario 502.

Ingeniería, procura y construcción de la Ampliación de Macropera Santuario 401

En la Macropera de Producción Santuario 401 se encuentran en programa la perforación de los pozos San -404, San -405, San -406, San -407 y San -408. Las líneas de descarga de los pozos se integrarán a un nuevo cabezal de recolección periférico, conformado por el colector de grupo y el colector de medición (Figura I.2-9).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

**Distribución en macroperas (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113
fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-9 Macropera de Producción Santuario 401.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Ingeniería, procura y construcción de Macropera Santuario 702

Se realizará la ingeniería, procura y construcción de la Macropera de Producción Santuario 702 en donde se encuentran en programa la perforación de los pozos San -702, San -703 y San -704. Las líneas de descarga de cada uno de los pozos se integrarán en el cabezal de recolección periférico San -702, conformado por cabezal colector de grupo y cabezal de medición (Figura I.2-10).

Distribución en macroperas (secreto industrial). Información protegida conforme los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP

Figura I.2-10 Macropera de Producción Santuario 702.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Ingeniería, procura y construcción de Pera CB-WI-1

En esta Pera estarán ubicados los pozos inyectoros SB-WI-1, CB-WI-1A y CB-WI-1. El Salinoducto transportará el agua proveniente de la Pera Santuario 502 hacia un cabezal de distribución y a líneas de inyección de agua para cada uno de los pozos (Figura I.2-11).

Esto también implica dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

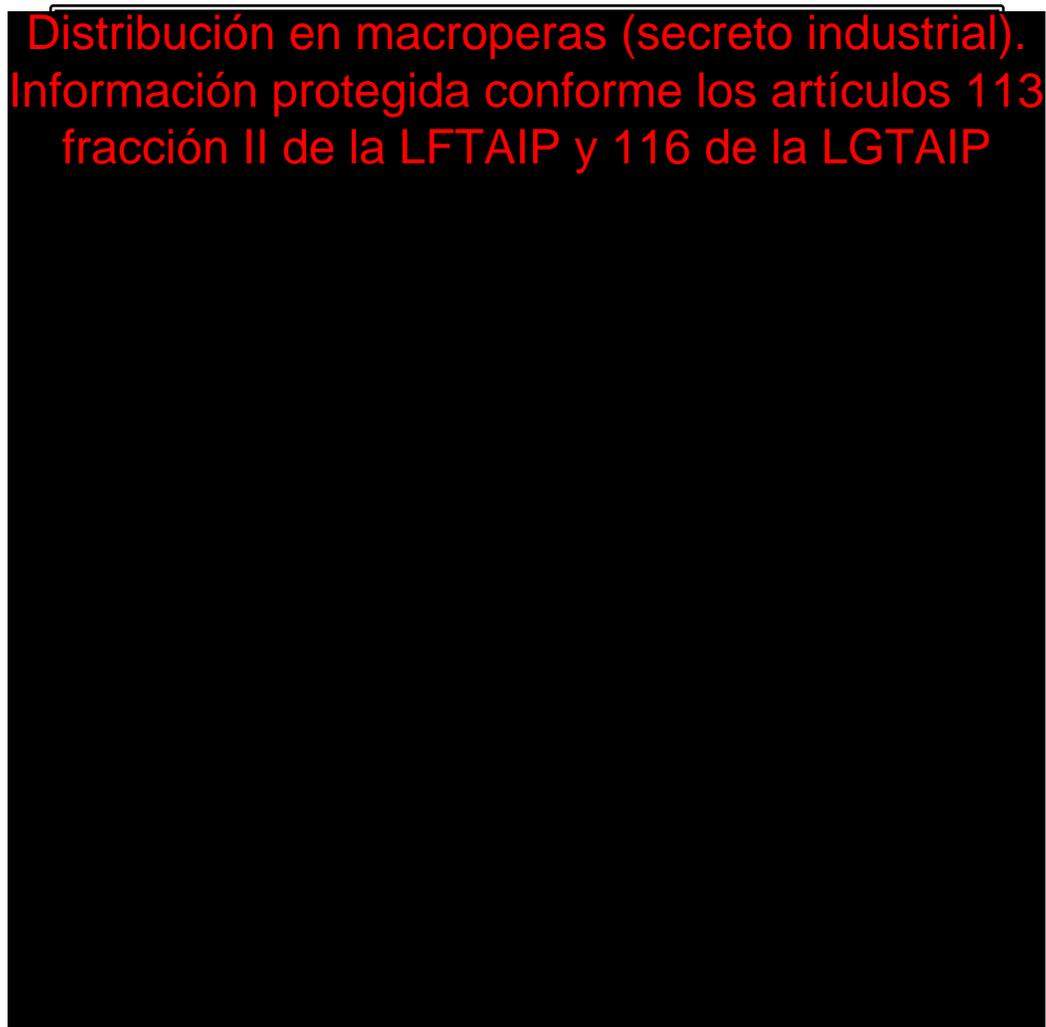


Figura I.2-11 Pera CB-WI-1.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Ingeniería, procura y construcción de Pera SB-WI-2

En esta Pera estarán ubicados los pozos inyectoros CB-WI-4A, CB-WI-5A, CB-WI-4B, SB-WI-2A, CB-WI-5 y SB-WI-2B. El Salinoducto transportará el agua proveniente del Complejo Santuario Noreste hacia un cabezal de distribución y a líneas de inyección de agua para cada uno de los pozos (Figura I.2-12).

Esto conlleva a dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

Distribución en macroperas (secreto industrial). Información protegida conforme los artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP

Figura I.2-12 Pera SB-WI-2.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Ingeniería, procura y construcción de pera NE-2

En esta Pera estarán ubicados los pozos inyectoros CB-WI-3A, CB-WI-3D, CB-WI-3B y CB-WI-3C. El Salinoducto transportará el agua proveniente del Complejo Santuario Noreste hacia un cabezal de distribución y hacia las líneas de inyección de agua para cada uno de los pozos (Figura I.2-13).

Esto implica dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

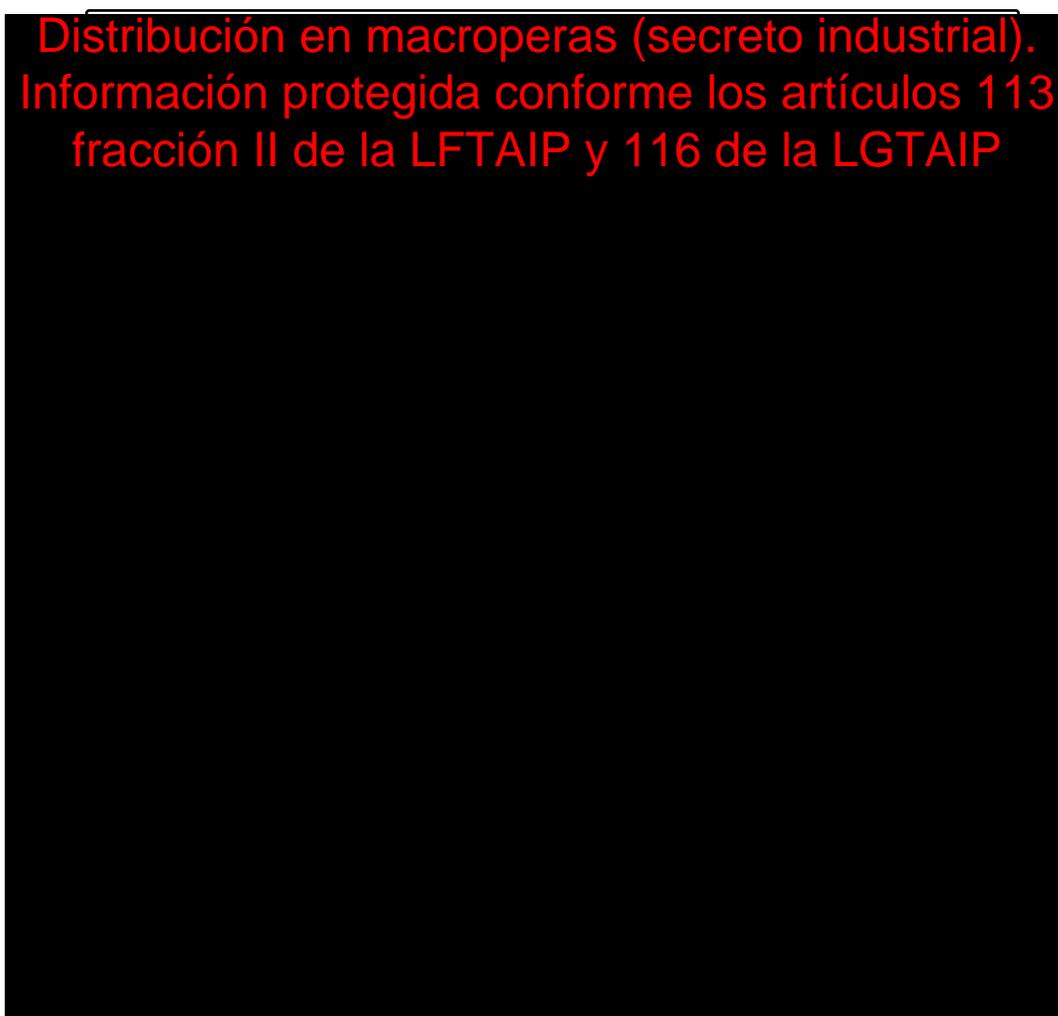


Figura I.2-13 Pera NE-2.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

4) **OBRA TIPO PARA: CONSTRUCCIÓN DE AMARRES DE POZOS, CABEZALES DE PRODUCCIÓN, DUCTOS DE TRANSPORTE PARA EL MANEJO DE LA PRODUCCIÓN, RED DE BOMBEO NEUMÁTICO Y LÍNEAS DE INYECCIÓN DE AGUA, EN ÁREA DE ASIGNACIÓN SANTUARIO**

Actualmente en el Área Santuario Noreste se cuentan con dos Macroperas de Producción: Santuario 401, con tres pozos en operación (San-401, San-402 y San-403); y Santuario 601 con un pozo perforado, próximo a entrar en operación, (San-601).

La producción de la Macropera Santuario 401 descargará al Cabezal de Recolección de Grupo de 8"/16"Ø, al cual también se le incorporará la producción de la Macropera Santuario 601, a través del Oleogasoducto de 8" Ø x 1.4 km de Cabezal Santuario 601 a Cabezal Santuario 401 (en construcción), para lo cual el cabezal cuenta con dos disparos disponible. La producción de las 2 Macroperas se envía a la Batería de Separación Santuario Noreste Producción Temprana, localizada dentro de la misma Macropera Santuario 401, para su procesamiento.

Acorde al Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, otro de los puntos a realizar para el desarrollo del Campo Santuario Noreste es la construcción de la infraestructura definitiva necesaria para; la recolección y manejo de la producción, para la implementación de Bombeo Neumático en Pozos que lo requieran y para la inyección de agua congénita.

Esto implica que tal obra tenga por lo menos el alcance del Desarrollo del Diseño, construcción, instalación, pruebas y puesta en operación de:

- Líneas de descarga a cabezal de recolección periférico.
- Cabezales de recolección periféricos, que constarán de colector de grupo y colector de medición.
- Oleogasoductos, incluyen trampas de diablos.
- Líneas de medición.
- Red de bombeo neumático de Complejo Santuario Noreste a peras San-401, San -502, San -601 y San -702.
- Cabezales de distribución de gas de bombeo neumático en peras del proyecto, incluye líneas de bombeo neumático a pozos.
- Líneas de inyección de agua a pozos inyectoras, a futuro (por otros).
- Salinoducto para inyección de agua congénita a pozo letrina en pera San 702.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 410001630.**

- Salinoducto y cabezales periféricos para la inyección de agua como sistema de recuperación secundaria, a futuro (por otros).
- Sistema para detectar fugas y tomas clandestinas en ductos de transporte de gas y líquido, considerando software dedicado y especializado para monitorear, detectar y alarmar fugas en tiempo real incluyendo la integración de los datos al sistema SCADA de Petrofac, dicha tecnología no debe estar en fase de prueba y debe ser un sistema que permita el diagnóstico más confiable por medio de los sistemas de procesamiento y de comunicación.
- Instrumentación y dispositivos de seguridad que garanticen una operación segura y eficiente de las líneas de descarga, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en el área de asignación Santuario.
- Sistema de puesta a tierra para el área de cabezales nuevos y ampliación del sistema para el área de cabezales existentes.
- Sistema de protección catódica para la protección de los ductos de transporte y las líneas de inyección de agua congénita.

Alcances que se desglosan de manera integrada y específica en el desarrollo de cada una de las obras siguientes.

Ingeniería, procura y construcción de líneas de descarga, cabezal de recolección y Oleogasoducto de Macropera Santuario 502 a Macropera Santuario 401

La producción de los nuevos pozos San-502, San-503, San-504, San-507, San-508, San-509, San-510, San-511 y San-512 a perforarse en la Macropera San-502 se recolectarán en el Cabezal de Recolección Periférico San-502, conformado por Cabezal Colector de Grupo y de Medición. Del Cabezal de Recolección Periférico se enviará la producción, a través del Oleogasoducto de Cabezal Santuario 502 al Cabezal de Recolección Periférico Santuario 401, conformado por Colector de Grupo y Colector de Medición, y posteriormente enviarse al Complejo Santuario Noreste en conjunto con la producción de las Macroperas Santuario 401 y Santuario 601 (Figura I.2-14).

**Distribución en macroperas (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113
fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-14 Líneas de descarga y cabezal de recolección en Macropera Santuario 502.

Ingeniería, procura y construcción de Línea de Descarga y Cabezal de Recolección Santuario 601

A la Macropera Santuario 601, se le incorporará la producción de los pozos San-602, San-603, San-604, San-605, San-606, San-607, San-608, San-609 y San-610. El Cabezal de Recolección Periférico de la Macropera Santuario 601 estará conformado por el Cabezal de Grupo de 8" Ø el cual será ampliado con 8 disparos de los 5 disparos considerados en el diseño, así como del cabezal de medición con 12 disparos nuevos (Figura I.2-15).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

**Distribución en macroperas (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113
fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-15 Línea de Descarga y Cabezal de Recolección en Macropera Santuario 601.

Ingeniería, procura y construcción de Líneas de Descarga, Cabezal de Recolección y Oleogasoducto de Macropera Santuario 702 a Complejo Santuario Noreste

La producción de los nuevos pozos San-702, San-703 y San-704 a perforarse en la Macropera de Producción San-702 se recolectarán en el Cabezal de Recolección Periférico San-702, conformado por Cabezal Colector de Grupo y Colector de Medición, para su posterior envío hacia el Cabezal de Recolección Periférico del Complejo Santuario Noreste

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

nuevo a través de un Oleogasoducto de la Macropera de Producción Santuario 502 al Complejo Santuario Noreste (Figura I.2-16).

**Distribución en macroperas (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113
fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-16 Líneas de Descarga y Cabezal de Recolección en Macropera Santuario 702.

Ingeniería, procura y construcción de Líneas de Descarga, Cabezal de Recolección y Oleogasoducto de Macropera Santuario 401 a Complejo Santuario Noreste

En la Macropera de Producción Santuario 401 se encuentran en programa la perforación los pozos San-404, San-405, San-406, San-407 y San-408. Las Líneas de Descarga de los pozos se integrarán a un nuevo Cabezal de Recolección Periférico, conformado por el Colector de Grupo y el Colector de Medición (Figura I.2-17).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

A este cabezal se le incorporará la producción de la Macropera de Producción Santuario 601, a través del Oleogasoducto de 8"Ø x 1.4 km de Cabezal Santuario 601 a Cabezal Santuario 401, así como la producción de la Macropera Santuario 502 a través del Oleogasoducto de Cabezal Santuario 502 a Cabezal Santuario 401.

La producción del Cabezal de Recolección Santuario 401 se enviará al Cabezal Colector de Grupo y Colector de Medición del Complejo Santuario Noreste nuevo, a través de un Oleogasoducto y una Línea de Medición para en caso de requerirse la medición de algún pozo.

**Distribución en macroperas (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113
fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-17 Líneas de Descarga y Cabezal de Recolección en Macropera Santuario 401.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Ingeniería, procura y construcción del sistema de recolección y transporte de hidrocarburos

El proceso de recolección y transporte de hidrocarburos consiste en la recolección de la producción de cada uno de los pozos que conforman las Macroperas de Producción del Área Santuario Noreste y su transporte a través de Oleogasoductos hacia la Complejo Santuario Noreste.

Como medida de protección, cada uno de los Oleogasoductos, que se interconectan con los Cabezales de Recolección Periféricos, de cada Macropera contará con un sistema instrumentado de protección que conste de válvula de corte automatizada.

Las mediciones y pruebas de cada uno de los pozos se realizarán en el Separador de Prueba del Complejo Santuario Noreste. La producción a medir será enviada desde el colector de medición del cabezal recolector periférico de cada Macropera a través de la línea de medición. Todas las líneas de medición estarán protegidas individualmente contra sobrepresión mediante un sistema instrumentado de protección que consistirá en una válvula de corte automatizada.

Ingeniería, procura y construcción de la Red de Bombeo Neumático

La Red de Bombeo Neumático del Área Santuario Noreste estará integrada por dos redes de Bombeo Neumático. La red No. 1 distribuirá el gas de bombeo neumático a los pozos de las Macroperas de Producción Santuario 502 y Santuario 702; la red No. 2 a las Macroperas de Producción Santuario 401 y Santuario 601. Ambas redes tendrán su punto de partida en el área de Compresoras del Complejo Santuario Noreste.

El sistema de gas de Bombeo Neumático en cada Macropera estará conformado por Cabezal de Distribución de Gas de Bombeo Neumático que se alimentará de la Red de Bombeo Neumático, 1 o 2, y distribuirá el gas a cada una de las líneas de inyección de cada uno de los pozos que así lo requiera.

Las Líneas de Bombeo Neumático contarán con un sistema de regulación de flujo-presión y medición de flujo por cada línea de inyección de cada pozo.

Ingeniería, procura y construcción del sistema de recolección e Inyección de agua a pozos como sistema de recuperación secundaria de crudo

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Como parte del éxito de la prueba piloto, se considera el proceso de recolección e inyección de agua a pozos como recuperación secundaria. Las líneas de inyección de agua contarán con sistema de regulación de presión y medición de flujo para cada uno de los pozos.

a. Macropera Santuario 401

En esta pera se perforarán seis pozos fuentes de donde se extraerá el agua por medio de bombas, las líneas de descarga de las bombas se enviarán a un cabezal de recolección que estará ubicado en los límites de la pera, para su envío por medio de un Salinoducto a la planta de tratamiento de agua del Complejo Santuario Noreste.

b. Macropera Santuario 502

En esta Pera estarán ubicados el Pozo Inyector San 500_1A y un Pozo Nuevo San 500_1B. El Salinoducto trasportará el agua proveniente del Complejo Santuario Noreste hacia un Cabezal de Distribución y a Líneas de Inyección de agua para cada uno de los pozos.

Importante dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

c. Pera CB-WI-1

En esta Pera estarán ubicados los Pozos Inyectores SB-WI-1, CB-WI-1A y CB-WI-1. El Salinoducto trasportará el agua proveniente de la Pera Santuario 502 hacia un cabezal de distribución y a líneas de inyección de agua para cada uno de los pozos.

Se requiere dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

d. Pera CB-WI-2

En esta Pera estarán ubicados los Pozos Inyectores CB-WI-2A y CB-WI-2B. El Salinoducto trasportará el agua proveniente del Complejo Santuario Noreste hacia un Cabezal de Distribución y a Líneas de Inyección de agua para cada uno de los pozos.

Se deberán dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

e. Pera SB-WI-2

En esta Pera estarán ubicados los Pozos Inyectores CB-WI-4A, CB-WI-5A, CB-WI-4B, SB-WI-2A, CB-WI-5 y SB-WI-2B. El Salinoducto trasportará el agua proveniente del Complejo Santuario Noreste hacia un cabezal de distribución y a líneas de inyección de agua para cada uno de los pozos.

Se necesita dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

f. Pera NE-2

En esta Pera estarán ubicados los Pozos Inyectores CB-WI-3A, CB-WI-3D, CB-WI-3B y CB-WI-3C. El Salinoducto trasportará el agua proveniente del Complejo Santuario Noreste hacia un cabezal de distribución y a líneas de inyección de agua para cada uno de los pozos.

Se requiere dejar un disparo disponible en el cabezal, así como la infraestructura y el espacio requerido para el crecimiento a futuro.

5) OBRA TIPO PARA: CONSTRUCCIÓN DE UN OLEODUCTO Y UN GASODUCTO, DE BATERÍA SANTUARIO A COMPLEJO EL GOLPE

Actualmente en el Área Santuario Noreste se tienen 4 pozos en operación, estos están ubicados en las peras Santuario 401 y 601, para el procesamiento de la producción de estos pozos se rentó y habilito de manera temporal la “Batería de Separación Santuario Noreste Producción Temprana”.

El Plan de Desarrollo de la Asignación Santuario – El Golpe para el Campo Santuario Noreste contempla la perforación de pozos adicionales a los existentes; 26 pozos de producción, 1 pozo fuente de agua, 1 pozo inyector de agua y 2 pozos letrina en la Alternativa 1, adicionalmente para la Alternativa 2; 16 pozos de inyección de agua para recuperación secundaria y 5 pozos fuente de agua.

Acorde al Plan de desarrollo y la necesidad de infraestructura para este campo, se construirán peras, ductos para la recolección, ductos para la inyección de agua, ductos para el transporte hacia las instalaciones de procesamiento, ductos de transporte de gas y aceite

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

hacia los puntos de entrega, que garanticen seguridad en la operación y el mantenimiento con menor riesgo para la comunidad y el entorno ecológico.

Con el objetivo de contar con la infraestructura necesaria para el transporte de la producción de hidrocarburos del Campo Santuario y Campo Santuario Noreste que contempla el plan de desarrollo, con la condicionante de cumplir con los lineamientos requeridos por Petrofac a las condiciones máximas, normales y mínimas de operación, y bajo la premisa de problemas de integridad en los ductos que actualmente son utilizados para el transporte de la producción de Batería de Separación Santuario hacia Complejo El Golpe, así como a problemas sociales con las comunidades por las que tienen influencia dichos ductos, se contemplan las obras siguientes.

Ingeniería, procura, construcción, pruebas y puesta en operación de:

- Un Oleoducto de 13.5 km aprox. de Batería de Separación Santuario - Planta Deshidratadora El Golpe.
- Un Gasoducto de 13.5 km aprox. de Batería de Separación Santuario - Estación de Compresión El Golpe.
- Trampas de envío y de recibo para cada uno de los ductos de proyecto.
- Sistema para detectar fugas y tomas clandestinas en ductos de transporte de gas y líquido, considerando software dedicado y especializado para monitorear, detectar y alarmar fugas en tiempo real incluyendo la integración de los datos al sistema SCADA de Petrofac, dicha tecnología no debe estar en fase de prueba y debe ser un sistema que permita el diagnóstico más confiable por medio de los sistemas de procesamiento y de comunicación.

Así mismo también incluye lo siguiente:

- - Realizar análisis hidráulico integral del sistema de recolección y transporte de hidrocarburos del Campo Santuario y del Campo Santuario Noreste, con software especializado, así como propuestas/recomendaciones de mejora.

Gasoducto 8"/10"Ø x 13.5 km Batería Santuario – Estación de Compresión El Golpe

El gas de la Batería de Separación Santuario, aproximadamente 5 MMpcsd, a 5 kg/cm² y 35°C, se enviará a la Estación de Compresión El Golpe a través del nuevo gasoducto de 8"/10" x 13.5 km Batería Santuario - Estación de Compresión El Golpe.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Por otra parte el gas de los equipos de compresión del Complejo Santuario Noreste, con un flujo de 35 MMpcsd, a 45 kg/cm² y 50 °C aproximadamente, se enviará en conjunto con el Gas de la Batería de Separación Santuario a la Estación de Compresión El Golpe incorporándose al Gasoducto de 8"/10" x 13.5 km de Batería Santuario a la Estación de Compresión El Golpe, nuevo.

El gasoducto que transporta el gas de Batería Santuario y de Batería Santuario Noreste llega a la Estación de Compresión el Golpe, interconectándose a la línea de salida de gas comprimido de esta instalación que maneja el excedente de gas que no es utilizado para BN, esta nueva corriente es enviada al medidor de transferencia de custodia y posteriormente enviado a Compresoras Castarrical.

Oleoducto 6"/8"Ø x 13.5 km Batería Santuario – Planta Deshidratadora El Golpe

Los líquidos de la Batería de Separación Santuario, aproximadamente 14,700 bpd, a 31 kg/cm² y 35°C se envían para ser procesados al Complejo Santuario Noreste a través del Oleoducto de 6"Ø x 5 km de Batería Santuario – Complejo Santuario Noreste.

El aceite deshidratado y desalado del Complejo Santuario Noreste con un flujo de 35,000 bpd una presión de 50 kg/cm² y 50 °C, se trasportará a través del Oleoducto de 8"Ø x 8.5 km de Complejo Santuario Noreste – Planta Deshidratadora El Golpe, interconectándose a la línea de salida de la deshidratadora El Golpe.

La corriente de aceite del Complejo Santuario Noreste se unirá a la corriente procesada en la Planta Deshidratadora El Golpe (Batería Golpe II y Batería Tupilco) antes del medidor de transferencia de custodia, para que sean medidos y enviados a la Terminal Marítima Dos Bocas (Figura I.2-18).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

**Sistema de transporte de ductos (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113
fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP**

Figura I.2-18 Sistema de Transporte de Ductos.

En el **Anexo I-2**, se presenta un croquis (ERASG-A2C) donde se puede ubicar el trazo preliminar de los ductos que interconectan Peras con instalaciones e Instalaciones con Instalaciones, así como la localización de las Líneas de descarga dentro de las Macroperas en mención (ERASG-A2B.1 a ERASG-A2B.6).

6) **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA PRUEBA PILOTO EN EL
ÁREA SANTUARIO NORESTE**

Tratamiento de agua

El proceso de tratamiento del agua congénita consiste en la separación de los contaminantes del agua congénita mediante etapas de separación individuales empleando equipos que reducen progresivamente dichos contaminantes.

Estos equipos son:

- Separador de celdas de flotación, en el cual se remueve aceite que haya quedado en la corriente de agua proveniente del separador de placas corrugadas.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- Filtro de pulido, el cual remueve aceite residual y sólidos del agua proveniente de los separadores.

Con el propósito de mantener el agua en condiciones favorables durante y después del tratamiento para así evitar problemas de corrosión e incrustación, se deben controlar diversos parámetros utilizando la inyección de productos químicos.

Finalmente, la planta contará con una sección para el acondicionamiento de los lodos aceitosos que se generan en el procesamiento del agua.

Separador por Celdas de Flotación

El separador por celdas de flotación lleva a cabo la remoción de sólidos suspendidos y aceite del agua congénita proveniente del pozo fuente.

La separación solido-aceite se logra mediante el fenómeno de flotación utilizando gas inerte a una presión de 3.6 a 7.6 kg/cm². El mecanismo comúnmente es el de Filtración Estática por Inducción la cual se logra mediante la recirculación del agua tratada a las celdas de flotación y el uso de eductores para succionar el gas que se encuentra en la parte superior del recipiente y así introducirlo estáticamente en el agua.

La selección del gas para llevar a cabo la flotación deberá obedecer el mantener una atmosfera libre de oxígeno y evitar problemas de corrosión.

El separador está compuesto de celdas: la primera, de asentamiento, en el cual se elimina la turbulencia en la alimentación permitiendo que los lodos presentes sedimenten; el agua fluye del fondo de la celda hacia arriba y de nuevo hacia abajo para canalizarla a la entrada de la segunda etapa. En su flujo ascendente, junto con pequeñas burbujas de gas inerte, lleva el aceite y los sólidos hacia la superficie en forma de espuma y se vierte a la sección de recuperación de aceite de forma intermitente.

La separación de aceite del agua, por medio de flotación por burbujeo se realiza en las siguientes etapas del proceso. El agua entra a la etapa siguiente a través de un desviador que dirige el flujo hacia la parte superior de la celda. En este punto, el agua aceitosa se pone en contacto con la corriente de recirculación de agua y una nube de microburbujas generadas por la descarga de los eductores que succionan el gas de la parte superior del recipiente y se mezcla con el agua recirculada; la función de las microburbujas es adherirse a las gotas de aceite que flotan en el seno del agua dándoles una densidad aparentemente

más ligera acelerando de esta forma su ascenso hacia la parte superior en donde floculan en forma de espuma en la superficie. La remoción de dicha espuma se efectúa de forma intermitente. El aceite separado se dirige hacia la descarga del compartimiento de aceite recuperado. En la última celda es donde parte del agua tratada se recircula de nuevo a las celdas de burbujeo.

Inicialmente el gas se alimenta por la parte superior de las celdas de flotación, llenando el espacio por encima del nivel de líquido de donde se succiona por los eductores localizados en la descarga del agua recirculada para ser mezclado en forma de microburbujas. Una vez lleno el recipiente con el volumen de gas que requiere el sistema, este se recircula una y otra vez dentro de la celda de flotación, el poco de gas que pudiera perderse disuelto en la corriente de agua tratada que sale de las celdas se repone ocasionalmente mediante control.

El agua tratada sale por el fondo del tanque separador de celdas de flotación hacia la etapa de filtración vía bomba de transferencia.

El nivel del agua en el separador por celdas de flotación deberá estar monitoreada a través de transmisores de nivel y gobernado con la ayuda de los indicadores controladores de nivel y configuradas con alarmas por alto/bajo nivel.

Las bombas de transferencia contarán con interruptor manual de arranque/paro local, así como automático.

Sistema de filtración

El paquete de filtración estará integrado por filtros de cascara de nuez que tiene como función de efectuar el pulido del agua que ha sido tratada previamente utilizando el separador de celda de flotación. Las condiciones finales con este tratamiento cumplen con las especificaciones dadas para tener un agua de calidad para inyección en el subsuelo.

La pureza requerida para alimentar el agua congénita al subsuelo se logra mediante la filtración del agua previamente tratada con un equipo cuyo medio filtrante es cáscara de nuez.

Este medio es muy apropiado pues actúa por un lado como medio coalescedor para las partículas minúsculas de aceite presente y además actúa como un buen medio filtrante de

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

tipo granular para las partículas de sólidos suspendidos. Para la operación efectiva de este tipo de filtro es necesario que las concentraciones de impurezas a la entrada sean bajas. Asimismo, otro factor importante es que el filtro no se cargue con muchas impurezas por lo que se recomienda una limpieza efectiva mediante los retrolavados del medio filtrante.

El filtro es un recipiente cilíndrico vertical con un medio filtrante de cascara de nuez y de acero al carbón recubierto internamente para protección de la corrosión. El medio filtrante se soporta mediante rejilla de acero inoxidable. El filtro contará con agitador tipo propela que se utiliza para fluidizar el medio filtrante y que se pasa a través de un filtro interno de malla para que el medio filtrante sea retenido y las impurezas se pasen al drenaje con la corriente de retrolavado. La operación del sistema de filtración se garantiza cuando el retrolavado se efectúa adecuadamente y con la periodicidad requerida.

Sistema de almacenamiento y bombeo

El agua efluente del paquete de filtración alimenta al tanque de agua tratada, de 500 b, a una presión de 1.0 kg/cm² aproximadamente; este tanque contendrá toda la instrumentación de control de nivel necesaria para el arranque/paro de las bombas de inyección de agua a pozo.

Se considera que el tanque cuente con indicadores-transmisores de nivel, así como interruptor por bajo nivel que opere como permisivo para el arranque de las bombas de inyección, del tipo reciprocante, la cual tendrá una capacidad de inyección de hasta 210 kg/cm² (Figura I.2-19).

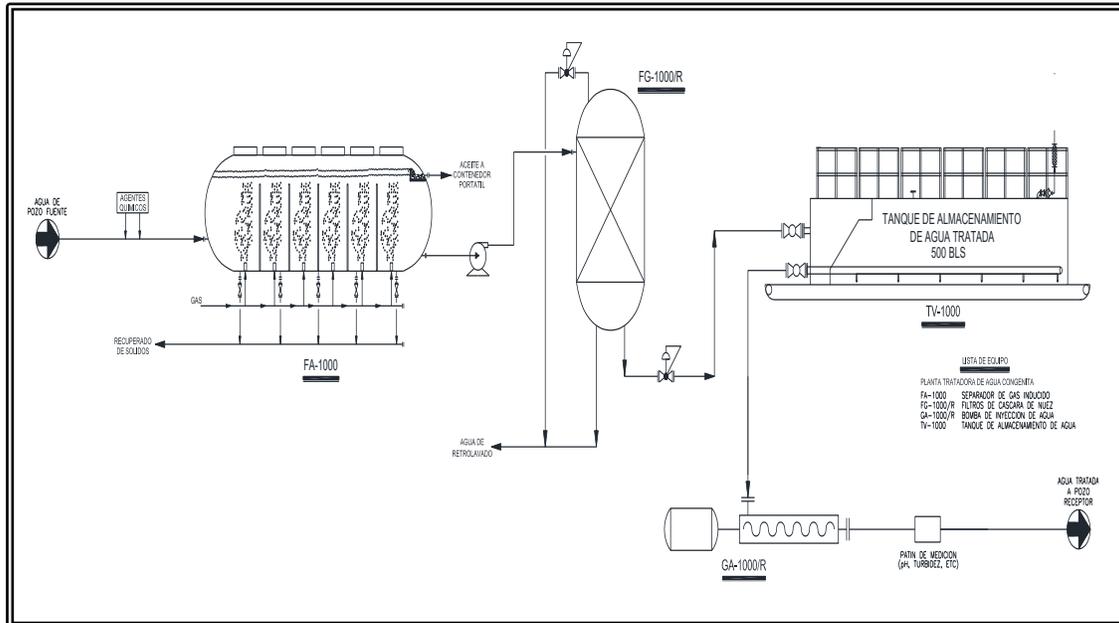


Figura I.2-19 Esquema de flujo de Proceso Planta de Tratamiento de Agua.

I.2.1. Hojas de seguridad

Incluir las hojas de datos de seguridad (HDS) de aquellas sustancias y/o materiales considerados peligrosos que presentan alguna característica CRETI.

Utilizar los datos de las sustancias proporcionados en las hojas de datos de seguridad en la simulación de eventos máximos probables de riesgo y eventos catastróficos mencionados más adelante en la presente guía.

El proyecto considera las Áreas contractuales Santuario y El Golpe, en las cuales para mantener e incrementar la producción de Gas y Aceite en los campos que las integran, se ha proyectado algunas modificaciones en las instalaciones existentes, así como la integración de nuevos pozos y la construcción de nuevas instalaciones como es el caso del Complejo Santuario Noreste y la construcción de nuevas líneas de descargas, cabezales de recolección, salinoducto, gasoducto y oleoducto que conecten a la producción de los campos que las componen (Santuario, Santuario Noreste y El Golpe).

Esto implica el manejo de una corriente principal como materia prima de todos los procesos, que consiste de una mezcla de Gas, Aceite o crudo y Agua (G-C-A). Por consecuencia, los productos principales que se obtienen del Complejo Santuario Noreste

después del tratamiento físico indicado son Gas, Aceite y Agua bajo características particulares e individuales.

Se puntualiza también que durante el proceso de tratamiento de la corriente G-C-A, se requiere el uso de otras sustancias que son importante para proporcionar, mantener o terminar la separación de los productos finales. Como es el caso de: Diesel en la generación de corriente eléctrica, Inhibidores de corrosión que son inyectados en puntos estratégicos del proceso para proteger la integridad de las tuberías y equipos, Desemulsificantes para el tratamiento de emulsiones Agua-Aceite que contienen parafinas y asfáltenos.

En el **Anexo I-4**, se presentan las hojas de seguridad del Aceite, Gas y Agua congénita en el que se describe a detalle todo lo que implica el manejo de éstas corrientes específicas y particulares de todo el Área Contractual Santuario y El Golpe.

Como complemento de las Hojas de Seguridad de los Materiales, en la Tabla I.2.1-1 se proporcionan algunos datos generales del aceite que se manejan en las instalaciones de cada una de las Áreas, así como la composición de las corrientes a manejar en las instalaciones como se puede apreciar en la Tabla I.2.1-2, con la finalidad de tener un conocimiento más amplio sobre las características y propiedades que debemos de tener en cuenta para su buen manejo y consideraciones en cuanto a las medidas que tenemos que tomar en caso de que tales, en algún momento, rebasen los límites de contención a la que se someten para su manipulación en cada una de las operaciones que se realizan en las instalaciones (Tabla I.2.1-1).

Tabla I.2.1-1 Características de los fluidos en cada una de las Áreas.

Propiedades de los fluidos	El Golpe	Santuario	Santuario NE
Tipo de hidrocarburos	Aceite ligero	Aceite ligero	Aceite ligero
Densidad API (a condiciones de superficie)	25 – 36	29 - 37	24 – 35
Viscosidad (cp) (a condiciones de yacimiento)	0.84 - 3.24	0.50 - 1.04	0.63 - 0.77
Relación gas – aceite inicial (m ³ /m ³)	71.5 - 104.1	95.7 - 171.3	82.3 - 158.6
Bo inicial (m ³ /m ³)	1.19 - 1.34	1.24 - 1.54	1.37 – 1.44
Calidad y contenido de azufre (% Molar)	0	0	0
Presión de saturación o rocío (kg/cm ²)	128 – 183	170 - 220	176 – 208
Poder calorífico del gas (BTU/pie ³)	1298	1298	1298

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.2.1-2 Composición de corrientes en el área del proyecto.

Corriente	Mezcla de pozos ⁽¹⁾	Gas Batería de separación Santuario ⁽²⁾	Aceite Batería de separación Santuario ⁽³⁾	Gas Complejo Santuario Noreste ⁽⁴⁾
Componente	Fracción Mol			
Dióxido de carbono	0.0020	0.0052	0.0001	0.0029
Nitrógeno	0.0056	0.0149	0.0000	0.0035
Metano	0.2759	0.7328	0.0052	0.7608
Etano	0.0410	0.1042	0.0036	0.0943
Propano	0.0291	0.0052	0.0076	0.0797
N-Butano	0.0158	0.0158	0.0061	0.0265
Isobutano	0.0049	0.0088	0.0025	0.0110
N-Pentano	0.0055	0.0052	0.0057	0.0144
N-Hexano	0.1278	0.0409	0.1793	0.0047
Agua	0.4984	0.0065	0.7898	N/A
N-Heptano	N/A	N/A	N/A	0.0017
N-Octano	N/A	N/A	N/A	0.0005
N-Nonano	N/A	N/A	N/A	0.000043

(1), (2), (3): Correspondiente a las corrientes 1, 6 y 10 del DFP D-BATSAN-A-100 Rev 2, Instalaciones del Área contractual Santuario.

(4) Bases de usuario SFD-PMX-BU-001, Construcción del Complejo Santuario Noreste, Pág. 12 de 67.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

I.2.2. Almacenamiento

Listar el tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando:

- Cantidad.
- Características.
- Código o estándares de construcción.
- Dimensiones.
- Capacidad máxima de almacenamiento.
- Dispositivos de seguridad instalados.
- Localización dentro del arreglo general de la planta.

Es importante destacar para este apartado que, dentro de los planes de PETROFAC manifestado en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, en lo que se refiere al Área Santuario y al Área El Golpe no se tiene considerado la construcción de nuevas áreas de almacenamiento y por ende, instalaciones / infraestructura para este proceso.

Para las instalaciones en operación en estas dos Áreas, se considera suficiente los tanques de almacenamientos instalados y se describen a continuación (Tabla I.2.2-1 a Tabla I.2.2-7).

Tabla I.2.2-1 Recipientes de almacenamiento en la Batería de Separación Santuario.

Servicio	Tag	No. Unidades	Capacidad por unidad ⁽²⁾
			Líquido
Tanque de almacenamiento de crudo, v=1,589.85 m ³ ⁽¹⁾	TV-1	1	10.0 mb
Tanque de almacenamiento de crudo, v=794.9 m ³ ⁽¹⁾	TV-2	1	5.0 mb
Tanque de medición de crudo, v=79.5 m ³ ⁽¹⁾ .	TM-1	1	0.5 mb

(1) Para estos equipos se desarrollará el Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM).

(2) Las capacidades de los equipos existentes son estimadas basados en las condiciones de operación actuales.

Tabla I.2.2-2 Recipientes de almacenamiento de Servicios Auxiliares en la Batería de Separación Santuario.

Servicio	No. Unidad	Capacidad
		Líquido
Tanque de agua contra incendio ⁽¹⁾	1	0.5 mb

(1) Para estos equipos se desarrollará el Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM).

Tabla I.2.2-3. Recipientes de almacenamiento en la Batería Santuario Noreste (arrendamiento).

Servicio	Tag	No. Unidades	Capacidad por unidad ⁽¹⁾
			Líquido
Tanque de almacenamiento de crudo	TV-01/02/03/04	4	0.5 mb

(1) Las capacidades de los equipos existentes son estimadas basados en las condiciones de operación actuales.

Tabla I.2.2-4 Recipientes de almacenamiento en la Batería de Separación El Golpe II.

Servicio	Tag	No. Unidades	Capacidad por unidad ⁽²⁾
			Líquido
Tanque de almacenamiento de crudo, 1,590 m ³ ⁽¹⁾	TV-1	1	10 mb
Tanque de medición de crudo, 79.5 m ³ ⁽¹⁾	TM-3/4	2	0.5 mb

(1) Para estos equipos se desarrollará el Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM).

(2) Las capacidades de los equipos existentes son estimadas basados en las condiciones de operación actuales.

Tabla I.2.2-5 Recipientes de almacenamiento de Servicios Auxiliares en la Batería de Separación El Golpe II y Estación de Compresión El Golpe.

Servicio	No. Unidad	Capacidad ⁽²⁾	
		Gas mmpcd	Líquido mbpd
Cisterna Agua Potable	1	-----	44.0
Tanque de almacenamiento de gas arranque de compresores ⁽¹⁾	1	50.0	9.0
Tanque de Agua de Servicios E.C.O. El Golpe ⁽¹⁾	1	-----	2.64
Tanque de Agua Contra-incendio ⁽¹⁾	1	-----	10.0

(1) Para estos equipos se desarrollará el Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM).

(2) Las capacidades de los equipos existentes son estimadas basados en las condiciones de operación actuales.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.2-6 Recipientes de almacenamiento en la Planta Deshidratadora El Golpe.

Servicio	Tag	No. Unidades	Capacidad por unidad ⁽²⁾
			Líquido
Tanque de almacenamiento crudo ⁽¹⁾	TV-1/2	2	0.5 mb
Tanque deshidratador de aceite ⁽¹⁾	TD	1	20 mb

(1) Para estos equipos se desarrollará el Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM).

(2) Las capacidades de los equipos existentes son estimadas basados en las condiciones de operación actuales.

Tabla I.2.2-7 Capacidad instalada de Servicios Auxiliares en la Planta Deshidratadora El Golpe.

Servicio	No. Unidad	Capacidad ⁽²⁾	
		Gas	Líquido
Tanque de Agua de Servicios ⁽¹⁾	1		1.0 mb
Tanque Hidroneumático de Agua de Servicios ⁽¹⁾	1	----	6.9

(1) Para estos equipos se desarrollará el Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM).

(2) Capacidades estimadas a las condiciones de operación actuales.

Para el caso de las nuevas instalaciones del Complejo Santuario Noreste, en el área de deshidratación, desalado y envío de crudo, se considera la construcción de dos tanques de almacenamiento del crudo deshidratado y uno de la misma capacidad, pero para el almacenamiento de agua congénita (Tabla I.2.2-8).

Tabla I.2.2-8 Recipientes de almacenamiento proyectados en el Complejo Santuario Noreste.

Tipo de estructura	Descripción	Uso individual o compartido	Fluido	Capacidad/ unidad	Observación
Deshidratación, desalado y envío de crudo en especificación	2 Tanques de almacenamiento	Individual	Crudo	35,000/b	35,000 bpd en cada tanque (70,000 bpd) para permitir flexibilidad operacional y nominación de producción. Inicio de operación en el año 2023.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.2-8 (continuación).

Tipo de estructura	Descripción	Uso individual o compartido	Fluido	Capacidad/ unidad	Observación
Deshidratación, desalado y envío de crudo en especificación	Tanque de almacenamiento	Individual	Agua congénita	35,000/b	35,000 bpd en el tanque. Inicio de operación en el año 2023.

En caso de una operación anormal y no se pueda enviar el aceite a la Planta Deshidratadora El Golpe se contará con los Tanques de Almacenamiento de Crudo mencionados, una vez reestablecido la situación, se reanudará el bombeo.

Todos los componentes en contacto con el fluido se fabricarán con material compatible con las características del fluido, a las condiciones de operación y al estándar.

Los sistemas cerrados, de baja y alta presión, para los desfuegos de gas consistirá básicamente de cabezales y ramales, a los cuales se integrará la descarga de las válvulas de seguridad, paquete de regulación de gas, separador de desfogue, bombas recuperadoras de líquido y quemador elevado tipo dual, de alta y baja presión. El sistema deberá cumplir con lo establecido en la normativa vigente.

Los tanques de almacenamiento contarán con indicadores de nivel local y transmisores de nivel con envío de señal al SDMC, así mismo se considera la medición con cinta como respaldo de la medición de nivel. Se considera que los tanques de almacenamiento cuenten con alarmas por alto y bajo nivel en cuarto de control, en caso de aplicar se deberá instalar un interruptor por bajo nivel para protección de las bombas o un interruptor por alto nivel para evitar derrame en el tanque. Los tanques de almacenamiento se construirán en el lado Este de la instalación, resguardados por su debido dique de contención (que se diseñará para contener el volumen total de uno de los tanques más el 50% del total del volumen de los otros tanques que se encuentren en la misma área). Ver Plano de Localización General del Complejo Santuario Noreste en el **Anexo I-2** (ERASG-A2A).

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Describir los equipos de proceso y auxiliares, especificando: características, tiempo estimado de uso y localización dentro del arreglo general de la planta:

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- *Número de equipos.*
- *Características: técnicas y de diseño, así como sus dispositivos de seguridad.*
- *Bases de diseño de los sistemas de desfogue.*
- *Localización dentro del arreglo general de la planta.*

Anexar planos de detalle del diseño mecánico de los principales equipos de proceso y sistemas de conducción, señalando las normas aplicadas.

De acuerdo con el proyecto descrito en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe se contará con infraestructura necesaria para el manejo de la producción de los pozos productores (existentes y por perforar) entre las que se encontrarán cabezales colectores periféricos, estaciones de recolección, baterías de separación, estaciones de compresión, plantas deshidratadoras, entre otras. La función de estas instalaciones es la de recolectar, procesar y cuantificar la producción de hidrocarburos de los pozos pertenecientes al área de asignación para que posteriormente el gas y el aceite sean transportados a través de ductos a las instalaciones correspondientes para su transformación y comercialización, previo su debido acondicionamiento.

La infraestructura de producción específica consiste básicamente en lo que se indica en la Tabla I.2.3-1.

Tabla I.2.3-1 Infraestructura proyectada Área Contractual Santuario-El Golpe.

Infraestructura	Equipamiento
Área Contractual Santuario: Campo Santuario	
Batería de Separación Santuario	Área de cabezales colectores periféricos, separadores, rectificadores, bombas y tanques
Área Contractual Santuario: Campo Santuario Noreste	
Complejo Santuario Noreste	
Área de Separación	Área de cabezales colectores periféricos, separadores, calentadores, rectificadores, bombas y tanques
Área de compresión	Área de cabezales, separadores, compresores y enfriadores
Área de deshidratadora/desaladora	
Almacenamiento y bombeo	Área de tanques y bombeo

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.2.3-1 (continuación).

Infraestructura	Equipamiento
Tratamiento de agua producida	Separadores, primarios, secundarios y terciarios, almacenamiento y bombeo.
Área Contractual El Golpe: Campo El Golpe	
Complejo El Golpe	
Batería de Separación	Área de cabezales colectores periféricos, separadores, rectificadores, bombas y tanques
Estación de compresión	Área de cabezales, separadores, compresores y enfriadores
Planta deshidratadora/desaladora	--
Almacenamiento y bombeo	Área de tanques y bombeo
Tratamiento de agua producida	Bombas, filtros y agentes químicos

Como se describe en todo el Plan de Desarrollo, la mayor inversión se llevará a cabo en el Campo Santuario Noreste, debido a que la infraestructura de los campos Santuario y El Golpe están actualmente a su máxima capacidad o capacidad límite. Para procesar el volumen esperado para el desarrollo del Campo Santuario Noreste se contempla lo siguiente:

Macroperas de producción

En el siguiente listado se muestran las Macroperas de Producción que se contemplan para el desarrollo en el Campo Santuario Noreste (Tabla I.2.3-2).

Tabla I.2.3-2 Macroperas de producción de desarrollo.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación (año)
Macropera Santuario 601	La Macropera Santuario 601 es una infraestructura existente la cual tiene las siguientes dimensiones aproximadamente: 115 m X 170 m. Se realizarán trabajos de expansión en el cabezal de la Macropera para recibir la producción de nuevos pozos.	Individual	2018 2020
Macropera Santuario 401	La Macropera Santuario 401 es una infraestructura existente la cual tiene las siguientes dimensiones aproximadamente: 117 m. X 141 m. Se realizarán trabajos de expansión de la Macropera para ubicar nuevos pozos de producción y la infraestructura asociada necesaria para operación.	Individual	En operación 2024 (Expansión)
Macropera Santuario 502	La Macropera Santuario 502 es una infraestructura nueva en la cual se considera ubicar 11 pozos nuevos y las infraestructuras asociada necesaria para operación.	Individual	2020
Macropera Santuario 702	La Macropera Santuario 702 es una infraestructura nueva en la cual se considera ubicar 3 pozos nuevos y las infraestructuras asociada necesarias para operación	Individual	2023

En el siguiente listado se muestra la infraestructura alternativa considerada para el desarrollo del Campo Santuario Noreste (Tabla I.2.3-3).

Tabla I.2.3-3 Infraestructura alternativa.

Infraestructura alternativa	Justificación	A desarrollar o complemento	Fecha de entrega (año)
Camino de acceso a Macropera Santuario 601	Se determina la necesidad de mejorar la superficie de rodamiento con el fin de minimizar el impacto al acceso vehicular pesado que se anticipa a ser requerido por los trabajos de rehabilitación de la Macropera 601 y la perforación de pozos nuevos.	Rehabilitación	2018 2021 (nuevos pozos)
Camino de acceso a Macropera Santuario 401	Se determina la necesidad de mejorar la superficie de rodamiento con el fin de minimizar el impacto al acceso vehicular pesado que se anticipa a ser requerido por los trabajos de rehabilitación y ampliación de la Macropera 401 y la perforación de pozos nuevos.	Rehabilitación	En operación 2024 (nuevos pozos)
Camino de acceso a Macropera Santuario 502	La Macropera Santuario 502 es una infraestructura nueva y requerirá de camino de acceso. Este camino es necesario para la circulación de vehículos (tantos ligeros como pesados) que transportarán desde materiales para la construcción de la Macropera, hasta equipos y/o materiales de perforación, entre otros los cuales necesitaran de condiciones de transito seguras.	Construcción	2020
Puente el Fango II	El puente se encuentra ubicado en el acceso a la Macropera Santuario 502 y deberá ser estudiada su integridad mecánica y requerimiento de rehabilitación para garantizar el acceso seguro a la Macropera.	Rehabilitación	2020
Camino de acceso a Macropera Santuario 702	La Macropera Santuario 702 es una infraestructura nueva y requerirá de camino de acceso. Este camino es necesario para la circulación de vehículos (tantos ligeros como pesados) que transportarán desde materiales para la construcción de la Macropera, hasta equipos y/o materiales de perforación, entre otros los cuales necesitaran de condiciones de transito seguras.	Construcción	2023

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

DICIEMBRE 2018

I-150

Tabla I.2.3-3 (continuación).

Infraestructura alternativa	Justificación	A desarrollar o complemento	Fecha de entrega (año)
Puente el Fango I	El puente se encuentra ubicado en el acceso a la Macropera Santuario 702 y deberá ser estudiada su integridad mecánica y requerimiento de rehabilitación para garantizar el acceso seguro a la Macropera.	Rehabilitación	2023
Camino de acceso al Complejo Santuario Noreste	El Complejo Santuario Noreste es una infraestructura nueva y requerirá de camino de acceso. Este camino es necesario para la circulación de vehículos (tantos ligeros como pesados) que transportarán desde materiales para la construcción, equipos pesados, entre otros los cuales necesitaran de condiciones de transito seguras.	Construcción	2023
Acceso restringido a la Macropera Santuario 401	La barda se construirá a base de muro de block, confinado con castillos y cadenas de concreto reforzado. Se le colocará concertina en la parte superior para brindar mayor seguridad y se instalará un portón de acceso. Se contará con caseta de vigilancia para la seguridad de la Pera.	Construcción	2019
Acceso restringido a la Macropera Santuario 601	La barda se construirá a base de muro de block, confinado con castillos y cadenas de concreto reforzado. Se le colocará concertina en la parte superior para brindar mayor seguridad y se instalará un portón de acceso. Se contará con caseta de vigilancia para la seguridad de la Pera.	Construcción	2019

Para el acondicionamiento de accesos, se evaluarán los caminos para luego determinar las mejoras necesarias de ser requeridas.

Infraestructura de recolección y transporte de producción

La producción en el Campo Santuario Noreste se estima que se realizará a través de 30 pozos de producción, los cuales estarán distribuidos entre 4 Macroperas (Santuario 401, Santuario 601, Santuario 502, Santuario 702). De estos pozos, 4 son existentes y 26 pozos nuevos a ser desarrollados durante la vida del campo. El sistema de recolección estará constituido por las redes de tuberías e infraestructura superficial integrados por cabezales

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

de recolección periféricos y generales, líneas de descarga, oleogasoductos de grupo y medición, y gasoductos de bombeo neumático. La mezcla de producción de cada pozo se llevará a través de la línea de descarga del pozo hasta el cabezal de recolección integrados por un colector de grupo y un colector de medición instalados en los límites de la macropera, el cabezal de recolección se interconectará al oleogasoducto de producción que tendrá como punto final el cabezal de recolección general en el Complejo Santuario Noreste. El sistema de inyección de gas de bombeo neumático del Campo Santuario Noreste contempla ramales y cabezales de distribución a cada una de las macroperas, así como líneas de inyección a cada pozo en las que se tendrá un sistema de regulación de presión y medición (Figura I.2.3-1).

**Macroperas y ductos de recolección (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113 fracción
II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.**

Figura I.2.3-1 Macropera y ductos de Recolección en Campo Santuario Noreste.

En el siguiente listado se muestra la infraestructura de recolección de producción que se proyecta para el Campo Santuario Noreste (Tabla I.2.3-4 a Tabla I.2.3-5).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.2.3-4 Cabezales y líneas en Campo Santuario Noreste.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Cabezales y ductos de recolección en Campo Santuario Noreste	Macropera Santuario 401		
	Cabezal de recolección (Colector de producción y medición) con suficientes disparos para el número de pozos requeridos.	Individual	2024
	Oleogasoducto desde el Colector de producción al Complejo Santuario Noreste.	Individual	2024
	Línea de medición desde el Colector de medición al Complejo Santuario Noreste.	Individual	2024
	Macropera Santuario 502		
	Cabezal de recolección (Colector de producción y medición) con suficientes disparos para el número de pozos requeridos.	Individual	2020
	Oleogasoducto desde el Colector de producción a Macropera Santuario 502.	Individual	2020
	Línea de medición desde el Colector de medición al Complejo Santuario Noreste.	Individual	2020
	Macropera Santuario 601		
	Cabezal de recolección (Colector de producción y medición) con suficientes disparos para el número de pozos requeridos.	Individual	2021
	Oleogasoducto desde el Colector de producción a Macropera Santuario 601.	Individual	2021

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-4 (continuación).

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Cabezales y ductos de recolección en Campo Santuario Noreste	<p>Instalación de paro remoto de SAN 601 desde SAN 401.</p> <p>(El paro remoto en las peras SAN-401, SAN-601, SAN-502 y SAN-702 consiste en cerrar de forma remota desde el Complejo Santuario Noreste las válvulas de corte (SDV) de los cabezales de producción y cabezales de medición de pozos, así como también se podrá realizar el cierre remoto desde el sistema SCADA. En cada pera de producción se instalará la infraestructura de Telecomunicación para este fin, siendo esto como mínimo requerido los equipos de Radio enlaces, antenas, mástil y Unidad de Terminal Remota (RTU).</p>	Individual	2019
	Macropera Santuario 702		
	Cabezal de recolección (Colector de producción y medición) con suficientes disparos para el número de pozos requeridos.	Individual	2023
	Oleogasoducto desde el Colector de producción al Complejo Santuario Noreste.	Individual	2023
	Línea de medición desde el Colector de medición al Complejo Santuario Noreste.	Individual	2023
Red y Cabezales de inyección de gas de BN en campo Santuario Noreste	Red de bombeo neumático desde el Complejo Santuario Noreste al cabezal de BN de la Macropera Santuario 502.	Individual	2026
	Cabezal de distribución de gas de BN de la Macropera Santuario 502 con los disparos suficientes para los pozos de producción.	Individual	2026

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-4 (continuación).

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Red y Cabezales de inyección de gas de BN en campo Santuario Noreste	Ramal de interconexión de la red de bombeo neumático al cabezal de distribución de gas de BN de la Macropera Santuario 702.	Individual	2025
	Cabezal de distribución de gas de BN de la Macropera Santuario 702 con los disparos suficientes para los pozos de producción.	Individual	2025
	Red de bombeo neumático desde el Complejo Santuario Noreste al cabezal de BN de la Macropera Santuario 601.	Individual	2023
	Cabezal de distribución de gas de BN de la Macropera Santuario 601 con los disparos suficientes para los pozos de producción.	Individual	2023
	Ramal de interconexión de la red de bombeo neumático al cabezal de distribución de gas de BN e la Macropera Santuario 401.	Individual	2023
	Cabezal de distribución de gas de BN de la Macropera Santuario 401 con los disparos suficientes para los pozos de producción.	Individual	2021

Tabla I.2.3-5 Infraestructura necesaria para la prueba piloto.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Líneas de inyección de agua Campo Santuario Noreste	Prueba piloto de inyección de agua		
	Macropera Santuario 502		
	Línea de succión de agua de pozo fuente a la Planta de Tratamiento de Agua para prueba piloto.	Individual	2021
	Línea de Inyección de agua de la Planta de Tratamiento de Agua a pozo inyector.	Individual	2021

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Acorde al Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, la construcción de la infraestructura necesaria para la recolección y manejo de la producción (líneas de descargas), para la implementación de bombeo neumático en pozos que lo requieran y para la inyección de agua congénita, se realizará considerando las condiciones y características que se muestran en la Tabla I.2.3-6 a la Tabla I.2.3-12.

Tabla I.2.3-6 Presión y temperatura de diseño de ductos.

Sistema	Presión de diseño	Temperatura de diseño
Línea de descarga y cabezales de recolección.	Presión estática del pozo: 145 kg/cm ²	30.0 °C
Red de bombeo neumático del Campo Santuario	84.4 kg/cm ² (Máxima)	50.0 °C
Salinoducto del Complejo Santuario Noreste a Pozos Letrina.	210 kg/cm ² (Máxima)	40 °C

Tabla I.2.3-7 Flujos de diseño por peras de producción.

Pera	Nombre del pozo	Estado	Capacidades de diseño		
			Líquidos (bpd)	Gas asociado (mmpcsd)	Gas BN (mmpcsd)
San 401	401	Operando	LDD: 3,000 cu Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 4.0
	402	Operando			
	403	Operando			
	404	Nuevo			
	405	Nuevo			
	406	Nuevo			
	407	Nuevo			
	408	Nuevo			
	6 Pozos	Disponible			

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-7 (continuación).

Pera	Nombre del pozo	Estado	Capacidades de diseño		
			Líquidos (bpd)	Gas asociado (mmpcsd)	Gas BN (mmpcsd)
San 601	601	Operando	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 Gasoducto BN: 5.0
	602	Nuevo			
	603	602			
	604	602			
	605	602			
	606	602			
	607	602			
	608	602			
	609	602			
	610	602			
	6 Pozos	Adicionales			
San 502 5 pozos	502	Nuevo	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 4.5
	503	Nuevo			
	504	Nuevo			
	507	Nuevo			
	508	Nuevo			
	509	Nuevo			
	510	Nuevo			
	511	Nuevo			
	512	Nuevo			
		5 pozos			
San 702	702	Nuevo	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 7,250	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 4.5	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 1.5
	703	Nuevo			
	705	Nuevo			
		5 pozos			

Tabla I.2.3-8 Flujos de diseño de peras y pozos de inyección de agua.

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
401	1	Nuevo	Fuente	Línea de agua: 65,000	10,800	-
	2	Nuevo	Fuente		10,800	-

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 410001630.

Tabla I.2.3-8 (continuación).

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
401	3	Nuevo	Fuente		10,800	-
	4	Nuevo	Fuente		10,800	-
	5	Nuevo	Fuente		10,800	-
	6	Nuevo	Fuente		10,800	-
502	500_F	Nuevo	Fuente	Línea de agua: 5,500	7,000	
	500_IA	Nuevo	Inyección		7,000	120@4000 bpd
	500_IB	Nuevo	Inyección		7,000	80@1,500 bpd
CB-WI-1	CB-WI-1	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 14,500	7,000	120@4000 bpd
	CB-WI-1 ^a	Nuevo	Inyección		7,000	130@4,500 bpd
	SB-WI-1	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	3 pozos	Disponibles	Inyección			
CB-WI-2	CB-WI-2 ^a	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 11,500	7,000	150@5,500 bpd
	CB-WI-2B	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	2 pozos	Disponibles	Inyección		7,000	
SB-WI-2	SB-WI-2 ^a	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 28,000	7,000	130@5,000 bpd
	SB-WI-2B	Nuevo	Inyección		7,000	110@4,000 bpd
	CB-WI-4 ^a	Nuevo	Inyección		7,000	120@4,500 bpd
	CB-WI-4B	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	CB-WI-5	Nuevo	Inyección		7,000	110@4,000 bpd
	CB-WI-5 ^a	Nuevo	Inyección		7,000	140@5,000 bpd
	6 Pozos	Nuevo	Inyección			-

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-8 (continuación).

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
NE-2	CB-WI-3 ^a	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 19,000	7,000	120@3,700 bpd
	CB-WI-3B	Nuevo	Inyección		7,000	130@4,500 bpd
	CB-WI-3C	Nuevo	Inyección		7,000	140@5,000 bpd
	CB-WI-3D	Nuevo	Inyección		7,000	90@1,800 bpd
	4 pozos	Disponibles	Inyección		-	-

Tabla I.2.3-9 Líneas de descargas, líneas de medición y oleogasoductos.

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 702	Cabezal de Recolección Pozo Santuario 702. Incluye colector de grupo con 4 disparos y colector de medición con 4 disparos.	Cabezal de recolección			
	LDD de Pozo San 702 a Cabezal Santuario 702	LDD	San-702	Cabezal de Recolección Santuario 702	0.14
	LDD de pozo San 703 a Cabezal Santuario 702	LDD	San-703	Cabezal de Recolección Santuario 702	0.14
	LDD de pozo San 704 a Cabezal Santuario 702	LDD	San-704	Cabezal de Recolección Santuario 702	0.14
	OLG de A.T. pera Santuario 702 A T. Complejo Santuario Bloque Noreste	OLG	A.T. Pera Santuario 702	A.T. Complejo Santuario Noreste	2.43
	LM de A.T. pera Santuario 702 a A.T. Complejo Santuario Noreste	LM	A.T. Pera Santuario 702	A.T. Complejo Santuario Noreste	2.43

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-9 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 601	Cabezal de Recolección pozo Santuario 601. Incluye ampliación de Colector de Grupo de 8" ø con 8 disparos y Colector de Medición con 12 disparos.	Cabezal de Recolección			
	LDD de pozo San 602 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-602	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LDD de pozo San 603 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-603	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LDD de pozo San 604 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-604	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LDD de pozo San 605 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-605	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LDD de pozo San 606 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-606	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	Ldd de pozo san 607 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-607	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LDD de pozo San 608 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-608	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LDD de pozo San 609 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-609	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-160

Tabla I.2.3-9 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 601	LDD de pozo San 610 a Cabezal Santuario 601	LDD	San-610	Cabezal de Recolección Santuario 601	0.150
	LM de Cab Sant 601 a Complejo Santuario Bloque Noreste	LM	Cab San 601	A.T. Complejo Santuario Noreste	1.45
	OLG 8" ø Cab San 601 a Cab San 401 (en etapa de construcción)	OLG	Cab San 601	Cab San 401	1.40
Santuario 502	Cabezal de recolección pozo Santuario 502. Incluye Colector de grupo con 10 disparos y colector de medición con 10 disparos.	Cabezal de Recolección			
	LDD de pozo San 502 a cabezal Santuario 502	LDD	San 502	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
Santuario 502	LDD de pozo San 503 a cabezal Santuario 502	LDD	San 503	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	LDD de pozo San 504 a cabezal Santuario 502	LDD	San 504	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	LDD de pozo San 507 a cabezal Santuario 502	LDD	San 507	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	LDD de pozo San 508 a cabezal Santuario 502	LDD	San 508	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	LDD de pozo San 509 a cabezal Santuario 502	LDD	San 509	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-9 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 502	LDD de pozo San 510 a cabezal Santuario 502	LDD	San 510	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	LDD de pozo San 511 a cabezal Santuario 502	LDD	San 511	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	LDD de pozo San 512 a cabezal Santuario 502	LDD	San 512	Cabezal de Recolección Santuario 502	0.12
	OLG de A.T. pera Santuario 502 a cabezal Santuario 401	OLG	A.T. Pera Santuario 502	A.T. Cabezal de Recolección Santuario	2.5
	LM de A.T. pera Santuario 502 a t. complejo Santuario noreste	LM	A.T. Pera Santuario 502	A.T. Complejo Santuario Noreste	2.5
Santuario 401	Cabezal de Recolección pozo Santuario 401. Incluye Colector de grupo con 12 disparos, así como Colector de medición con 10 disparos.	cabezal de recolección			
	LDD de pozo San 404 a cabezal Santuario 401	LDD	San 404	Cabezal de Recolección Santuario 401	0.25
	LDD de pozo San 405 a Cabezal Santuario 401	LDD	San 405	Cabezal de Recolección Santuario 401	0.25
	LDD de pozo San 406 a Cabezal Santuario 401	LDD	San 406	Cabezal de Recolección Santuario 401	0.25

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-162

Tabla I.2.3-9 (continuación)

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 401	LDD de pozo San 407 a Cabezal Santuario 401	LDD	San 407	Cabezal de Recolección Santuario 401	0.25
	LDD de Pozo San 408 a Cabezal Santuario 401	LDD	San 408	Cabezal de Recolección Santuario 401	0.25
	OLG de A.T. pera Santuario 401 a Complejo Santuario Noreste	OLG	A.T. Pera Santuario 401	A.T. Cabezal de Recolección Santuario	0.40
	LM de A.T. Pera Santuario 401 a A.T. Complejo Santuario Noreste	LM	A.T. Pera Santuario 401	A.T. Complejo Santuario Noreste	0.40

Tabla I.2.3-10 Red de bombeo neumático Campo Santuario Noreste.

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 702	Cabezal de Distribución de Gas de BN Santuario 702. Incluye Colector de BN con 4 disparos	Cabezal de Bombeo Neumático			
	LBN de Cabezal de BN Santuario 702 a Pozo San 702	LBN	Cabezal de BN Santuario 702	Pozo San 702	0.22
	LBN de cabezal de BN Santuario 702 a pozo san 704	LBN	Cabezal de BN Santuario 702	Pozo San 704	0.22

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-163

Tabla I.2.3-10 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 601	Cabezal de distribución de gas De bn Santuario 601. Incluye Colector de grupo de 6" ø con 8 Disparos de 2" ø	Cabezal de Bombeo Neumático			
	LBN de Cabezal de Bn Santuario 601 a Pozo San 601	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 601	0.20
	Lbn de cabezal de bn Santuario 601 a pozo san 602	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 602	0.20
	LBN de Cabezal de bn Santuario 601 a Pozo San 604	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 604	0.20
	LBN de Cabezal de BN Santuario 601 a Pozo San 605	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 605	0.20
	LBN de Cabezal de BN Santuario 601 a Pozo San 606	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 606	0.20
	LBN de Cabezal de BN Santuario 601 a Pozo San 607	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 607	0.20
	LBN de Cabezal de BN Santuario 601 a Pozo San 608	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 608	0.20
	LBN de Cabezal de BN Santuario 601 a Pozo San 610	LBN	Cabezal de BN Santuario 601	Pozo San 610	0.20

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-164

Tabla I.2.3-10 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 502	Cabezal de Distribución de Gas de BN Santuario 502. Incluye Colector de BN con 10 disparos	Cabezal de Bombeo Neumático			
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 502	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 502	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 503	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 503	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 504	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 504	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 507	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 507	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 508	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 508	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 509	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 509	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 511	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 511	0.15
	LBN de Cabezal de BN Santuario 502 a Pozo San 512	LBN	Cabezal de BN Santuario 502	Pozo San 512	0.15

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-165

Tabla I.2.3-10 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Santuario 401	Cabezal de Distribución de Gas de BN Santuario 401. Incluye Colector de BN con 8 disparos	Cabezal de bombeo neumático			
	LBN de Cabezal de BN Santuario 401 a Pozo San 401	LBN	Cabezal de BN Santuario 401	Pozo San 401	0.22
	LBN de Cabezal de BN Santuario 401 a Pozo San 402	LBN	Cabezal de BN Santuario 401	Pozo San 402	0.22
	LBN de Cabezal de BN Santuario 401 a Pozo San 404	LBN	Cabezal de BN Santuario 401	Pozo San 404	0.22
	LBN de Cabezal de Bn Santuario 401 a Pozo San 405	LBN	Cabezal de BN Santuario 401	Pozo San 405	0.22
	LBN de Cabezal de BN Santuario 401 a Pozo San 406	LBN	Cabezal de BN Santuario 401	Pozo San 406	0.22
	LBN de Cabezal de BN Santuario 401 a Pozo San 407	LBN	Cabezal de BN Santuario 401	Pozo San 407	0.22
Red de BN 1	Gdo complejo Santuario Noreste a Cabezal de BN Santuario 502	GDO	Complejo Santuario Noreste	Pera San 502	2.15
	Ramal de Cabezal de BN Santuario 702	GDO	Km 0+600 del Gdo Complejo Santuario Noreste a Cab BN San 502	Pera 702	1.60
Red de BN 2	Gdo Complejo Santuario Noreste a Cabezal de BN Santuario 601	GDO	Complejo Santuario Noreste	pera san 601	1.35
	Ramal de Cabezal de BN Santuario 401	GDO	km 0+450 del Gdo Complejo Santuario Noreste a Cab BN San 601	pera san 401	0.60

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-166

Tabla I.2.3-11 Líneas de Inyección de Agua, Campo Santuario Noreste.

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
SB-WI-2	Cabezal de inyección de agua Congénita de pera SB-WI-2	Cabezal de inyección			
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-4A	Línea	Cabezal de inyección de Agua congénita de Pera SB-WI-2	Pozo CB-WI-4A	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-5A	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de Pera SB-WI-2	Pozo CB-WI-5A	0.15
SB-WI-2	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a pozo Santuario CB-WI-4B	Línea	Cabezal de inyección de Agua congénita de pera SB-WI-2	Pozo CB-WI-4B	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a pozo Santuario CB-WI-2A	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera SB-WI-2	Pozo CB-WI-2A	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a pozo Santuario CB-WI-5	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera SB-WI-2	Pozo CB-WI-5	0.15
	Línea de Inyección de agua de Cabezal de inyección a pozo Santuario CB-WI-2B	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera SB-WI-2	Pozo CB-WI-2B	0.15

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-167

Tabla I.2.3-11 (continuación)

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
CB-WI-1	Cabezal de inyección de agua congénita de pera CB-WI-1	Cabezal de inyección			
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario SB-WI-1	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera CB-WI-1	Pozo SB-WI-1	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-1A	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera CB-WI-1	Pozo CB-WI-1A	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-1	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera CB-WI-1	Pozo CB-WI-1	0.15
NE-2	Cabezal de inyección de agua Congénita de pera NE-2	Cabezal de inyección			
	Línea de inyección de agua de cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-3A	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera NE-2	Pozo CB-WI-3A	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-3D	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera NE-2	Pozo CB-WI-3D	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-3B	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera NE-2	Pozo CB-WI-3B	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-3C	Línea	Cabezal de inyección de agua congénita de pera NE-2	Pozo CB-WI-3C	0.15

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-168

Tabla I.2.3-11 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
CB-WI-2	Cabezal de inyección de agua Congénita de Pera CB-WI-2	Cabezal de inyección			
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario CB-WI-2A	Línea	Cabezal de Inyección de Agua Congénita de Pera CB-WI-2	Pozo CB-WI-2A	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a pozo Santuario CB-WI-2B	Línea	Cabezal de Inyección de Agua Congénita de Pera CB-WI-2	Pozo CB-WI-2B	0.15
502	Cabezal de inyección de agua Congénita de Pera 502				
	Línea de Inyección de Agua de Cabezal de Inyección a Pozo Santuario 500-1A	Línea	Cabezal de Inyección de Agua Congénita de Pera Santuario 502	San-500_1A	0.15
	Línea de inyección de agua de Cabezal de inyección a Pozo Santuario 500-1B	Línea	Cabezal de Inyección de Agua Congénita de Pera Santuario 502	San-500_1B	0.15

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-169

Tabla I.2.3-11 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
401	Cabezal de agua fuente de pera San 401	Cabezal de succión			
	Línea de agua de pozo Santuario Fuente-1 a cabezal de agua Fuente de pera San-401	Línea	Pozo Fuente- 1	Cabezal de agua fuente de pera San 401	0.15
	Línea de agua de Pozo Santuario Fuente-2 a Cabezal de agua Fuente de pera San-401	Línea	Pozo Fuente- 2	Cabezal de agua Fuente de Pera San 401	0.15
	Línea de agua de Pozo Santuario Fuente-3 a Cabezal de agua Fuente de Pera San-401	Línea	Pozo Fuente- 3	Cabezal de agua Fuente de Pera San 401	0.15
	Línea de agua de Pozo Santuario Fuente-4 a Cabezal de Agua Fuente de Pera San-401	Línea	Pozo Fuente- 4	Cabezal de agua Fuente de Pera San 401	0.15
	Línea de agua de Pozo Santuario Fuente-5 a Cabezal de Agua Fuente de Pera San-401	Línea	Pozo Fuente- 5	Cabezal de agua Fuente de pera San 401	0.15
	Línea de agua de Pozo Santuario Fuente-6 a Cabezal de Agua Fuente de Pera San-401	Línea	Pozo Fuente- 6	Cabezal de agua Fuente de Pera San 401	0.15

Tabla I.2.3-12 Salinoductos, Campo Santuario Noreste.

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
401	Salinoducto de Pera San 401 a Complejo Santuario Noreste.	Sal	Pera 401	Complejo Santuario Noreste	0.4

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-170

Tabla I.2.3-12 (continuación).

Pera	Proyectos	Servicio	Origen	Destino	Longitud km
Complejo Santuario Noreste	Salinoducto de Complejo Santuario Noreste a Pera Santuario 502	Sal	Complejo Santuario Noreste	Pera Santuario 502	2.2
502	Salinoducto de Pera Santuario 502 a Pera CB-WI-1	Sal	Pera Santuario 502	Pera CB-WI-2	2.2
Complejo Santuario Noreste	Salinoducto de Complejo Santuario Noreste a Pera SB-WI-2	Sal	Complejo Santuario Noreste	Pera SB-WI-2	3.5
SB-WI-2	Salinoducto de Interconexión a Pera 2 del km 1+940 aprox. del Salinoducto de Complejo Santuario Noreste – Pera SB-WI-2	Sal	Km 1+940 aprox. Del Salinoducto de Complejo Santuario Noreste –Pera SB-WI-2	Pera NE-2	1.0
Complejo Santuario Noreste	Salinoducto de Complejo Santuario Noreste a Pera CB-WI-2	Sal	Complejo Santuario Noreste	pera CB-WI-2	2.6
CB-WI-2	Salinoducto a Pozo letrina en Pera Santuario 702 del km 1+780 aprox. del Salinoducto de Complejo Santuario Noreste a Pera CB-WI-2	Sal	Km 1+780 aprox. Del Salinoducto de Complejo Santuario Noreste a Pera CB-WI-2	Pozo letrina en Pera San-702	0.3

La información de la tabla solo es de referencia para la elaboración del análisis hidráulico integral del sistema que es alcance de este proyecto, la ingeniería de estas líneas es a futuro.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Infraestructura de Transporte

Los principales ductos de transporte del área contractual Santuario son los siguientes:

- Oleoducto nuevo de 8"Ø x 13.5 km aproximadamente de Batería de Separación Santuario al Complejo El Golpe, este ducto transporta la producción de líquidos de la Batería de Separación Santuario al Complejo Santuario Noreste para su procesamiento y de ahí al Complejo El Golpe para su fiscalización y posterior envío a la Terminal Marítima Dos Bocas a través del oleoducto existente de 10"Ø x 32 km (Figura I.2.3-2).
- Gasoducto nuevo de 8"Ø x 13.5 km aproximadamente de la Batería de Separación Santuario al Complejo El Golpe. Este ducto transporta la producción de gas de la Batería de Separación Santuario y Batería Santuario Noreste hasta el Complejo El Golpe donde se mezcla con el gas de la Batería de Separación El Golpe II previa fiscalización y posterior envío a la Estación de Compresión Castarrical (Tabla I.2.3-13 a Tabla I.2.3-16).

**Esquema de ductos de transporte (secreto industrial).
Información protegida conforme los artículos 113 fracción
II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.**

Figura I.2.3-2 Ductos de transporte del Área de Contractual Santuario.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.2.3-13 Ductos de transporte nuevos del Área contractual Santuario.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Ductos de Transporte	Oleoducto de 8"Ø x 13.5 km de Batería de Separación Santuario al Complejo El Golpe.	Individual	2021
	Gasoducto de 8"Ø x 13.5 km de Batería de Separación Santuario al Complejo El Golpe.	Individual	2021
	Salinoducto del Complejo Santuario Noreste a pozo letrina.	Individual	2023

Tabla I.2.3-14 Capacidad de flujo del Gasoducto.

Gasoducto de Batería Santuario – Estación de Compresión El Golpe				
Corriente	Tramo	Capacidad (mmpcsd)		
		Máximo	Normal	Mínimo
Gas de Batería Santuario	Batería Santuario – Complejo Santuario Noreste	5	5	3
Gas del Complejo Santuario Noreste	Complejo Santuario Noreste – Estación de Compresión El Golpe	41	29	10

Nota 1: El gas de Batería Santuario se procesará en el Complejo Santuario Noreste.

Tabla I.2.3-15 Capacidad de flujo del Oleoducto.

Oleoducto de Batería Santuario – Planta Deshidratadora El Golpe				
Corriente	Tramo	Capacidad (bpd)		
		Máximo	Normal	Mínimo
Líquido de Batería Santuario	Batería Santuario – Complejo Santuario Noreste	14,700	8,200	8,200
Aceite del Complejo Santuario Noreste	Complejo Santuario Noreste – Planta Deshidratadora El Golpe	36,000	25,000	12,000

Nota 1: El líquido de Batería Santuario se procesará en el Complejo Santuario Noreste.

Tabla I.2.3-16 Condiciones de Presión y Temperaturas.

Corriente	Tramo	Estado físico	Presión kg/cm ² (3)			Temperatura °C (3)		
			Máx.	Nor.	Mín.	Máx.	Nor.	Mín.
Gas de Batería Santuario (1)	Batería Santuario – Complejo Santuario Noreste	Gas	5	5	5	35	32	32
Gas del Complejo Santuario Noreste	Complejo Santuario Noreste – Planta Deshidratadora El Golpe	Gas	45	36	17	50	32	32
Líquido de Batería Santuario (2)	Batería Santuario – Complejo Santuario Noreste	Líquido	31	24	24	35	32	32
Aceite del Complejo Santuario Noreste (4)	Complejo Santuario Noreste – Planta Deshidratadora El Golpe	Líquido	50	38	17	50	32	32

Notas:

(1) El gas de Batería Santuario se procesará en el Complejo Santuario Noreste.

(2) El líquido de Batería Santuario se procesará en el Complejo Santuario Noreste.

(3) Estos datos son preliminares y deberán ser ratificados y validados durante la ejecución de la Ingeniería básica de acuerdo con los resultados del análisis hidráulico integral del sistema de transporte de ductos.

(4) El aceite contiene un 0.5% volumen de agua.

De forma generalizada los datos de diseño para toda la infraestructura principal de transporte que se diseñará y construirá en el Área Contractual Santuario y El Golpe se indican en la Tabla I.2.3-17 a la Tabla I.2.3-21.

Tabla I.2.3-17 Parámetros de diseño de tubería de gasoducto de 8"Ø.

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	8
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.312
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	50
Presión de diseño	kg/cm ²	50

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-17 (continuación).

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Presión máxima de operación	kg/cm ²	45
Flujo máximo	MMpcsd	25.0
Flujo de diseño	MMpcsd	35.0

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería.

Tabla I.2.3-18 Parámetros de diseño de tubería de bombeo neumático 6"Ø.

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	6
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.344
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	50
Presión de diseño	kg/cm ²	94
Presión máxima de operación	kg/cm ²	85
Flujo máximo	MMpcsd	8.0
Flujo de diseño	MMpcsd	12.0

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería.

Tabla I.2.3-19 Parámetros de diseño de tubería de oleoducto de 8"Ø.

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	8
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.312
Material	-	Acero al Carbono

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-19 (continuación).

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	50
Presión de diseño	kg/cm ²	55
Presión máxima de operación	kg/cm ²	50
Flujo máximo	BPD	30,000
Flujo de diseño	BPD	35,000

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería.

Tabla I.2.3-20 Parámetros de diseño de tubería de oleogaseoducto y línea de medición de 8" y 4"Ø, respectivamente.

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	8/4
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.277/0.237
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	32
Presión de diseño	kg/cm ²	25
Presión máxima de operación	kg/cm ²	23
Flujo máximo Aceite	BPD	8,500/1,700
Flujo máximo Gas	MMpcsd	11.0/5.0
Flujo máximo Agua	BPD	5,000/1,350
Flujo máximo de liquido	BPD	10,500
Flujo de Diseño Aceite	BPD	10,000/2,000
Flujo de Diseño Gas Asociado más BN	MMpcsd	14.5/6.0
Flujo de Diseño Agua	BPD	11,500/1,800
Flujo de Diseño de Liquido	BPD	16,000

Notas 1: Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-21 Parámetros de diseño de tubería de salinoducto de 6" Ø.

Parámetro	Unidad	Valor (nota 1)
Diámetro Nominal (NPS)	Pulgada	6
Tolerancia de Corrosión	mm	0.159 x año
Espesor de pared	Pulgada	0.500
Material	-	Acero al Carbono
Especificación de materiales	-	ISO 3183 Gr L360 PSL2
Temperatura de diseño	°C	40
Presión de diseño	kg/cm ²	210
Recubrimiento (interno)	-	(Nota 2)
Presión máxima de operación	kg/cm ²	191
Flujo máximo	BPD	10,000
Flujo de diseño	BPD	25,000

Notas:

1. Estos valores son preliminares se deberá de corroborar durante el desarrollo de la ingeniería
2. Recubrimiento interno resistente al agua congénita.

Inicio de operación

A continuación, de la Tabla I.2.3-22 a la Tabla I.2.3-28 se muestran las fechas probables de inicio de operación de las obras contempladas en cada una de las áreas de asignación y campos de producción del Área Contractual Santuario y El Golpe.

Área de Asignación El Golpe

Área El Golpe

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-22. Ductos de transporte Área El Golpe.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Ducto de transporte	Salinoducto de Planta Deshidratadora El Golpe a pozo letrina.	Individual	2019
	Línea de inyección de agua congénita hacia el pozo El Golpe 22T.	Individual	2020
Líneas de Bombeo neumático	Línea de bombeo neumático hacia el pozo el Golpe 30D	Individual	2019
	Línea de bombeo neumático hacia el pozo el Golpe 123	Individual	2019
	Línea de bombeo neumático hacia el pozo el Golpe 126	Individual	2019

Instalaciones

Área de Asignación Santuario

Área Santuario - Batería de Separación Santuario

Tabla I.2.3-23 Potencial infraestructura nueva en Batería de Separación Santuario.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Batería de Separación Santuario	Quemador Elevado	Individual	2021
	Adecuación del Sistema contra-incendios	Individual	2021
	Sistema de gas y fuego	Individual	2019
	Sistema de medición de niveles en tanques	Individual	2020

Campo Santuario Noreste

Primera Etapa – Aumento de capacidad de las instalaciones de producción temprana a 12 mbpd

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-24 Potencial infraestructura nueva en Batería de Separación Santuario Bloque Noreste Producción Temprana.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Batería de Separación Santuario Noreste Producción Temprana (IPT)	Separador trifásico, 1era Etapa ⁽¹⁾	Individual	2020
	Bomba de Transferencia ⁽²⁾	Individual	2020
	Unidad Recuperadora de Vapor ⁽²⁾	Individual	2020
	Cachador de líquidos de desfogue ⁽¹⁾	Individual	2020
	Quemador elevado ⁽¹⁾	Individual	2020

(1) Este equipo sustituirá al existente.

(2) Equipo adicional al existente.

Nota: El inicio de operación presentado es de manera tentativa sujeto a la aprobación del plan.

Segunda Etapa – Nuevo Complejo Santuario Noreste

Tabla I.2.3-25 Potencial infraestructura nueva en Complejo Santuario Noreste.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Separación gas-líquidos y estabilización	Separador horizontal trifásico de media presión.	Individual	2023
	Rectificador vertical de gas de media presión.	Individual	
	Intercambiador de calor crudo-crudo	Individual	
	Calentador de crudo	Individual	
	Separador horizontal trifásico de baja presión.	Individual	
	Separador horizontal de medición.	Individual	
	Bomba de trasiego de crudo LP.	Individual	

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-25 (continuación).

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Deshidratación, desalado y envío de crudo en especificación	Bombas de exportación de aceite.	Individual	2023
	Bomba de trasiego de tanque de almacenamiento	Individual	
	Bomba de trasiego de agua congénita de separador LP	Individual	
	Bomba de recirculación de agua congénita	Individual	
	Deshidratador electrostático	Individual	
	Desalador electrostático	Individual	
	Tanque de balance de crudo	Individual	
	Tanques de almacenamiento de crudo	Individual	
Compresores	Paquete de unidad recuperadora de vapor	Individual	2023
	Paquete de compresión de gas asociado y de BN	Individual	
Planta de tratamiento de agua	Planta de tratamiento de agua	Individual	2023
	Tanque de balance agua de inyección	Individual	
	Tanque de almacenamiento de agua congénita	Individual	
	Bomba de trasiego de agua congénita	Individual	
	Bombas de inyección de agua tratada	Individual	
Servicios auxiliares	Turbinas de generación de energía eléctrica	Individual	2023
	Sistema de gas combustible	Individual	
	Paquetes de inyección de químicos	Individual	
	Quemador elevado para alta presión	Individual	
	Quemador elevado para baja presión	Individual	
	Tanque de desfogue de alta presión	Individual	

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.2.3-25 (continuación).

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Servicios auxiliares	Tanque de desfogue de baja presión	Individual	2023
	Bomba recuperadora de líquidos de desfogues de alta presión	Individual	
	Bomba recuperadora de líquidos de desfogues de baja presión	Individual	
	Paquete de aire de instrumentos y de planta	Individual	
	Sistema de agua potable	Individual	
	Sistema de agua de servicio	Individual	
	Sistema de agua de lavado de crudo	Individual	
	Sistema de drenaje y procesamiento de aguas negras y grises	Individual	
	Sistema contra-incendios	Individual	
	Paquete generador de emergencia	Individual	
	Sistema de diésel	Individual	
	Sistema de drenaje cerrado	Individual	
	Sistema de drenaje abierto	Individual	

Nota: El inicio de operación presentado es de manera tentativa sujeto a la aprobación del plan.

Área de Asignación El Golpe

Batería de Separación El Golpe II

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-181

Tabla I.2.3-26 Potencial infraestructura nueva en Batería de Separación El Golpe II.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Batería de Separación El Golpe II	Separador bifásico	Individual	2020
	Rectificador de gas	Individual	2020
	Sistema de medición de niveles de Tanques	Individual	2020
	Quemador elevado	Individual	2021

Estación de Compresión El Golpe

Tabla I.2.3-27 Potencial infraestructura nueva en la Estación de Compresión El Golpe.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
Estación de Compresión El Golpe	Sistema de medición fiscal de gas	Compartido	2020
	Adecuación Sistema contra-incendios ⁽¹⁾	Individual	2020
	Adecuación Sistema de gas y fuego	Individual	2020

(1) Equipo común para las instalaciones del Complejo El Golpe.

Nota: El inicio de operación presentado es de manera tentativa sujeto a la aprobación del plan.

Planta Deshidratadora El Golpe

Aumento de capacidad de las instalaciones de producción temprana a 12,0 MBPD, procesamiento en la Planta deshidratadora El Golpe y Nuevo Complejo Santuario Noreste

Tabla I.2.3-28 Potencial infraestructura nueva a construir en la Planta Deshidratadora El Golpe.

Tipo de infraestructura	Descripción	Uso individual o compartido	Inicio de operación
El Golpe	Vasija electrostática (2)	Compartida	2021
	Bomba de inyección de agua congénita	Compartida	2020
	Bomba de trasiego	Compartida	2019
	Bombas de exportación de aceite	Compartida	2019
	Planta de Tratamiento de Agua Congénita	Compartida	2022
	Paquete de aire de planta e instrumentos (1)	Compartida	2020
	Sistema de medición de niveles de tanques	Compartida	2020
	Rectificador vertical de gas a quemador	Compartida	2020
	Paquete de medición fiscal de aceite	Compartida	2020
	Instalación de PSV en Calentador de crudo CH-300.	Compartida	2019
Líneas de servicios auxiliares	Sustitución de líneas de aire de instrumentos.	Compartida	2021
	Sustitución de líneas de proceso del sistema de agua congénita.	Compartida	2021

(1) Equipo común para las instalaciones del Complejo El Golpe.

(2) Este equipo dependerá del Estudio de Gestión de Integridad de Activos (AIM) de la vasija existente

Nota: El inicio de operación presentado es de manera tentativa sujeto a la aprobación del plan.

Como se ha señalado en secciones anteriores, en el **Anexo I-2** podemos consultar el plano del arreglo general del Complejo Santuario Noreste y planos de ubicación de las obras en todo el Área Contractual Santuario y El Golpe.

I.2.4. Pruebas de verificación

Descripción de las condiciones en las que se realizan las pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica, protección anticorrosiva, de los tanques de almacenamiento, equipo de proceso, entre otros.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

El Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe se ejecutará de una manera gradual según programa de actividades. En este momento, las obras en proceso de ejecución se encuentran en un estatus de desarrollo conceptual.; razón por la cual las obras contempladas en este periodo aún no cuentan con reportes reales del desarrollo de actividades tales como pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica, protección anticorrosiva, corrida de diablos u otros similares. Debido a lo anterior la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos estrictos de alcances requeridos por Petrofac en las bases de usuarios de las obras.

Complejo Santuario Noreste

Inspección radiográfica

Todas las uniones y conexiones soldadas serán inspeccionadas de acuerdo con los requisitos establecidos por la ingeniería y especificadas en los isométricos de tubería, así como los tratamientos térmicos requeridos de acuerdo con el tipo de material, espesores de pared y condiciones de servicio.

Las técnicas de inspección y criterios de aceptación cumplirán como mínimo, con lo establecido en los códigos ASME Sección V, Sección IX o API RP 1104. La amplitud de la inspección radiográfica debe estar de acuerdo con los requisitos establecidos en el marco normativo mencionado.

Prueba hidrostática

Se utilizarán los criterios normativos establecidos vigentes para realizar las pruebas hidrostáticas a tuberías y equipos, mismos que contemplan las pruebas de presión que se deben realizar en plantas de servicio o proceso a sistemas de tubería y recipientes a presión nuevos.

Protección anticorrosiva

La aplicación, requisitos de calidad, muestreo y pruebas a los sistemas de protección anticorrosiva a base de recubrimientos para tuberías aéreas y/o subterráneas de acero al carbón se debe realizar de acuerdo con lo indicado en los estándares y normativa vigente. En el caso de tuberías que requieran recubrimiento interno se deberá seleccionar en el

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

desarrollo de la ingeniería, un sistema adecuado que cumpla con las condiciones requeridas.

Infraestructura de transporte

- La ingeniería de tuberías se desarrollará conforme a los alcances de diseño determinados por las normas, estándares, códigos y especificaciones aplicables al proyecto (enlistados en el **Apartado I.1**), con el objetivo de lograr un diseño apropiado que garantice la seguridad, el buen funcionamiento y que satisfaga las condiciones de operación requeridas.
- Los arreglos de tuberías se realizarán tomando en consideración los resultados del análisis hidráulico desarrollados durante la ingeniería básica. Dicho análisis deberá considerar las tuberías y cabezales de proyecto determinando su comportamiento y los diámetros óptimos para el manejo de la producción satisfaciendo las condiciones máximas de operación.
- Se considerará que toda la infraestructura que se construya deberá ser modular, teniendo facilidades de conexión para aumento o disminución de equipos según se requiera conforme a los pronósticos de producción. Para minimizar la corrosión interna se deberá implementar un sistema de recubrimiento interior anticorrosivo a base polímeros o epóxicos sólidos con alta resistencia a la abrasión y corrosión.
- Los sistemas de tubería deberán diseñarse para prevenir tropezones o peligros a la altura de la cabeza, así como las interferencias con los equipos para mantenimiento, remoción, operación o inspección. Cuando las interferencias para remover equipo no se puedan evitar, se deberán proveer carretes removibles.
- Todos los múltiples de válvulas, válvulas de control y válvulas de motor deberán localizarse para tener una fácil accesibilidad para operación y mantenimiento.
- Se diseñará un sistema de protección catódica, en el cual se contemple los diferentes métodos, para el control de la corrosión y asegurar la integridad mecánica de las estructuras metálicas, para una operación segura y económica, el sistema seleccionado deberá cumplir con la normatividad vigente y aplicable.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Describir las condiciones de operación de la planta (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), así como el estado físico de la(s) sustancia(s).

Anexar diagramas de flujo de proceso, donde se indiquen los equipos principales y auxiliares, así como los balances de masa.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Anexar Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) legibles y con la nomenclatura y simbología correspondiente.

En este apartado se muestran las condiciones de operación de las obras nuevas que son objeto del presente estudio de riesgo ambiental.

Complejo Santuario Noreste

A continuación, se describen las condiciones de operación de los procesos principales y servicios auxiliares del Complejo Santuario Noreste (Tablas I.3-1 a I.3-5).

Tabla I.3-1 Capacidad de diseño en el manejo de Materias Prima, Productos y subproductos del Complejo Santuario Noreste.

Capacidad de diseño	Unidad	Capacidad	Observaciones
Corriente de entrada			
Total de líquidos ⁽¹⁾	Bpd	55,000	Máximo de aceite: 35,000 ⁽²⁾ Máximo de agua producida: 35,000 ⁽²⁾
Total de gas	MMpcsd	46.5 ⁽²⁾	Gas asociado: 35.0(2) Gas de BN: 11.5
Inyección de agua			
Tratamiento de agua congénita	bpd	35,000	
Sistema de agua fuente	bpd	65,000	
Capacidad de inyección	bpd	50,000	Aumentar hasta alcanzar 65,000 bpd. Diseñar el sistema, hidráulicamente, para 100,000 bpd
Almacenaje			
Crudo	bbl	70,000	2 x 35,000 bpd tanques para flexibilidad operacional y nominación de producción

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.3-1 (continuación).

Capacidad de diseño	Unidad	Capacidad	Observaciones
Almacenaje			
Agua congénita	bbl	35,000	1 x tanque
Exportación			
Crudo	bpd	35,000	
Gas	MMpcsd	35.0	

- (1) En esta capacidad se incluye la producción de líquidos de Batería Santuario.
 (2) No considera márgenes de diseño para los equipos principales de proceso. Estos ya cuentan con los siguientes factores de servicio: 0.85 para el aceite y gas, y 0.72 para el agua.

Tabla I.3-2 Capacidad de manejo de equipos de proceso en el Complejo Santuario Noreste

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
20-20-01-VA01	Separador de media presión	Max Liquid: 55,14 Max Gas: 46	sbbl/day mmscfd
20-20-01-VA02	Rectificador de Gas de media presión	Max Liquid: 1,691 Max Gas: 47	sbbl/day mmscfd
20-20-01-VA03	Separador de baja presión	Max Liquid: 42,217 Max Gas: 8.21	sbbl/day mmscfd
20-20-01-VA04	Separador de prueba	Max Liquid: 3000 Max Gas: 2.1	sbbl/day mmscfd
20-20-01-VJ01	Deshidratador electrostático	Max Oil: 33,978 Max Water: 6,215	sbbl/day sbbl/day
20-20-01-VV01	Desalador electrostático	Max Oil: 33,947 Max Water: 4,499	sbbl/day sbbl/day
20-20-01-VL01	Tanque de balance de aceite crudo	~34,000	sbbl/day
44-10-01-VL01	Recipiente de inyección/disposición de agua	65,000	sbbl/day

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-2 (continuación).

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
Paquetes de Compresión			
23-20-01-XX01 A/B	Paquete recuperadora de vapor	8.6	mmscfd
23-20-01-VG01	Rectificador de succión URV		
23-20-01-KB01	Compresor de URV		
23-20-01-VG02	Rectificador de descarga de compresor de URV		
23-20-01-PB01 A/B	Bomba de rectificador de succión de compresor de URV		
23-20-01-HE01	Paquete de enfriador de compresor de URV		
23-20-01-XX02 A/B/C/D	Paquete de compresores de Gas asociado/Gas BN	16.7	mmscfd
23-20-02-VG01 A/B/C/D	Rectificador de succión de compresor de gas asociado 1ra etapa		
23-20-02-KB01 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 1ra etapa		
23-20-02-VG02 A/B/C/D	Rectificador de descarga de compresor de gas asociado 1ra etapa		
23-20-02-HE01 A/B/C/D	Soloaire de la descarga del compresor de gas asociado de 1ra etapa.		
23-20-02-KB02 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 2da etapa		
23-20-02-VG03 A/B/C/D	Rectificador de descarga de compresor de gas asociado 2da etapa		
23-20-02-HE02 A/B/C/D	Soloaire de la descarga del compresor de gas asociado de 2da etapa.		
23-20-02-KB03 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 3ra etapa		

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-2 (continuación).

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
23-20-02-VG04 A/B/C/D	Rectificador de descarga de compresor de gas asociado 3ra etapa		
23-20-02-HE03 A/B/C/D	Soloaire de la descarga del compresor de gas asociado de 3ra etapa.		
23-20-02-KB04 A/B/C/D	Compresor de gas de BN	3.84	mmscfd
23-20-02-VG05	Rectificador de descarga de compresor de gas de BN		
23-20-02-HE04 A/B/C/D	Soloaire de descarga de compresor de gas de BN		
23-20-02-GT01 A/B/C/D	Accionador de motor de eléctrico		
Bombas			
21-10-01-PX01 A/B/C	Bomba de transferencia de aceite crudo de baja presión	18,250	sbbl/day
21-10-01-PB01 A/B/C/D	Bombas de exportación de aceite crudo	12,000	sbbl/day
21-10-01-PA01 A/B	Bombas de transferencia de aceite crudo	8,400	sbbl/day
44-10-01-PG01 A/B/C	Bomba de agua producida de separador de baja presión	7,770	sbbl/day
44-10-01-PA02 A/B/C	Bomba de recirculación de agua producida de desalador	6,200	sbbl/day
44-10-01-PA03 A/B/C	Bomba booster de agua de inyección/disposición	35,000	sbbl/day
44-10-01-PG04 A/B	Bomba de agua producida de separador de media presión	16,650	sbbl/day
44-10-01-PB01 A/B	Bombas de alta presión para inyección de agua	50,000	sbbl/day
44-10-01-PA06 A/B/C	Water Disposal Booster Pump	19,500	sbbl/day
44-10-01-PB02 A/B	Bomba de disposición de agua	39,000	sbbl/day

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-2 (continuación).

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
44-12-01-PA07 A/B	Bomba de tanque de almacenamiento de agua producida	12,250	sbbl/day
Calentador y enfriador			
20-20-01-FA01	Calentador de aceite crudo	4,917	kW
20-20-01-HE01	Intercambiador de tubo y coraza	806	kW
44-10-01-HE01	Intercambiador de agua de lavado	406	kW
Hidrociclones			
44-11-01-CE01	Hidrociclón de media presión	33,300	sbbl/day
44-11-01-CE02	Hidrociclón de baja presión	10,800	sbbl/day
Filtros			
44-10-01-CA01	Paquete de filtro grueso de agua fuente	65,000	sbbl/day
44-10-01-CA02	Paquete de filtro media Dual	65,000	sbbl/day
Tanques de Almacenamiento.			
21-20-01-TA01 A/B	Tanque de almacenamiento de aceite crudo	35,000	bbbl
44-12-01-TA01	Tanque de almacenamiento de agua producida	40,000	bbbl
Paquete de Agua Producida.			
44-10-01-XX01	Paquete de Celdas de Flotación (CFU)	40,000	sbbl/day
44-10-01-VV01	Recipiente de CFU		
44-10-01-PA05 A/B	Bomba de agua de CFU		
44-10-02-PB03 A/B	Bomba de agua aceitosa de CFU		
44-30-01-XX01	Paquete de sistema de lodos	25,000	bbbl/day

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-2 (continuación).

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
23-20-02-KB02 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 2da etapa		

Tabla I.3-3 Capacidad de manejo de equipos de servicios auxiliares en el Complejo Santuario Noreste.

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
Paquete de Inyección de Químico			
42-30-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de asfalteno	125.0	l/h
42-31-01-XX01	Paquete de inyección antiespumante	5.0	l/h
42-32-01-XX01	Paquete de inyección de biocida	1.4	l/h
42-33-01-XX01	Paquete de Inyección de secuestrante de oxígeno	33.0	l/h
42-34-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de corrosión (Líquido)	7.0	l/h
42-34-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de corrosión (gas)	1.4	l/h
42-36-01-XX01	Paquete de inyección de incrustaciones	17.0	l/h
42-35-01-XX01	Paquete de desemulsificante	17.0	l/h
42-30-01-XX01	Paquete de desemulsificante reversible	2.0	l/h
42-40-01-XX01	Paquete de inyección de químico de depresor de punto de fluidez (Pour Point Depression)	163.0	l/h
42-30-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de asfalteno	125.0	l/h

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-3 (continuación).

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
Sistema de Venteo / Quemador			
43-10-01-XX01	Paquete de quemador de alta presión	50.2	mmscfd
43-10-01-NP01	Quemador elevado de alta presión		
43-10-01-NP02	Boquilla de quemador de alta presión		
43-10-01-XX02	Paquete de ignición de quemador de alta presión		
43-11-01-VD01	Tanque de cachador de líquidos de quemador de alta presión	50.2 9270	mmscfd sbpd
43-11-01-PA01 A/B	Bombas de Tanque de cachador de líquidos de quemador de alta presión	10.0	m ³ /h
43-20-01-XX01	Paquete de quemador de baja presión	9.5	mmscfd
43-20-01-NP01	Quemador elevado de baja presión		
43-20-01-NP02	Boquilla de quemador de baja presión		
43-20-01-XX02	Paquete de ignición de quemador de baja presión		
43-21-01-VD01	Tanque cachador de líquidos de quemador de baja presión	9.5 1315	mmscfd sbpd
43-21-01-PA01 A/B	Bombas de tanque cachador de líquidos de quemador de baja presión	5.0	m ³ /h
Sistema de Gas Combustible			
45-11-01-VA01	Rectificador de gas combustible	12.0	mmscfd
45-11-01-HX01 A/B	Calentador de gas combustible	10.5	mmscfd
45-11-01-CA01 A/B	Filtro de gas combustible	3.0	mmscfd
Agua Potable			
53-50-01-XX01	Paquete de agua potable	1.0	m ³ /h
53-50-01-TA01	Tanque de agua potable	12.0	m ³
53-50-01-PA01 A/B	Bomba de tanque de agua potable	0.5	m ³ /h

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-3 (continuación)

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
Agua de Servicio / Agua Cruda			
54-10-01-PX01 A/B	Bomba de pozo de agua fresca	70.0	m ³ /h
54-10-01-XX01	Paquete de desarenador hidrociclón	70.0	m ³ /h
53-20-01-TA01	Tanque de agua de servicio	800	m ³
54-30-01-PA01 A/B	Bomba de agua de servicio	23.0	m ³ /h
Drenaje Abierto			
56-22-01-TG01	Carcamo de drenaje abierto peligroso		
56-22-01-PX01 A/B	Bomba de agua de carcamo de drenaje abierto peligroso	40	m ³ /h
56-22-01-PX01	Bomba de desnatador de carcamo de drenaje abierto peligroso	2	m ³ /h
Drenaje Cerrado			
57-20-01-TG01	Tanque de drenaje cerrado	12.0	m ³
57-20-01-PA01 A/B	Bomba de drenaje cerrado	5.0	m ³ /h
Sistema de Combustible Diesel			
62-10-01-TA01	Tanque de diesel	60.0	m ³
62-20-01-PA01 A/B	Bomba de transferencia de Diesel	5.0	m ³ /h
62-20-01-XX01	Paquete de tratamiento de Diesel		
62-30-01-TA01	Tanque de diesel limpio	15.0	m ³
62-40-01-PA01 A/B	Bomba de tanque de diesel limpio	1.5	m ³ /h
Sistema de Aire de Planta e Instrumento			
63-10-01-XX01	Paquete de aire de instrumento		
63-10-1-KC01 A/B/C	Compresor de aire de instrumento	160.0	Nm ³ /h
63-20-01-VL01	Acumulador de aire de instrumento	18.0	m ³
63-20-01-XX01	Paquete de secado de aire de instrumento		
63-20-01-VK01 A/B	Secadora de aire de instrumento	250.0	Nm ³ /h

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-3 (continuación).

Tag	Descripción	Capacidad	
		Valor	Unidad
Sistema de Agua Contra-incendio			
71-10-01-TA01	Tanque de almacenamiento de agua contra-incendio	10,000	bbl
71-10-01-PA01	Bomba de agua contra-incendio – Eléctrico	570.0	m ³ /h
71-10-01-PA02	Bomba de agua contra-incendio - Diesel	570.0	m ³ /h
71-10-01-PA03 A/B	Bomba de agua contra-incendio Jockey	6.0	m ³ /h
71-70-01-XX01	Paquete de espuma		
Generación de Energía			
80-10-01-XX01 A/B/C	Paquete de generación de energía	12,150	kW
Generación de Energía de Emergencia			
84-10-01-XX01	Paquete de generador de energía de emergencia	2,000	kW
Tratamiento de Agua Residual			
66-10-01-XX	Paquete de tratamiento de agua residual	1	m ³ /h

Tabla I.3-4 Condiciones de operación de manejo de equipos de proceso en el Complejo Santuario Noreste

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst.	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Recipientes								
20-20-01-VA01	Separador de media presión	Horizontal	-	-	80	30	30.60	21.00
20-20-01-VA02	Rectificador de Gas de media presión	Vertical	-	-	80	27	10.20	2.00
20-20-01-VA03	Separador de baja presión	Horizontal	-	-	90	61	10.20	0.50

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-4 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst.	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Recipientes								
20-20-01-VA04	Separador de prueba	Horizontal	-	-	80	30	30.60	21.00
20-20-01-VJ01	Deshidratador electrostático	Horizontal	-	-	80	58	10.20	5.60
20-20-01-VV01	Desalador electrostático	Horizontal	-	-	80	58	10.20	3.60
20-20-01-VL01	Tanque de balance de aceite crudo	Horizontal	-	-	80	50	3.57	0.52
44-10-01-VL01	Recipiente de inyección/disposición de agua	Horizontal	-	-	80	37	3.57	0.10
Paquetes de Compresores								
23-20-01-XX01 A/B	Paquete recuperadora de vapor		76 9	798	150		10.20	
23-20-01-VG01	Rectificador de succión URV	Vertical						
23-20-01-KB01	Compresor de URV	Reciproca nte						
23-20-01-VG02	Rectificador de descarga de compresor de URV	Vertical						
23-20-01-PB01 A/B	Bomba de rectificador de succión de compresor de URV	Reciproca nte						
23-20-01-HE01	Paquete de enfriador de compresor de URV							
23-20-01-XX02 A/B/C/D	Paquete de compresores de Gas asociado/Gas BN			270 0	150	45	100	85.95
23-20-02-VG01 A/B/C/D	Rectificador de succión de compresor de gas asociado 1ra. etapa	Vertical						

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-4 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst.	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Paquetes de Compresores								
23-20-02-KB01 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 1ra. etapa	Reciprocante						
23-20-02-VG02 A/B/C/D	Rectificador de descarga de compresor de gas asociado 1ra etapa	Vertical						
23-20-02-HE01 A/B/C/D	Soloaire de la descarga del compresor de gas asociado de 1ra etapa.	-						
23-20-02-KB02 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 2da etapa	Reciprocante						
23-20-02-VG03 A/B/C/D	Rectificador de descarga de compresor de gas asociado 2da etapa	Vertical						
23-20-02-HE02 A/B/C/D	Soloaire de la descarga del compresor de gas asociado de 2da etapa.	-						
23-20-02-KB03 A/B/C/D	Compresor de gas asociado 3ra etapa	Reciprocante						
23-20-02-VG04 A/B/C/D	Rectificador de descarga de compresor de gas asociado 3ra etapa	Vertical						
23-20-02-HE03 A/B/C/D	Soloaire de la descarga del compresor de gas asociado de 3ra etapa.	-						
23-20-02-KB04 A/B/C/D	Compresor de gas de BN	Reciprocante						
23-20-02-VG05	Rectificador de descarga de compresor de gas de BN	Vertical						
23-20-02-HE04 A/B/C/D	Soloaire de descarga de compresor de gas de BN	-						
23-20-02-GT01 A/B/C/D	Accionador de motor de eléctrico	-						

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-196

Tabla I.3-4 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst.	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Bombas								
21-10-01-PX01 A/B/C	Bomba de transferencia de aceite crudo de baja presión	Cavidad progresiva	25	31	90	60	10.20	5.10
21-10-01-PB01 A/B/C/D	Bombas de exportación de aceite crudo	Reciprocante	160	200	80	52	71.30	54.06
21-10-01-PA01 A/B	Bombas de transferencia de aceite crudo	Centrifuga	4.5	5.6	80	52	3.57	2.05
44-10-01-PG01 A/B/C	Bomba de agua producida de separador de baja presión	Cavidad progresiva	19	24	90	54	15.30	10.20
44-10-01-PA02 A/B/C	Bomba de recirculación de agua producida de desalador	Centrifuga	6	7	80	51	15.30	5.62
44-10-01-PA03 A/B/C	Bomba booster de agua de inyección/disposición	Centrifuga	98	123	80	Amb	15.3	10.2
44-10-01-PG04 A/B	Bomba de agua producida de separador de media presión	Cavidad progresiva	17	22	80	Amb	30.60	10.2
44-10-01-PB01 A/B	Bombas de alta presión para inyección de agua	Reciprocante	2154	2693	80	Amb	200	170.3
44-10-01-PB02 A/B	Bomba de disposición de agua	Reciprocante	963	1204	80	Amb	140	109
44-12-01-PA07 A/B	Bomba de tanque de almacenamiento de agua producida	Centrifuga	15	19	80	Amb	15	5
Calentador & Enfriador								
20-20-01-FA01	Calentador de aceite crudo	Gas Fired			90	80.0	30.6	19.0
20-20-01-HE01	Intercambiador de tubo y coraza	Tubo y Coraza			Tube s: 80 Shell : 80	Tubes In: 52 Shell In : 31	Tubes : 71.3 Shell: 30.6	Tubes In: 53.03 Shell In: 19.98

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-4 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Re q.	Ins t.	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			k W	k W	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Calentador & Enfriador								
44-10-01-HE01	Intercambiador de agua de lavado	Tubo y coraza			Tubes : 80 Shell: 80	Tubes In: 54 Shell In: Amb	Tubes: 10.2 Shell: 7.34	Tubes: 3.58 Shell: 5
Hidrociclones								
44-11-01-CE01	Hidrociclón de media presión	Paquete	-	-	80	Amb	30.6	20.0
44-11-01-CE02	Hidrociclón de baja presión	Paquete	-	-	90	54	15.3	10.2
Filtros								
44-10-01-CA01	Paquete de filtro grueso de agua fuente				80	Amb	17.3	5.1
44-10-01-CA02	Paquete de filtro media Dual				80	Amb	17.3	3.0
Tanques de Almacenamiento								
21-20-01-TA01 A/B	Tanque de almacenamiento de aceite crudo				80	49	0.1	Atm
44-12-01-TA01	Tanque de almacenamiento de agua producida				80	Amb	0.1	Atm
Paquetes de Agua Producida								
44-10-01-XX01	Paquete de Celdas de Flotacion (CFU)	Paquete	-	-	80	Amb	10.2	
44-10-01-VV01	Recipiente de CFU	Horizontal			80	Amb	3.6	0.2

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-4 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Re. q.	Ins. t.	Dis. eño	Op. n	Diseño	Op'n
			k W	k W	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Paquetes de Agua Producida								
44-10-01-PA05 A/B	Bomba de agua de CFU	Centrifuga			80	Amb	10.2	3.1
44-10-02-PB03 A/B	Bomba de agua aceitosa de CFU	Cavidad progresiva			80	Amb	10.2	
44-30-01-XX01	Paquete de sistema de lodos	Paquete			80	Amb	17.3	3.0
Paquetes de Trampas de Diablos								
30-20-01-XX01	Lanzador de diablos de Oleoducto de crudo de exportacion hacia el El Golpe.	Horizontal			80	60	71.9	54.1
32-20-01-XX01	Lanzador de diablos de Gasoducto de gas de exportacion hacia El Golpe.	Horizontal			80	45	71.9	45.0
36-30-01-XX01	Paquete receptor de diablos de pera SAN 401	Horizontal			80	30	30.60	21.00
36-30-01-XX02	Paquete receptor de diablos de pera SAN 502	Horizontal			80	30	30.60	21.00
36-30-01-XX03	Paquete receptor de diablos de pera SAN 601	Horizontal			80	30	30.60	21.00
36-30-01-XX04	Paquete receptor de diablos de pera SAN 702	Horizontal			80	30	30.60	21.00

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-199

Tabla I.3-5 Condiciones de operación de manejo de equipos de Servicios Auxiliares en el Complejo Santuario Noreste.

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Paquete de inyección de químico								
42-30-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de asfalteno	Paquete		0.25	80			
42-31-01-XX01	Paquete de inyección antiespumante	Paquete		0.25	80			
42-32-01-XX01	Paquete de inyección de biocida	Paquete		0.25	80			
42-33-01-XX01	Paquete de Inyección de secuestrante de oxígeno	Paquete		0.25	80			
42-34-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de corrosión (Líquido)	Paquete		0.25	80			
42-34-01-XX01	Paquete de inyección de inhibidor de corrosión (gas)	Paquete		0.25	80			
42-36-01-XX01	Paquete de inyección de incrustaciones	Paquete		0.25	80			
42-35-01-XX01	Paquete de desemulsificante	Paquete		0.25	80			
42-30-01-XX01	Paquete de desemulsificante reversible	Paquete		0.25	80			
42-40-01-XX01	Paquete de inyección de químico de depresor de punto de fluidez (Pour Point Depression)	Paquete		0.50	80			
Sistema de Venteo / Quemador								
43-10-01-XX01	Paquete de quemador de alta presión	Paquete			150		15.3	
43-10-01-NP01	Quemador elevado de alta presión							
43-10-01-NP02	Boquilla de quemador de alta presión							

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-5 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Sistema de Venteo / Quemador								
43-10-01-XX02	Paquete de ignición de quemador de alta presión							
43-11-01-VD01	Tanque de cachador de líquidos de quemador de alta presión	Horizontal	-	-	150		15.0	-
43-11-01-PA01 A/B	Bombas de Tanque de cachador de líquidos de quemador de alta presión	Centrifuga	2.8	4.0	150		15.0	
43-20-01-XX01	Paquete de quemador de baja presión				150		10.0	
43-20-01-NP01	Quemador elevado de baja presión							
43-20-01-NP02	Boquilla de quemador de baja presión							
43-20-01-XX02	Paquete de ignición de quemador de baja presión							
43-21-01-VD01	Tanque cachador de líquidos de quemador de baja presión	Horizontal			150		5.0	
43-21-01-PA01 A/B	Bombas de tanque cachador de líquidos de quemador de baja presión	Centrifuga	2.2	3.0	150		17.3	5.1
Sistema de Gas Combustible								
45-11-01-VA01	Rectificador de gas combustible	Vertical			80	45	46.0	35.7
45-11-01-HX01 A/B	Calentador de gas combustible	Eléctrico	165.1	198.1	80	60	46.0	35.0
45-11-01-CA01 A/B	Filtro de gas combustible	Vertical			80		17.3	5.0

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-5 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Agua Potable								
53-50-01-XX01	Paquete de agua potable				80		10.2	
53-50-01-TA01	Tanque de agua potable	Vertical			80		ATM	
53-50-01-PA01 A/B	Bomba de tanque de agua potable	Centrifuga		0.3	80		6.1	
Agua de Servicio / Agua Cruda								
54-10-01-PX01 A/B	Bomba de pozo de agua fresca	ESP	26.1	32.7	80		17.3	10.2
54-10-01-XX01	Paquete de desarenador Hidrociclón				80		17.3	10.2
53-20-01-TA01	Tanque de agua de servicio				80	Am b		
54-30-01-PA01 A/B	Bomba de agua de servicio		3.0	3.5	80	Am b	17.3	10.2
Drenaje Abierto								
56-22-01-TG01	Cárcamo de drenaje abierto peligroso	Cárcamo de concreto			80		Atm	
56-22-01-PX01 A/B	Bomba de agua de cárcamo de drenaje abierto peligroso	Sumergible		15.0	80		17.3	
56-22-01-PX01	Bomba de desnatador de cárcamo de drenaje abierto peligroso	Desnatador						
Drenaje Cerrado								
57-20-01-TG01	Tanque de drenaje cerrado	Horizontal			90		5.1	
57-20-01-PA01 A/B	Bomba de drenaje cerrado	Centrifuga	0.9	1.2	90		10.20	5.1

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-5 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Sistema de Combustible Diesel								
62-10-01-TA01	Tanque de diesel				80	Amb	Atm	
62-20-01-PA01 A/B	Bomba de transferencia de Diesel	Centrifuga	2.2	3.0	80		17.3	10.2
62-20-01-XX01	Paquete de tratamiento de Diesel	Paquete						
62-30-01-TA01	Tanque de diesel limpio	Vertical			80	Amb	Atm	
62-40-01-PA01 A/B	Bomba de tanque de diesel limpio	Centrifuga	1.0	1.5				
Sistema de Aire de Planta e Instrumento								
63-10-01-XX01	Paquete de aire de instrumento							
63-10-1-KC01 A/B/C	Compresor de aire de instrumento	Tornillo	27.0	30.0	150	140	17.3	
63-20-01-VL01	Acumulador de aire de instrumento	Vertical			80		17.3	
63-20-01-XX01	Paquete de secado de aire de instrumento							
63-20-01-VK01 A/B	Secadora de aire de instrumento				200		17.3	
Sistema de Agua Contra-incendio								
71-10-01-TA01	Tanque de almacenamiento de agua contra-incendio				80		Atm	
71-10-01-PA01	Bomba de agua contra-incendio - Eléctrico	Centrifuga	250.0	275.0	80		17.3	
71-10-01-PA02	Bomba de agua contra-incendio - Diesel	Centrifuga	250.0	275.0	80		17.3	

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-5 (continuación).

Tag No.	Descripción	Tipo	Potencia por equipo		Temperatura		Presión	
			Req.	Inst	Diseño	Op'n	Diseño	Op'n
			kW	kW	°C	°C	kg/cm ²	kg/cm ² (g)
Sistema de Agua Contra-incendio								
71-10-01-PA03 A/B	Bomba de agua contra-incendio Jockey	Centrifuga		5.5	80			17.3
71-70-01-XX01	Paquete de espuma	Paquete						
Generación de Energía								
80-10-01-XX01 A/B/C	Paquete de generación de energía							
Generación de Energía de Emergencia								
84-10-01-XX01	Paquete de generador de energía de emergencia							
Tratamiento de Agua Residual								
66-10-01-XX	Paquete de tratamiento de agua residual							

En el **Anexo I-5** se encuentran disponibles el Balance de Masa y Energía, los Diagramas de Flujo de proceso, el listado de equipos del Complejo Santuario Noreste, y la topología típica que tendrán los amarres de pozos, peras de producción y los ductos, para consulta de detalles específicos. Para el caso de diseño de **amarres de pozos**, líneas de descarga, **cabezales de recolección**, Oleogasoductos, líneas de medición, red de BN, **cabezales de BN** y líneas de inyección de BN, se consideran las condiciones de operación que se muestran de las Tablas I.3-6 a I.3-8.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-6 Presión y Temperatura de Diseño.

Sistema	Presión de diseño	Temperatura de diseño
Línea de descarga y cabezales de recolección.	Presión estática del pozo: 145 kg/cm ²	30.0 °C
Red de bombeo neumático del Campo Santuario	84.4 kg/cm ² (Máxima)	50.0 °C
Salinoducto del Complejo Santuario Noreste a Pozos Letrina.	210 kg/cm ² (Máxima)	40 °C

Tabla I.3-7 Flujos de diseño por Peras de Producción.

Pera	Nombre del pozo	Estado	Capacidades de diseño		
			Líquidos (bpd)	Gas asociado (mmpcsd)	Gas BN (mmpcsd)
San 401	401	Operando	LDD: 3,000 cu Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 4.0
	402	Operando			
	403	Operando			
	404	Nuevo			
	405	Nuevo			
	406	Nuevo			
	407	Nuevo			
	408	Nuevo			
	6 Pozos	Disponible			
San 601	601	Operando	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 Gasoducto BN: 5.0
	602	Nuevo			
	603	602			
	604	602			
	605	602			
	606	602			
	607	602			
	608	602			
	609	602			
	610	602			
		6 Pozos			

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-7 (continuación).

Pera	Nombre del pozo	Estado	Capacidades de diseño		
			Líquidos (bpd)	Gas asociado (mmpcsd)	Gas BN (mmpcsd)
San 502	502	Nuevo	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 15,500	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 9.0	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 4.5
	503	Nuevo			
	504	Nuevo			
	507	Nuevo			
	508	Nuevo			
	509	Nuevo			
	510	Nuevo			
	511	Nuevo			
	512	Nuevo			
	5 pozos	Disponibles			
San 702	702	Nuevo	LDD: 3,000 Oleogasoducto: 7,250	LDD: 2.1 cu Oleogasoducto: 4.5	LBN: 0.5 cu Gasoducto BN: 1.5
	703	Nuevo			
	705	Nuevo			
		5 pozos			

Tabla I.3-8 Flujos de diseño de peras y pozos de inyección de agua.

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
401	1	Nuevo	Fuente	Línea de agua: 65,000	10,800	-
	2	Nuevo	Fuente		10,800	-
	3	Nuevo	Fuente		10,800	-
	4	Nuevo	Fuente		10,800	-
	5	Nuevo	Fuente		10,800	-
	6	Nuevo	Fuente		10,800	-
502	500_F	Nuevo	Fuente	Línea de agua: 5,500	7,000	
	500_IA	Nuevo	Inyección		7,000	120@4000 bpd
	500_IB	Nuevo	Inyección		7,000	80@1,500 bpd
CB-WI-1	CB-WI-1	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 14,500	7,000	120@4000 bpd
	CB-WI-1A	Nuevo	Inyección		7,000	130@4,500 bpd
	SB-WI-1	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	3 pozos	Disponibles	Inyección			

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.3-8 (continuación).

Pera	Nombre de pozo fuente / inyección	Estado	Fuente / inyección	Capacidad de diseño (bpd)	Flujo de diseño (bpd)	Presión de inyección superficial @ flujo de diseño (kg/cm ² abs)
CB-WI-2	CB-WI-2A	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 11,500	7,000	150@5,500 bpd
	CB-WI-2B	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	2 pozos	Disponibles	Inyección		7,000	
SB-WI-2	SB-WI-2A	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 28,000	7,000	130@5,000 bpd
	SB-WI-2B	Nuevo	Inyección		7,000	110@4,000 bpd
	CB-WI-4A	Nuevo	Inyección		7,000	120@4,500 bpd
	CB-WI-4B	Nuevo	Inyección		7,000	160@6,000 bpd
	CB-WI-5	Nuevo	Inyección		7,000	110@4,000 bpd
	CB-WI-5A	Nuevo	Inyección		7,000	140@5,000 bpd
	6 Pozos	Nuevo	Inyección		-	-
NE-2	CB-WI-3A	Nuevo	Inyección	Línea de agua: 19,000	7,000	120@3,700 bpd
	CB-WI-3B	Nuevo	Inyección		7,000	130@4,500 bpd
	CB-WI-3C	Nuevo	Inyección		7,000	140@5,000 bpd
	CB-WI-3D	Nuevo	Inyección		7,000	90@1,800 bpd
	4 pozos	Disponibles	Inyección		-	-

I.3.1. Especificación del cuarto de control

Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.

En esta fase inicial, las primeras instalaciones en proceso de construcción se encuentran en la etapa de desarrollo conceptual. Debido a lo anterior la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, claro está que la esencia de este proyecto se centra en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los Ecosistemas Circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables. Para lo cual, en el diseño y la construcción de los Cuartos de control se aplicarán todas las Normas Mexicanas vigentes o internacionales a falta de alguna de ella (Ver apartado I.1).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Cuarto de control de proceso

Se considerará el análisis, diseño y construcción de la obra civil necesaria para la edificación de un cuarto para alojar los equipos de monitoreo y control del Complejo Santuario Noreste; considerando áreas para la instalación de consolas de operación, estaciones de trabajo y equipos del sistema de monitoreo y control, área de gabinetes de PLC's, área de tableros eléctricos y UPS, cuarto de baterías, baños (hombre y mujer) y área para estadía de los operadores.

El diseño y construcción de las estructuras del cuarto de control con cimentación a base de zapatas corridas de concreto $F'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo de $F'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$, ligadas entre sí con trabes; superestructura de concreto $F'c= 200 \text{ kg/cm}^2$, reforzado con acero $F'y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$; acabados con pintura vinílica. Se consideran áreas de servicios varios y oficinas de ingenieros de operación y mantenimiento. Incluye aire acondicionado tipo industrial y mobiliario en oficina de ingeniero, sistemas de dotación de agua para servicios (pozo) y tratamiento de aguas residuales mediante fosa séptica.

El Cuarto de Control deberá de contar con puerta de acceso para equipos, sus dimensiones deberán de estar de acuerdo con las características físicas de los equipos a instalarse.

Se debe considerar el espacio adecuado para los equipos del proyecto, futuras expansiones y usos diversos como almacenamiento de información, superficies de trabajo y acceso al equipo e instalaciones.

El cuarto de control deberá tener un área exclusiva para instalar los gabinetes del SDMC, SG&F y SPE, y otra sección para el área de estaciones de trabajo y operadores.

Todo el equipo instalado del SDMC, SG&F y SPE debe estar respaldado por los SFI's requeridos.

Todos los equipos que generen ruido, como generadores eléctricos o equipo de aire acondicionado se deben instalar fuera del cuarto de control; y debe contar con aislamiento acústico para evitar que el ruido permisible sea mayor al establecido dentro del cuarto de control. La construcción del cuarto de control deberá de cumplir con los requerimientos que a continuación se indican, sin ser limitativo:

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Piso Falso. El Cuarto de Control en el área de gabinetes y área de estaciones de trabajo debe contar con piso de concreto pulido impermeabilizado y sobre éste se debe colocar piso falso con una profundidad de 50 cm como mínimo al nivel de piso terminado, cada panel debe ser de 61 x 61 cm, soportados por un sistema de rejillas rígidas por medio de pedestales de aluminio debidamente ancladas. El piso falso debe ser de material no flamable, antiestático y debe soportar una carga estática de 979 kg/m² en cualquier punto.

Falso Plafón. Será modular de 61 X 61 cm autoextinguible, que no provoque flama, fabricado con materiales retardadores de fuego, acústico, que no suelte polvos, ligero y con acabado de fácil limpieza, color blanco. El cuarto de baterías no debe llevar falso plafón.

Sistema de extinción de fuego. El cuarto debe contar con un sistema de extinción de fuego por inundación total con agente limpio, y debe estar de acuerdo con el estándar NFPA 2001-Última edición. El tablero de control de este sistema deberá alojarse dentro del Cuarto de Control, lo más cerca posible a la puerta de acceso.

El sistema debe contar con detectores de humo del tipo iónico, fotoeléctrico y/o muestreo por succión. La ubicación y cantidad de los detectores de humo se deben hacer en base a una evaluación de las fuentes con potencial ambiental que puedan generar humo, humedad y polvo, apegándose a los lineamientos de la norma NFPA-72. El sistema de extinción de fuego debe operar automáticamente y debe estar coordinado para resolver situaciones de emergencia.

Acometidas. Deberán de quedar perfectamente selladas y serán para ingresar al interior del cuarto de la señalización hacia los gabinetes, Energía Eléctrica y Ductos de Aire.

Se deben instalar barreras cortafuego o pasamuros de material retardante al fuego con resistencia al fuego de 2 horas. El sistema en conjunto y sus materiales deben ser probados y tener certificación y cumplir con ANSI/UL 1479-2012 ó ASTM E 184-2013, como lo requiere el artículo 110-2 de la NOM-001-SEDE-2012 y la instalación en general para el paso de los conductores eléctricos por el muro debe cumplir con lo indicado en el artículo 300-21 de la NOM-001-SEDE-2012. El paso de tuberías Conduit a través de muro y losas también debe cumplir con estos requerimientos.

Iluminación. Deberá contar iluminación artificial en el interior del cuarto de control con luz de emergencia, los gabinetes en su interior deberán ser suministrados con iluminación.

El alumbrado debe ser del tipo fluorescente o LED, iluminando todo el cuarto y áreas de trabajo. Los niveles de iluminación deben ser de por lo menos de 371 lumens/m² (500 luxes) a una iluminación total.

El cuarto de Control debe contar con un equipo de alumbrado de emergencia, que opere automáticamente al cortarse el suministro principal de energía eléctrica, la cantidad de luminarias de emergencia debe estar de acuerdo con el tamaño del cuarto.

Canalización. Todo el cableado de señalización de instrumentos deberá ser conducido por charolas por debajo del piso falso, en el techo y por dentro del falso plafón.

Tierra Física y tierra electrónica. El cuarto de control deberá contar con sistemas de tierras independientes: Tierra física para el sistema eléctrico (gabinetes, equipos y tableros), para sistemas electrónicos (SDMC, SPE, SG&F) cumplir con la NOM-001-SEDE-2012.

Aire acondicionado. El Cuarto de Control deberá de contar con un sistema de aire acondicionado contando con los siguientes equipos:

- Unidad Manejadora y purificadora de aire.
- Filtros químicos.
- Unidad condensadora.
- Ductos.

Además, debe tener un sistema de control automático para su operación, enlazado con el sistema de extinción de fuego para abrir o cerrar los ductos de aire y desalojar los gases tóxicos del cuarto y para mandar las señales de alarma al operador de las consolas del SG&F.

El sistema deberá incluir indicaciones tanto locales, como en el SDMC de las siguientes mediciones de flujo de aire, presión diferencial en filtros y las indicaciones proporcionadas por el monitor de ambiente, tales como: presión, temperatura, humedad relativa y condición ambiental dentro del cuarto.

Se requiere para el Cuarto de Control un sistema de filtración de aire para mantener un ambiente G1 de acuerdo con las normas ANSI/ISA S71.04-Última edición.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

El cuarto de control debe de contar con testigos de corrosión para monitoreo y poder corregir la falla, antes de que ocurran fallas irreversibles. Estos deben ser del tipo electrónico para medir el grado de corrosión en el interior del cuarto y debe contar al menos con lo siguiente:

- Sensor de Temperatura de 0 a 50 °C.
- Sensor de Humedad Relativa de 20% a 95% RH.
- Dos canales de monitoreo de corrosión de cobre y plata pura.
- Indicadores digitales de ambientación tipos G1 a GX, según Norma ANSI/ISA S71.04-1985.
- Alarma para condición ambiental fuera de la del tipo G1.

Cuarto de operadores

Se considera el análisis, diseño y construcción del cuarto de operadores del Complejo Santuario Noreste. Dicha cuarto contemplará áreas para: oficina para el ingeniero responsable de la instalación con servicios sanitarios (hombre y mujer), área para estadía de operadores, área para guardar herramientas y equipos de respiración autónoma y área de servicios (cocineta, comedor, baños con regaderas y vestidores con lockers).

Cuarto de control eléctrico

Se considera el análisis, diseño y construcción de un cuarto eléctrico que aloje el centro de control de motores, transformadores y tableros de distribución en baja tensión.

En su dimensionamiento se considerará los requerimientos para la infraestructura eléctrica, además de cumplir con la normativa aplicable.

I.3.2. Sistemas de aislamiento

Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.

Los proyectos que se contemplan en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, ya presentado ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos, están estructurado en un programa de trabajo de 25 años, que implican el desarrollo de toda su ingeniería y

construcción de una manera gradual. En esta fase inicial, las primeras instalaciones se encuentran en la etapa de desarrollo conceptual.

Debido a lo anterior la descripción que solicita el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, claro está que la esencia de **este proyecto se centra en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los Ecosistemas Circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables.** Para lo cual, en el diseño y la construcción de los tanques de almacenamiento, así como los equipos de proceso que implican contención de sustancia en volúmenes tales que impliquen aislamientos se aplicarán todas las Normas Mexicanas o internacionales vigentes.

Se considera toda la obra civil requerida para la construcción de las cimentaciones superficiales y profundas según las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos para los equipos de proceso, servicios auxiliares y edificaciones, escaleras y plataformas de operación de válvulas.

El diseño de las cimentaciones deberá realizarse de acuerdo con los criterios y recomendaciones de la normativa vigente y aplicable y tomar como mínimo en consideración los siguientes elementos:

- Resultados del estudio de mecánica de suelos.
- Geometría tanto de los elementos como de la estructura o equipo a cimentar.
- Resultados de la corrida de la superestructura o la memoria de diseño del equipo.
- Peso propio de la cimentación propuesta.
- Los empujes laterales del terreno y sobrecargas que graviten sobre los elementos de la subestructura.

Todas las estructuras y cada una de sus partes serán diseñadas con el criterio principal de proporcionar seguridad adecuada en condiciones normales de servicio, contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones permanentes y accidentales más desfavorables, esto sin rebasar ningún estado límite de servicio.

El diseño permitirá una estructura eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la integridad de la misma, con especial atención a los efectos sísmicos y de viento.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 410001630.

El diseño de las estructuras de concreto y acero se diseñarán de acuerdo con la normatividad vigente y aplicable, tal y como se mencionan en el **Apartado I.1** (Bases de diseño). Por ejemplo, para considerar cargas variables y ubicar el tipo de estructura o soporte a diseñar, el análisis sísmico debe estar de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE-última versión, Sección Sismo y el Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE-última versión, Sección Viento. En el caso de los desplantes de la cimentación estarán regidos por el estudio de mecánica de suelos.

De la misma forma se tomarán los mismos criterios de análisis y diseño para la construcción de:

- Camino de acceso al Complejo Santuario Noreste.
- Camino de acceso engravado al quemador elevado.
- **Barda perimetral con concertina y portones de acceso.**
- Vialidades de concreto hidráulico.
- Guarniciones y banquetas.
- Pavimentos de concreto hidráulico en áreas de proceso y servicios auxiliares.
- Bases para instalación de equipos estáticos y dinámicos.
- **Cimentación y dique de contención para tanques atmosféricos.**
- Cimentaciones para equipos de proceso (separador, rectificador, intercambiador, calentador, deshidratador, desalador, tanque de balance, paquete de químicos, UVR y compresores).
- Cimentación de la Planta de tratamiento de agua de pozo.
- Cimentaciones para equipos de servicios auxiliares.
- Cimentación para tanque de agua contra-incendios TACI
- Cimentación y Superestructura de la torre de Telecomunicaciones.
- Cimentación de los equipos de la Subestación eléctrica.
- Quemador elevado.
- Soportes para tuberías.
- Paquetes de regulación a quemador.
- Urbanización y áreas ecológicas (áreas verdes).
- Área para estacionamiento.

Los tanques de almacenamiento se construirán resguardados por su debido dique de contención (que se diseñará para contener el volumen total de uno de los tanques más el 50% del total del volumen de los otros tanques que se encuentren en la misma área).

Sistema de contención

Dique

Es un muro de contención de concreto armado, construido alrededor de uno o más tanques de almacenamiento para contener un derrame de producto.

Todos los tanques de almacenamiento de hidrocarburos se deben diseñar con diques de contención para confinar derrames.

No deben compartir un mismo dique de contención, tanques que contengan productos que puedan producir reacciones peligrosas entre sí.

Capacidad de contención

El diseño para la capacidad volumétrica del dique de contención que en su interior albergue un solo tanque de almacenamiento de hidrocarburos debe ser como mínimo igual a la capacidad nominal del tanque.

El diseño para la capacidad volumétrica del dique de contención que en su interior albergue varios tanques de almacenamiento, debe ser como mínimo el volumen nominal del tanque de mayor capacidad, más el volumen que otros tanques ocupen hasta la altura que tenga el muro de contención por la parte interior del dique, incluyendo mochetas, tuberías, válvulas y escaleras.

Altura del muro

- Su altura con respecto al piso de la calle no debe ser mayor de 1.80 m ni menor de 1.20 m.
- Su altura con respecto al piso interior del dique de contención no debe exceder de 1.80 m.
- El muro no se debe utilizar como soporte para las tuberías Conduit, la soportaría para tuberías de producto o contra-incendio, ni cruzar a través del muro del dique de contención, u obstruir el paso peatonal.

El cableado eléctrico, incluyendo el de instrumentación y control que se localice en el interior de los diques de contención, debe ser subterráneo.

Piso de patios interiores de diques de contención

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Cualquier superficie de los patios internos del dique de contención de tanques de almacenamiento que contengan líquidos inflamables o combustibles, se deben de diseñar de concreto hidráulico reforzado cumpliendo con la normatividad vigente al momento de la contratación, con una pendiente de uno a dos por ciento, para permitir el libre escurrimiento de líquidos hacia los registros de drenaje pluvial, a efecto de no contaminar el subsuelo en caso de derrames.

Accesos peatonales

Los diques de contención se deben diseñar con los accesos peatonales (escaleras), ubicados en esquinas opuestas, contruidos de concreto reforzado, con un ancho mínimo de 0.90 m y con barandales cuando la altura de estos sea superior a 1.20 m.

En las esquinas donde no se considere la construcción de escaleras, se deben diseñar y construir escalones empotrados en la parte interior y exterior del dique de contención, como vías de escape adicionales en caso de emergencia.

Rampas de acceso

Considerando la capacidad de los tanques de almacenamiento, se deberán diseñar rampas de acceso para vehículos al interior del dique, contruidas de concreto reforzado, cumpliendo con la normatividad vigente al momento de la contratación, el dimensionamiento de la rampa se debe establecer con base en el proyecto específico y de conformidad con el área usuaria.

Drenajes

Los patios internos del dique de contención se deben diseñar con sistemas independientes de drenaje pluvial y aceitoso mediante los cuales sea posible el manejo selectivo de los efluentes para descargarlos en las tuberías troncales de drenaje pluvial o aceitoso, según sea el caso.

Los drenajes se deben construir de manera que no produzcan filtraciones al subsuelo y su diseño debe permitir la limpieza de los depósitos y sedimentos.

Cada uno de los sistemas de drenajes mencionados, debe tener una válvula de compuerta extremos bridados, para bloqueo localizado fuera del dique de contención. Estas válvulas

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

deben contar con una clara indicación de ABIERTA o CERRADO, así como los letreros indicativos que permitan identificar a cuál drenaje pertenece dicha válvula y a que tanque presta servicio

I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes

Mencionar accidentes e incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso acciones realizadas para su atención.

Todas las obras a evaluar, están en etapa de conceptualización tal y como se manifiesta en los programas de trabajo del Plan de Desarrollo. Por el estatus en el que se encuentran las obras, a este apartado se dará respuesta, considerando los eventos presentados en instalaciones similares, para tener un criterio de evaluación en términos de Riesgo en el análisis de los mismos.

Tabla I.4.1-1 Listado de Accidentes e Incidentes en instalaciones similares.

Fecha	Descripción	Causas	Sustancias involucradas	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
2013	Fuga en pozo Juspi 1005	Fuga por degollamiento del niple en válvula de 1/2"Ø utilizada para la toma de presión de la línea de descarga.	Mezcla de pozo	S/D	No se describe en la base de datos.
27 de octubre de 2013	Fuga de gas y descontrol del pozo Terra No.123	Problemas operativos en la perforación del pozo Terra No.123 (Etapa de terminación)	Mezcla de pozo	S/D	El 21 de diciembre de 2013, a las 16:00 horas, quedo controlada la emergencia en el Pozo Terra No.123.
21 de mayo de 2012	Fuga de gas en tubing de 3/8"Ø del pozo Jolote 43	Aproximadamente a la 07:30 hrs, se detectó en el sistema de monitoreo, que en el pozo Jolote 43 se registró una caída de presión en la cabeza del pozo. El tubing de 3/8" Ø D.N. de los instrumentos donde se monitorean las presiones del pozo se encontraba degollado.	Gas	Briseo en área aproximada de 60 x 50 m al interior de la pera y de 20 x 150 m fuera de la misma.	Se procedió a cerrar la válvula de aguja de 1/2" Ø que alimenta al tubing de 3/8" Ø, posteriormente se sustitución el tubing de 3/8" Ø y finalmente se saneo el área afectada.
2 de Abril de 2012	Caída de un perno al piso de trabajo desde el segundo diamante del mástil	Siendo las 16:15 horas, cuando se realizaba la operación de perforar a 1000 m, se observa caer sobre el piso de perforación un perno del mástil, que se encontraba en el segundo diamante a una altura aproximada de 15 m, generado por la salida de su seguro (chaveta), cayendo aproximadamente a un metro de distancia del ITP de PEMEX	--	Sin daño alguno.	S/D

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.1-1 (continuación).

Fecha	Descripción	Causas	Sustancias involucradas	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
25 de marzo de 2012	Fuga de hidrocarburo por niple de ½" Ø del pozo Tecominoacán 807	Siendo las 09:30 hrs, en el pozo Tecominoacán 807 se observó una fuga de hidrocarburos; procedió a reportar rotura de niple de ½" Ø donde estaba conectado un arbolito de instrumentos para toma de muestras, manógrafa, equipo de telemetría de la cía. Valerus y el instrumento de monitoreo de la cía. MSSM.	Hidrocarburo	No hubo daños personales, ni materiales. Los daños ambientales reportado fue el derrame de 0.44 bls (70 lts), en un área de 4 m ² dentro de la localización.	El ayudante de producción cerró la válvula de ½" Ø, controlando la fuga; posteriormente se sustituyó el niple dañado y se conectó nuevamente el arbolito de instrumentos.
19-Febrero-2012	Conato de Incendio en Gabinete eléctrico EC-102H1 en la Batería de Separación Jujo	Falla eléctrica instantánea provocando la suspensión de bombeo y que al restablecerse dio origen a una detonación en cuarto de control de motores (CCM-2) dañando el gabinete eléctrico.	Electricidad	Daño al Gabinete Eléctrico EC-102H1.	No se indica
01-Octubre-2011	Briseo en Válvula de Presión Vacío del Tanque de Almacenamiento de 5000 BLS TV-1 y derrame de Agua-Aceite a los diques en Batería de Separación Tupilco I	Descontrol de una válvula automática (quedo abierta) del Separador SHG-1 generándose pase de gas al Tanque de Almacenamiento TV-1	Aceite	Área de 70 x 4 metros	Se calibró válvula automática del Separador.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.1-1 (continuación).

Fecha	Descripción	Causas	Sustancias involucradas	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
06 de septiembre 2011	Degollamiento del codo de 90° del cuello de gancho del Stand Pipe	Al levantar la lecha de la funda después de engancharla, dado que el perforador levanta el block en forma rápida, este asciende con un movimiento oscilatorio, golpeando el cuello de gancho del Stand Pipe degollando el codo de 90° de la línea vertical, quedando sujetado por el tensor y el cable de 9/16"	--	No hubo daños, personales, ni ambientales.	Se aseguró el codo de 90° del stand pipe con estrobo y grillete para sacar la sarta a la superficie. Posteriormente se instaló nuevamente el cuello de gancho, y se efectuó el deslizamiento y corte de 300 metros de cable de 1 ½" por encontrarse dañado.
22-Julio-2011	Briseo en Quemador Ecológico ocasionando un área briseada aledaña al quemador de la Batería y Estación de Compresión Tecminoacán.	Falla de la válvula de venteo de 3" Ø de la descarga del módulo 2 de las maquinas 4, 5 y 6, que permitió el pase de líquidos al quemador.	Aceite	Área de 80 x 120 metros	Plan de respuesta a emergencias. Se dio Aviso a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
2009	Oleogasduto de 12 pulgadas del Cabezal Poza Rica XIX a Poza Rica X, ubicado en calle Tamaulipas de la colonia Plan de Ayala de la Ciudad de Poza Rica Veracruz	Fuga de aceite-agua en el Oleogasduto	Aceite-agua	Volumen derramado de aproximadamente 60 litros de aceite-agua.	Se procedió a instalar grapa y se realizaron pruebas de hermeticidad una vez rehabilitado el ducto. La situación quedó controlada a las 4 horas

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-219

Tabla I.4.1-1 (continuación).

Fecha	Descripción	Causas	Sustancias involucradas	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
2007	Oleogasoducto de medición de 4 pulgadas, que va del pozo 54 Poza Rica al Cabezal de ex campo 19.	Se registra leve fuga de gas, el hecho se registró en el interior de la barda del ex campo Poza Rica 19.	Gas	No se indica	Después del reporte de un olor a gas en la zona, se procedió a cerrar línea y a implementar las acciones de remediación necesarias.
2007	Fuga en oleogasoducto 12" de diámetro Potrero del Llano-Naranjos, kilómetro 1+600 en la congregación de Horcones, Municipio de Álamo Temapache en el estado de Veracruz	El oleogasoducto presentó fuga el cual quedo fuera de operación para realizar el estudio de su integridad física, cuando de manera inesperada una bolsa de gas se desprendió del ducto que era sometido a labores de limpieza, ocasionando intoxicación.	Mezcla gas-aceite	Intoxicación	El ducto quedo fuera de operación para no presentar riesgo para la población.
12-October-2002	Incendio en la carcasa de bomba No.3 de Batería de Separación Cárdenas Norte.	Mal estado de válvula check ocasionando flujo inverso que hizo trabajar la bomba inversamente con calentamiento y daño de la misma.	Aceite.	Daño en bomba No. 3.	Plan de respuesta a emergencias. Desactivación de la energía eléctrica y enfriamiento con agua contra-incendio al cuerpo de la bomba.
01-Septiembre-2002	Derrame de 2600 barriles de crudo en 2.5 hectáreas en el área de quemadores lado Oeste de Batería de Separación Jujo.	Grieta en tubo del tanque de sello al quemador y falta de mantenimiento en el sistema de quemadores.	Aceite y gas	2.5 hectáreas contaminadas y dren al arroyo Zalaya.	Mantenimiento mayor al sistema de quemadores.
18-Mayo-2002	Incendio en la unidad No. 5 en la Estación de Compresión Paredón.	Falla mecánica con el desprendimiento de un alabe con el choque con otros sistemas provoca vibración, ocasionando ruptura de sello con fuga de gas y aceite lubricante.	Gas y aceite lubricante.	Daño parcial al turbocompresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores apagaron el incendio con extintores y agua contra-incendio.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.1-1 (continuación).

Fecha	Descripción	Causas	Sustancias involucradas	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
20-Julio-2001	Incendio en la unidad No. 2 en la Estación de Compresión Paredón.	Falla mecánica en el incrementador de velocidad, ocasionando ruptura de sello con fuga de gas y aceite lubricante.	Gas y aceite lubricante.	Daño parcial al turbocompresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores apagaron el incendio con extintores y agua contra-incendio.
20-October-1996	Incendio en la unidad No. 1 en la Estación de Compresión Paredón.	Falla de la flecha de acoplamiento, ocasionando ruptura de sello con fuga de gas y aceite lubricante.	Gas y aceite lubricante.	Daño parcial al turbocompresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores apagaron el incendio con extinguidores y agua contra-incendio.
05-Julio-1996	Incendio ocurrido en la motobomba centrífuga horizontal No. 1 de la Batería de Separación Jujo.	Falla mecánica de un balero de la bomba que ocasionó desajustes por alta vibración.	Aceite.	Daño total de la bomba No. 1 y daño parcial a bomba No.2.	Plan de respuesta a emergencias. Paro total del bombeo de aceite.
20-Marzo-1995	Incendio ocurrido en turbocompresora No.9 de la Estación de Compresoras Jujo.	Falla mecánica y ruptura del muñón incrementado de velocidad por amarre.	Aceite de lubricación.	Daño al compresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores bloquearon la unidad y apagaron el fuego.
10-October-1992	Desprendimiento de techo del tanque de medición TM-1 e incendio en el mismo, en Batería de Separación Bellota.	Se omitió realizar barrido de aire en línea de 16" a quemador ya que los vapores del tanque formaron mezcla explosiva, que al encender el quemador llevo la flama hasta el tanque.	Crudo que se estaba midiendo.	Desprendimiento de cúpula, daño en el tanque, ruptura de cámara de espuma y daño a tuberías y sistemas eléctricos y de alumbrado.	Enfriamiento del tanque con hidrantes monitores hasta su apagado.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.1-1 (continuación).

Fecha	Descripción	Causas	Sustancias involucradas	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
28-Septiembre-1988	Fuga de gas amargo al realizarse la colocación de válvula de seguridad.	No se dio seguimiento a procedimientos de aislamiento de equipos para su mantenimiento y no uso de sistemas de respiración autónoma.	Gas amargo.	Muerte por intoxicación y caída de un trabajador causándole un traumatismo craneoencefálico	Traslado inmediato del herido al centro hospitalario más cercano.
6-Abril-1987	Muerte de un trabajador, por intoxicación con vapores de H ₂ S, en Batería de Separación Cárdenas Norte.	Inexperiencia del trabajador, fatiga por periodo largo de trabajo (39 horas) y mal estado de equipo de respiración autónoma.	Vapores de ácido sulfhídrico.	Muerte del trabajador.	Búsqueda y rescate del trabajador por otros trabajadores.
30-Junio-1986	Desprendimiento de tapa del separador-filtro de gas combustible de la turbocompresora No.303-5, de la Estación de Compresión el Golpe.	Alta corrosión en tornillo, espárragos, tubería y válvulas (Falta de mantenimiento) y ausencia de válvulas de seguridad en el recipiente.	Gas combustible.	Ninguna.	Paro y aislamiento de la turbocompresora. Paro de la unidad.
11-Septiembre-1982	Incendio en tanque de almacenamiento TV-2, en Batería de Separación Paredón.	Descargas eléctricas (rayos) en contacto con los vapores emanados en las válvulas presión vacío del tanque.	Vapores del aceite almacenado.	Daños a válvulas presión vacío.	Enfriamiento en tanque TV-2 con cortinas de agua contra-incendio.
05-Julio-1981	Incendio iniciado en la motobomba centrífuga horizontal No. 4 que por su magnitud abarco los cabezales y los vapores del tanque TV-1 de 55,000 barriles de la Batería de Separación Paredón.	Falla mecánica de la válvula check y retroceso de flujo, causando flujo inverso en la bomba y por tanto sobrecalentamiento de la misma.	Aceite.	Daño por quemaduras de segundo grado a un trabajador. Daño total de bombas, cabezales, patín de medición y daños parciales a subestación eléctrica, presa API y tanque de almacenamiento TV-1.	Plan de respuesta a emergencias. Paro total de la instalación.

Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización

Con base en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), identificar los riesgos en cada una de las áreas que conforman el proyecto, mediante la utilización de alguna metodología, por ejemplo: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp); Análisis de Modo Falla y efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo con las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, deberá indicar los criterios de la selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; así mismo anexar la aplicación de la (s) metodología(s) empleada(s) y los puntos probables de riesgo.

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s) no sólo deberá considerarse todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación o proyecto, sino también las áreas identificadas como vulnerables (Susceptibles a terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros) que interactúen con el proyecto.

Para la jerarquización de riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, o metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los gastos, condiciones de operación y/o características CRETI, o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), deberán tomarse en cuenta todos los aspectos de riesgo de cada uno de los nodos que conforman las instalaciones, además, en los casos donde se manejen sustancias peligrosas ç a través de alguna tubería, se deberá considerar la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal y la ruptura total de la misma. Por otra parte, para el caso de los equipos de proceso y tanques de almacenamiento, deberá considerar los casos de liberación masiva de toda la sustancia manejada.

I.4.2.1. Premisas, consideraciones y criterios aplicados para la selección y aplicación de las metodologías en el análisis y evaluación de riesgos

La metodología para la realización del análisis y evaluación de riesgos para el Área Contractual Santuario y El Golpe fue seleccionada a partir de la consulta de algunas referencias: Tabla 7. *Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros* y 9. *Metodologías de análisis y Evaluación de Riesgos* de la Guía para elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, emitida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA). Así como de la tabla que señala la Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos y/o instalaciones de Pemex Exploración y Producción GO-SS-TC-0002-2015 en su sección 9.5, complementado con lo indicado en la Tabla 8-1 de la sección 8.3.3 de las Guías

técnicas para realizar Análisis de Riesgos de Proceso 800-16400-DCO-GT-75 Rev. 2_2015, las cuales pueden ser consultadas en el **Anexo I-6**.

Los criterios seguidos para la selección de las metodologías a aplicar en cada etapa del estudio contemplan, además del tipo de proyecto (como señala la guía GO-SS-TC-0002-2015 y muestra en su tabla), las características del proceso que se llevarán a cabo en los proyectos, así como la información disponible y su calidad.

Del proyecto a evaluar se tiene información disponible y proporcionada que al parecer corresponde a una ingeniería conceptual. De acuerdo con lo anterior, el ciclo de vida del proyecto está relacionada con la etapa de conceptualización y de ahí se parte como primer criterio para la selección de las metodologías a aplicar en el análisis y evaluación de riesgos.

Taller de homologación de criterios técnicos

A partir de lo anterior, se forma el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER), en el cual a través de un Taller de Homologación se acuerda utilizar la(s) metodología(s) identificada(s) en la Tabla I.4.2.1-1, donde se pueden observar marcadas en color verde la(s) técnica(s) seleccionada(s) para la(s) etapa(s) que aplica(n) en el estudio. En el **Anexo I-7** se puede consultar el Acta de Conformación del Grupo Multidisciplinario firmada por los especialistas que lo integran, así como la presentación del Taller de Homologación, con la cual se validan por parte del GMAER la(s) metodología(s) seleccionada (s) para el desarrollo del presente estudio de riesgo ambiental.

Para establecer con claridad las metodologías utilizadas, durante la presentación en el Taller de Homologación, se identifica cada metodología según la etapa que aplique, señalando los insumos o información requerida, así como las salidas o elementos obtenidos con la aplicación de cada una.

Tabla I.4.2.1-1 Metodologías para desarrollar los estudios de ARP de acuerdo con la etapa del proyecto.

Metodologías/Etapa en la cual se desarrolla el estudio	Para la elaboración del Análisis Preliminar de Riesgos				Para la elaboración de un ARP Cualitativo				Para la elaboración de un ARP Cuantitativo															
	Identificación de peligros (HAZID)	Lista de verificación	Revisión de seguridad	¿Que pasa si?	Lista de verificación/ ¿Que pasa si?	Análisis de peligros y operación (HAZOP)	Análisis Bow-Tie	Análisis de Frecuencias					Análisis de Consecuencias					Análisis costo beneficio						
								Árbol de fallas (FTA)	Árbol de eventos (ETA)	Modos de falla y efectos (FMEA)	Seguridad funcional y/o LOPA	Fuego, explosión y derrame en superficies	Derrame sobre agua (mar)	Ubicación segura de instalaciones										
Visualización	SI	SI	SI																					
Conceptualización (Ingeniería conceptual)				SI	SI										Por ERA									
Definición (Ingeniería básica)		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI				SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Seguimiento (Ingeniería de detalle)					SI		SI	SI	SI			SI												
Ejecución (Procura, construcción, pruebas y arranque)		SI		SI	SI		SI																	SI
Operación rutinaria	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cambio de tecnología permanente y/o temporal	SI		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cambios menores o de personal		SI	SI	SI	SI	SI	SI																	
Pruebas tecnológicas		SI	SI	SI	SI	SI	SI							SI										
Investigación y análisis de incidentes	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Paro de instalaciones		SI	SI	SI	SI																			
Desmantelamiento de instalaciones		SI	SI	SI	SI																			

Fuente: Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos y/o instalaciones de Pemex Exploración y Producción GO-SS-TC-0002-2015.

Etapa: Análisis de Riesgos Cualitativo

En el Análisis de Riesgos Cualitativo se empleará la metodología ¿Qué pasa sí? para la identificación de los riesgos probables que se pudieran presentar en el proyecto objeto de estudio. En el **Anexo I-8**, se presentan las hojas de trabajo que resultaron de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? en conjunto con el Grupo Multidisciplinario GMAER.

Etapa: Análisis de Riesgos Cuantitativo

Aun cuando la **Tabla I.4.2.1-1** no contiene al análisis de riesgos cuantitativo como parte de las metodologías a aplicar en la etapa de conceptualización, se desarrolla esta etapa para dar atención a la sección II del presente estudio y poder otorgar una categoría de Magnitud de riesgo a los escenarios con valores de Probabilidad y Severidad altos. El análisis de riesgos cuantitativo se desarrolla a partir de los resultados obtenidos en la jerarquización de los riesgos identificados en el análisis de riesgos cualitativo. Se emplea la metodología de Análisis de Consecuencias para analizar los efectos de toxicidad, incendio y explosión.

Cabe mencionar que no se analizan efectos por toxicidad, cuando los productos que son manejados en la instalación no contienen en su composición ácido sulfhídrico (H₂S), ni

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

ningún otro elemento tóxico. Lo anterior, de acuerdo con el balance de materia y energía que se encuentre indicada en el diagrama de flujo de proceso (DFP) del proyecto de estudio.

Otras premisas

Para el desarrollo del presente estudio es importante puntualizar que Petrofac México S.A. de C.V cuenta con una Matriz de Riesgos propia. Se utiliza la Matriz de Riesgos presentada en el procedimiento PMX-SAH&AI-ER-02 Control de trabajo (CoW). Consultar en el **Anexo I-6**. En el apartado I.4.2.2 de este informe, se explica con más detalles la estructura de esta matriz y sus condiciones de aplicación.

La información que se requiere para la elaboración del estudio de riesgo ambiental es listada y analizada durante el proceso de ejecución del estudio, identificando de igual forma al personal responsable de proporcionarla. El listado de la información requerida para el análisis de consecuencias, es enunciativa más no limitativa, según lo indicado en el archivo que se encuentra en el **Anexo I-9** del presente informe.

Para los efectos de este análisis y evaluación de riesgos, se tomará como apoyo de referencia y consulta el siguiente marco regulatorio:

- ✓ **Guía para elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos**, emitida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA).
- ✓ **NRF-018-PEMEX-2014**. Análisis de Riesgos.
- ✓ **COMERI 144 Rev. 2_2010**. Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Proceso. Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
- ✓ **GO-SS-TC-0002-2015**. Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los Proyectos y/o instalaciones de Pemex Exploración y Producción. Mayo 2015.
- ✓ **800-16400-DCO-GT-75**. Guías técnicas para realizar Análisis de Riesgos de Proceso. Rev. 2_2015.
- ✓ **DCO-GDOESSSPA-CT-001**. Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos. Rev. 1_2011.
- ✓ **800-16000-DCO-GT-074**. Guía Técnica para Análisis de Costo Beneficio, de recomendaciones emitidas en los Análisis de Riesgos. Rev. 0_2012.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- ✓ **GO-SS-TC-0003-2015.** Guía Operativa para el Emplazamiento a Paro Seguro de las Instalaciones, Equipos y/o Sistemas en Condiciones Críticas de Seguridad.
- ✓ **NOM-028-STPS-2012.** Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

I.4.2.2 Descripción de las metodologías seleccionadas y aplicadas para la identificación de peligros y la evaluación de los riesgos

Etapas: Análisis de Riesgos Cualitativo

a) Metodología ¿Qué pasa sí?

La metodología de análisis ¿Qué pasa sí?, derivada de la pregunta en inglés *What if?*, es una técnica cualitativa, no estructurada, de amplia aplicación que estimula el pensamiento creativo para la identificación de peligros potenciales. No requiere métodos cuantitativos especiales o de una planeación extensa. El método utiliza información específica de un proceso para generar una especie de preguntas de lista de verificación. Un equipo especial prepara las preguntas del tipo ¿Qué pasa sí? las cuales son contestadas colectivamente por el grupo de trabajo.

Tiene un ámbito de aplicación amplio, ya que depende del planteamiento de las preguntas que pueden ser relativas a cualquiera de las áreas a las que se proponga la investigación como: seguridad personal, seguridad eléctrica, protección contra incendios, etc.

Utiliza la tormenta de ideas para responder la pregunta ¿Qué pasa sí?, aplicada a desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones, mantenimiento y operación de instalaciones industriales, almacenes, etc.

Esta técnica es ampliamente utilizada también durante las etapas de diseño del proceso, así como durante el tiempo de vida de operación de una instalación, asimismo cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Este análisis de ¿Qué pasa sí? tiene como objetivo principal la identificación de aquellos peligros que generan riesgos con posibilidad de provocar situaciones no deseadas con probabilidad de daño para la vida de las personas, a la instalación, al negocio y al medio ambiente, así como, situaciones que conduzcan a la indisponibilidad de las áreas auxiliares y de apoyo.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

b) Matriz de riesgos

Para desarrollar y clasificar la magnitud del peligro, se aplica la Matriz de Riesgos, establecida en el procedimiento PMX-SAH&AI-ER-02 Control de trabajo (CoW), que se puede consultar en el **Anexo I-6** del presente documento.

La aplicación de las metodologías ¿Qué pasa sí?, así como otras metodologías de tendencia cualitativa para la identificación de peligros, requiere de la combinación de estas con una matriz que permita valorar los niveles de riesgo importantes cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su administración son limitados. Esto permite además, asignar prioridades a la atención de las recomendaciones que prevengan o mitiguen estos riesgos, así como una administración adecuada de los recursos.

El uso de matrices para lograr este objetivo está ampliamente difundido a nivel mundial. En la aplicación de una matriz para la evaluación de riesgos se sigue el principio *ALARP* (Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico, del Inglés *As Low As Reasonably Practicable*), que guía las acciones derivadas de la ejecución del estudio de riesgos a llevar los niveles de estos a los valores más bajos razonablemente alcanzables.

Para la evaluación de los escenarios de riesgo identificados se utilizará las definiciones de impacto y frecuencia establecida por Petrofac en la Matriz de Evaluación de Riesgos HSE&AI PL-STANHSSEAI-009-G, que se presenta en la Figura I.4.2.2-1.

SEVERIDAD	PROBABILIDAD				
	1	2	3	4	5
5					
4				RIESGO ALTO	
3		RIESGO	MEDIO		
2	RIESGO BAJO				
1					

Figura I.4.2.2-1. Áreas de Matriz de evaluación de riesgos PL-STAN-HSSEAI-009-G.

Esta figura es equivalente a una matriz de 5x5 y será aplicada de manera independiente para evaluar a cuatro (4) receptores: personas, ambiente, activo y reputación.

Los cuatro receptores se calificarán en términos de severidad potencial y frecuencia, usando las Tablas I.4.2.2-1 y I.4.2.2-2.

Tabla I.4.2.2-1 Nivel de severidad potencial.

NIVEL DE SEVERIDAD POTENCIAL	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD			
	CONSECUENCIAS			
Severidad	Personas	Ambiente	Activo	Reputación
5	Una o más fatalidades	Evento de contaminación mayor que lleve a daño generalizado a largo plazo o a notificaciones legales, limpieza extensa que requiera apoyo nacional/internacional para la contención o limpieza	Perdida/daño de propiedad o de equipo o pérdida total de operaciones por ejemplo >\$1m	Acusación regulatoria o grave multa. Daño a la posición de Petrofac con los accionistas. Atención adversa de medios de comunicación a nivel internaciones
4	Incapacidad parcial permanente. Exposición con efectos a la salud irreversibles que cambien la vida.	Evento de contaminación considerable que lleve a daño regional a gran escala o a notificaciones legales, la limpieza puede requerir el apoyo nacional y dar lugar a retrasos en los programas	Perdida/daño de propiedad o de equipo o extensa perdida de operaciones por ejemplo \$100k - \$1m	Acción de regulatoria de cumplimiento, Atención adversa nacional de los medios. Sin litigio significativo
3	Lesiones personales que resulten en LTIs	Evento de contaminación moderada que lleve a daño local, notificaciones legales, limpieza y acciones correctivas	Perdida/daño de propiedad o de equipo o paro de operaciones extendido por ejemplo \$10k < \$100k	Investigación/interés regulatorio atención adversa de los medios locales
2	Casos de Tratamiento Médico o Trabajo Restringido	Caso de infracción que lleve a cese temporal y algunas acciones correctivas. Daño local a corto plazo	Perdida/daño de propiedad o de equipo o paro de operaciones parcial por ejemplo <\$10k	Atención adversa pero de bajo perfil de los medio locales

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.2.2-1 (continuación)

NIVEL DE SEVERIDAD POTENCIAL	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD			
	CONSECUENCIAS			
Severidad	Personas	Ambiente	Activo	Reputación
1	Lesiones no registrables/ Primeros Auxilios, enfermedades que requieran medicamentos sin prescripción ni monitoreo.	Evento de poca contaminación o contenida, leve o sin efecto, ningún impacto fuera del sitio, brecha menor que requiera acciones correctivas por ejemplo pocos litros de derrame líquido	Perdida/daño de propiedad o de equipo no registrable o interrupción menor de operaciones	Quejas menores de los accionistas con pocas probabilidades de atraer la atención de los medios. Sin preocupaciones regulatorias.

Tabla I.4.2.2-2 Nivel de frecuencia.

Nivel		Frecuencia
Muy probable	5	Ha sucedido más de una vez por año en el activo.
Probable	4	Ha sucedido en el activo o más de una vez por año en Petrofac.
Ocasional	3	Ha ocurrido en Petrofac o más de una vez por año en la industria.
Poco Probable	2	Se tiene conocimiento que ha sucedido en la industria.
Improbable	1	Nunca se ha escuchado en la industria

Para hacer el uso adecuado en términos generales, para cada uno de las desviaciones operativas identificadas el grupo evaluador debe:

- Definir las posibles consecuencias de la materialización del peligro;
- Identificar las barreras o controles existentes que reduzcan la severidad y/o probabilidad de la materialización del peligro;
- Evaluar la Severidad y Probabilidad para las Personas, Ambiente, Activo y/o Reputación, de acuerdo con los niveles establecidos anteriormente en las Tablas I.4.2.2-1 y I.4.2.2-2;
- Para definir la Magnitud del riesgo, se multiplicará el valor obtenido de la probabilidad con el valor obtenido de severidad de los 4 receptores; de tal producto la magnitud del riesgo será determinado por el valor más grande obtenido. Este valor

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

se ubica en el matriz considerando los valores de probabilidad y de severidad que lo definen;

- Al ubicarlo sobre la matriz de la Figura I.4.2.2-2 se evalúa el riesgo según el área donde se encuentre: “ALTO” > 12, “MEDIO” <12 y >5, y “BAJO” <5.
- Definiendo esta magnitud de riesgo, según sea el caso, se proseguirá a establecer los controles y acciones preventivas, para que los riesgos evaluados se reduzcan a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP).

SEVERIDAD	PROBABILIDAD				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Figura I.4.2.2-2 Matriz de evaluación de riesgos PL-STAN-HSSEAI-009-G.

Etapa: Análisis de Riesgos Cuantitativo⁷

El Análisis de Riesgo Cuantitativo se desarrolla a partir de los resultados obtenidos en la jerarquización de los riesgos identificados en el análisis de riesgo cualitativo.

⁷ HSE&AI Risk Management Process, Standard Petrofac 2016, 5.1.1 Defining HSE&AI risk criteria, Pág. 9 de 31. Ver en Anexo I-6.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Los criterios de riesgo de HSE y AI para Petrofac IES se documentan en la Matriz de evaluación de riesgos PL-STAN-HSSEIA-009-G HSSEIA (Figura I.4.2.2-2).

Para el desarrollo de esta etapa se tiene como insumo los escenarios de riesgos:

Alto riesgo: Gestione el riesgo utilizando la prevención y / o mitigación con la más alta prioridad. Promover la emisión al nivel de gestión adecuado con detalles de evaluación de riesgos proporcionales.

Riesgo medio: Evalúe ALARP, según sea necesario. Implementar prevención y / o mitigación adicionales basadas en el análisis de costo-beneficio. El sistema debe estar en su lugar para verificar que los controles contabilizados en la evaluación de riesgos son funcionales.

Riesgo bajo: No se necesitan más medidas de prevención y / o mitigación. El sistema debe estar en su lugar para verificar que los controles contabilizados en la evaluación de riesgos son funcionales, según la intención del diseño.

Los criterios para los análisis cuantitativos, como el Riesgo Individual Anual (IRPA), el Riesgo Individual Específico a la Ubicación (LSIR) y el Deterioro de la Seguridad o los Elementos Críticos Ambientales aceptables, deben estar alineados con los criterios aprobados.

Así como la suposición de los escenarios de peores casos, propuestos por el GMAER.

Para la estimación de las consecuencias se emplea la modelación de consecuencias a través del uso de un simulador de escenarios.

Desarrollo del Análisis de Consecuencias

La metodología de análisis de consecuencias se lleva a cabo a través de la modelación de consecuencias de los posibles eventos de riesgo.

El objetivo del análisis de consecuencias es estimar, cuantificar y calificar el impacto sobre las personas, el ambiente y el negocio, por los riesgos identificados y con relación a la fuga y/o derrame de sustancias peligrosas (tóxicas, inflamables y/o explosivas).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Para la modelación de consecuencias por explosión y fuego se utiliza el software especializado PHAST. V. 7.11 (*Process Hazards Analysis Software Tools*), con el fin de determinar las posibles consecuencias de un accidente o grupo de accidentes durante la operación del sistema analizado.

El desarrollo del análisis de consecuencias se realiza de acuerdo con lo indicado en los “Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos” Rev. 1_2011 con clave DCO-GDOESSSPA-CT-001, ver documento en **Anexo I-6**). En el resto de este informe cuando se hace referencia a este documento se indica como *Criterios Técnicos (DCO-GDOESSSPA-CT-001)*.

De acuerdo con lo anterior y una vez identificados los escenarios que son seleccionados para simulación se consideran los siguientes pasos.

- ✓ Requisitos para la simulación de los escenarios de riesgo.
 - Relación de sustancias manejadas en la instalación.
 - Clase de eventos más comunes.
 - Resultados de una simulación con más de un evento común.
 - Requerimientos para las simulaciones.
- ✓ Simulación de consecuencias.
 - Descripción de la zona intermedia de salvaguarda.
 - Límites de los efectos por radiación térmica y sobrepresión.
 - Límites de los efectos por toxicidad.
 - Representación de zonas de riesgo y amortiguamiento.
- ✓ Análisis de vulnerabilidad (interacción de riesgos).
 - Efectos provocados por los eventos de riesgo sobre los puntos de interés.
 - Evaluación de los efectos de radiación térmica, sobrepresión y toxicidad.
- ✓ Resultados obtenidos de las simulaciones.
 - Identificación de las zonas intermedia de seguridad.
 - Matriz de resultados.
 - Descripción de las secuencias de evolución de los escenarios de riesgo.
 - Medidas de prevención, control y mitigación.

I.4.2.3 Descripción de los resultados de la aplicación de las metodologías seleccionadas y aplicadas para la identificación de peligros y la evaluación de los riesgos

La metodología de identificación de peligros seleccionada de acuerdo con todos los criterios y fundamentos mencionados en los apartados anteriores, ¿Qué pasa sí?, fue aplicada en conjunto entre los especialistas de BIESSA y el personal especializado del regulado denominado Petrofac de México. Ver listado de participantes o Acta constitutiva del Grupo multidisciplinario de Análisis de Estudios de Riesgo (GMAER), en el **Anexo I-7**.

Durante las sesiones de trabajo se analizaron 6 nodos que involucran a todas las instalaciones nuevas que se contemplan en el Plan de Desarrollo 2018-2042 del Área Contractual Santuario y El Golpe:

1. Macroperas de producción: San 401, San 601, San 502 y San 702.
2. Oleogasoductos de las macroperas San 502 y San 601 a la macropera San 401 y oleogasoductos de la macropera San 401 y San 702 al Complejo Santuario Noreste.
3. Instalaciones: Complejo Santuario noreste (batería de separación, estación de compresión, planta deshidratadora y servicios auxiliares).
4. Oleoducto Batería de separación Santuario - Complejo Santuario noreste y Oleoducto Complejo Santuario noreste - Complejo El Golpe (Planta deshidratadora).
5. Gasoducto Batería de separación Santuario - Complejo Santuario noreste y Gasoducto Complejo Santuario noreste - Complejo El Golpe (Estación de compresión).
6. Salinoducto Complejo Santuario noreste (Planta deshidratadora) a la Macropera San 702 (Pozo letrina) y Líneas de inyección.

Para que el GMAER pueda identificar las desviaciones o condiciones críticas del proceso o de las instalaciones, es importante partir de la intención de diseño con la que fueron construidas o planeadas cada una de ellas. En la siguiente Tabla I.4.2.3-1 se menciona de esta información.

Tabla I.4.2.3-1 Intención de diseño de los nodos analizados

Id	Nodo	Intención de diseño
1	Macroperas de producción: San 401, San 601, San 502 y San 702.	Localización donde se ubicarán los pozos, líneas de descarga, cabezales de recolección y cabezales de medición, con la intención de recolectar la producción de los pozos del campo Santuario para ser enviada hacia el Complejo Santuario Noreste. Presión de pozo: 145 kg/cm ² , Temperatura de pozo: 30 oC. Estos datos son las condiciones de diseño de las LDD y cabezales. Capacidades de diseño de LDD de 3"Ø: 3,000 bpd líquido y 2.1 MMpcsd de gas por cada uno.
2	Oleogasoductos de las Macroperas San 502 y San 601 a la Macropera San 401 y Oleogasoductos de la Macropera San 401 y San 702 al Complejo Santuario noreste.	Oleogasoducto de las macroperas SAN 502 y SAN 601 a la macropera SAN 401 y oleogasoductos de la macropera SAN 401 y SAN 702 al Complejo Santuario Noreste, a las siguientes condiciones de diseño: ductos de 8" de diámetro. Temp. Diseño =32°C, Presión de diseño = 25 kg/cm ² Presión Máxima de operación = 23 kg/cm ² Flujo de Diseño de Líquido = 16,000 bpd, Flujo de Diseño de gas = 14.5 MMpcsd. Flujo máximo de líquido = 10,500 bpd, Flujo máximo de gas = 11.0 MMpcsd.
3	Instalaciones: Complejo Santuario noreste (Batería de separación, Estación de compresión, Planta deshidratadora y Servicios auxiliares).	Procesamiento, acondicionamiento y manejo de la producción del Campo Santuario Noreste, así como los líquidos de la Batería de Separación Santuario: Corrientes de entrada: capacidad de diseño: líquido = 55,000 bpd, gas = 46.5 MMpcsd. Temp. Mezcla Campo Santuario Noreste = Máx 35°C Min 32°C, Presión Mezcla Campo Santuario Noreste = Máx 20 kg/cm ² MAN Min 6 kg/cm ² MAN. Temp. Aceite Bruto de Batería Santuario = Máx 35°C Min 32°C, Presión Aceite Bruto de Batería Santuario = Máx 12 kg/cm ² MAN Min 6 kg/cm ² MAN. Corrientes de salida: Aceite = 35,000 bpd, gas =35 MMpcsd, Temp. Aceite a Planta Deshidratadora El Golpe = Máx 50°C Min 43°C, Presión aceite a Planta Deshidratadora El Golpe = Máx 50 kg/cm ² MAN min 43 kg/cm ² MAN. Temp. Gas a Compresores castarrical Nin 50°C, Presión Gas a Compresores Castarrical = Máx 45 kg/cm ² MAN Min 42 kg/cm ² MAN. Corriente de salida BN: Capacidad de diseño = 11.5 MMpcsd, Temp. Máx.: 45°C, Presión Máx.: 86 kg/cm ² Corriente de salida Agua congénita: Capacidad: 55 mpd, Temp. Máx.: 45°C, Presión Máx.: 109 kg/cm ²

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-236

Tabla I.4.2.3-1 (continuación).

Id	Nodo	Intención de diseño
4	Oleoducto Batería de separación Santuario - Complejo Santuario noreste y Oleoducto Complejo Santuario noreste - Complejo El Golpe (Planta deshidratadora).	<p>Transporte de la producción de hidrocarburos del Campo Santuario y Campo Santuario Noreste.</p> <p>Líquido de Batería Santuario - Complejo Santuario Noreste: Oleoducto de 6" de Diámetro 5 km de longitud. Capacidad operativa Máx. 14,700 bpd, Normal 8,200 bpd, Mín. 8,200 bpd. Temp. operativa Máx. 35°C, Normal y Mín. 32°C. Presión operativa Máx. 35 kg/cm², Normal y Mín. 32 kg/cm².</p> <p>Líquido del Complejo Santuario Noreste - Complejo El Golpe/Planta Deshidratadora El Golpe): Oleoducto de 8" de diámetro, 8.5 km de longitud, Temp. Diseño 50°C, P Diseño 55 kg/cm², Capacidad operativa Máx. 36,000 bpd, Normal 25,000 bpd, Mín. 12,000 bpd. Temp. operativa Máx. 50°C, Normal y Min. 32°C. Presión operativa Máx. 50 kg/cm², Normal 38 kg/cm², Mín. 17 kg/cm².</p>
5	Gasoducto Batería de separación Santuario - Complejo Santuario noreste y Gasoducto Complejo Santuario noreste - Complejo El Golpe (Estación de compresión).	<p>Transporte de la producción de hidrocarburos del Campo Santuario y Campo Santuario Noreste.</p> <p>Gas de Batería Santuario (Batería Santuario - Complejo Santuario Noreste): Gasoducto de 8" de Diámetro 5 km de longitud. Capacidad operativa Máx. 5 MMpcsd, Normal 5 MMpcsd, Mín. 3 MMpcsd. Tem. operativa Máx. 35°C, Normal y Min. 32°C. Presión operativa Máx. 5 kg/cm², Normal y Mín. 5 kg/cm².</p> <p>Gas del Complejo Santuario Noreste (Complejo Santuario Noreste – Complejo El Golpe_Estación de Compresión El Golpe): Gasoducto de 8" de Diámetro 8.5 km de longitud, Temp. Diseño 50°C, P Diseño 50 kg/cm², Capacidad operativa Máx. 41 MMpcsd, Normal 29 MMpcsd, Mín. 10 MMpcsd. Tem. operativa Máx. 50°C, Normal y Min. 32°C. Presión operativa Máx. 45 kg/cm², Normal 36 kg/cm², Mín. 17 kg/cm².</p> <p>Gas de Bombeo neumático: Transporte de gas de bombeo neumático para la inyección a pozos, desde el Complejo Santuario Noreste hasta la Macropera SAN 502, 702, 401 y 601 Condiciones de operación: Presión Máx/Nor/Mín 65/62/62 kg/cm², Presión de diseño 71.5 kg/cm², Temperatura Máx/Nor/Mín 50/40/40°C, Qgas Máx-Nor-Mín 6.0/6.0/4.5 mmpcsd.</p>

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-237

Tabla I.4.2.3-1 (continuación).

Id	Nodo	Intención de diseño
6	Salinoducto Complejo Santuario noreste (Planta deshidratadora) a la Macropera San 702 (Pozo letrina) y Líneas de inyección.	Salinoducto de 6" de diámetro para inyección de agua congénita a pozo letrina en pera SAN 702, de acero al carbono, Especificación de materiales ISO 3183 Gr L360 PSL2, 2.2 km de longitud aprox., Presión de diseño 210 kg/cm ² (máxima), Presión máxima de operación 191 kg/cm ² , Temperatura de diseño 40 °C. Capacidad máxima (flujo) 10,000 bpd. Se incluyen cabezales y líneas de inyección de agua, de pozos fuente a pozos de inyección Presión: 80-160 kg/cm ² , Flujo de diseño: 1500 a 6000 bpd (se consideran el flujo mínimo y máximo de los rangos individuales reportados).

Con estos datos, al llevar a cabo el análisis para cada uno de los nodos, según protocolo de la metodología, se fueron definiendo todas las desviaciones posibles y congruentes con el tipo de instalación. En la Tabla I.4.2.3-2 que a continuación se presenta podemos revisar cada una de las desviaciones propuestas para el desarrollo de la metodología y analizadas con la finalidad de determinar el nivel de riesgo que aporta cada nodo.

Tabla I.4.2.3-2 Desviaciones y causas propuestas en los nodos en metodología ¿Qué pasa sí?

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
Nodo 1: Macroperas de producción: San 401, San 601, San 502 y San 702.		
1.1	Se presenta un descontrol en el pozo durante la etapa de perforación	Falla del equipo superficial
1.2	Se presenta un descontrol en el pozo durante la etapa de perforación	Error humano
1.3	Al haber un brote inesperado, no se puede cerrar el pozo de manera inmediata / los preventores (preventores de reventones =Blowout preventer, Bop) fallan.	Densidad inadecuada del fluido de perforación
1.4	Se presenta un derrame de lodo de perforación o bentonita en el área de presa	Error humano

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.2.3-2 (continuación).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
Nodo 1: Macroperas de producción: San 401, San 601, San 502 y San 702.		
1.5	Se deja abierta la válvula lateral del cabezal del pozo	Error humano
1.6	Si se presenta una fuga/derrame en el árbol de válvulas.	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo. Vandalismo.
1.7	Se presenta una fuga/derrame en la línea de descarga de pozos/cabezal de recolección o cabezal de medición	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Defectos de fabricación en válvulas, bridas, tubos y/o accesorios. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo. Vandalismo.
1.8	Si se presenta una fuga/derrame en el cabezal de recolección/cabezal de medición en Macropera.	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo. Vandalismo.
1.9	Si se presenta un descontrol de alguna variable de proceso en el cabezal de recolección/cabezal de medición en Macropera.	Cambios en las condiciones del pozo Falla en el control del flujo Falla en el control de presión Bloqueo o restricción en la línea de descarga o en el cabezal de recolección o de medición Ruptura de la línea (baja presión)

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 410001630.

DICIEMBRE 2018

I-239

Tabla I.4.2.3-2 (continuación).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
Nodo 2: oleogasoductos de las Macroperas San 502 y San 601 a la Macropera San 401 y oleogasoductos de la Macropera San 401 y San 702 al Complejo Santuario noreste.		
2.1	Se presenta una fuga/derrame en el oleogasoducto que se encuentra en una zona inundable	Defecto de fabricación. Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
2.2	Se presenta una fuga/derrame en el oleogasoducto al cruzar caminos / carreteras (Caso LDD de Macroperas 401, 502 y 702)	Defecto de fabricación. Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
2.3	No cierran las válvulas de seccionamiento o de corte rápido, ante el requerimiento por fuga	Falta de mantenimiento.
2.4	Si se presenta un descontrol en el oleogasoducto	Bloqueo o restricción en válvulas Obstrucción en la tubería Vandalismo
Nodo 3: instalaciones: Complejo Santuario noreste (Batería de separación, Estación de compresión, Planta deshidratadora y Servicios auxiliares).		
3.1	Se presenta una fuga/derrame de la mezcla a la llegada del Complejo Santuario Noreste	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo. Vandalismo.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.2.3-2 (continuación).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
Nodo 3: instalaciones: Complejo Santuario noreste (Batería de separación, Estación de compresión, Planta deshidratadora y Servicios auxiliares).		
3.2	Se presenta una fuga de gas en el punto de partida del gasoducto Complejo Santuario Noreste - Complejo El Golpe	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo. Vandalismo.
3.3	Se presenta una fuga de gas en el interior del Complejo Santuario Noreste (Batería de separación / Estación de compresión).	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo.
3.4	Se presenta una derrame de aceite en el punto de partida del oleoducto Complejo Santuario Noreste - Complejo El Golpe	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo.
3.5	Se presenta un derrame de aceite en el interior del Complejo Santuario Noreste (Batería de separación o Planta deshidratadora)	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.2.3-2 (continuación).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
Nodo 3: instalaciones: Complejo Santuario noreste (Batería de separación, Estación de compresión, Planta deshidratadora y Servicios auxiliares).		
3.6	Se presenta una derrame de Agua salina en el punto de partida del salinoducto Complejo Santuario Noreste - Macropera 702	Error humano en el apriete de conexiones al realizar trabajos de mantenimiento. Desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos. Corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios. Golpe externo.
3.7	Si se presenta un descontrol de alguna variable de proceso	Fala en el control del flujo Falla en el control de presión Falla en el control de temperatura Bloqueo o restricción corriente debajo de algún equipo o sistema
Nodo 4: Oleoducto Batería de separación Santuario - Complejo Santuario noreste y Oleoducto Complejo Santuario noreste - Complejo El Golpe (Planta deshidratadora).		
4.1	Se presenta un derrame en el oleoducto que se encuentra en una zona inundable	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
4.2	Se presenta un derrame de aceite en el oleoducto, en segmentos donde cruza caminos / carreteras	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
4.3	No cierran las válvulas de seccionamiento o de corte rápido, ante el requerimiento por fuga	Falta de mantenimiento
4.4	Si se presenta un descontrol en el oleoducto	Bloqueo o restricción en válvulas Obstrucción en la tubería Vandalismo

Tabla I.4.2.3-2 (continuación).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Causa
Nodo 5: Gasoducto Batería de separación Santuario - Complejo Santuario noreste y Gasoducto Complejo Santuario noreste - Complejo El Golpe (Estación de compresión).		
5.1	Se presenta una fuga en el gasoducto que se encuentra en una zona inundable	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
5.2	Se presenta una fuga en el gasoducto, en segmentos donde cruza caminos / carreteras	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
5.3	No cierran las válvulas de seccionamiento o de corte rápido, ante el requerimiento por fuga	Falta de mantenimiento
5.4	Si se presenta un descontrol en el gasoducto	Bloqueo o restricción en válvulas Obstrucción en la tubería Vandalismo
Nodo 6: Salinoducto Complejo Santuario noreste (Planta deshidratadora) a la Macropera San 702 (Pozo letrina) y Líneas de inyección.		
6.1	Se presenta un derrame de Agua congénita en el punto de partida (fuera de límite) del salinoducto Complejo Santuario Noreste - Macropera SAN 702 (Pozo Letrina)	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
6.2	Se presenta un derrame de Agua congénita en el interior del Complejo Santuario Noreste (Planta tratadora de agua).	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
6.3	Se presenta un derrame de Agua salina en cruces con caminos / carretera.	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
6.4	Se presenta un derrame de Agua salina en cruces con zonas inundables.	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.
6.5	Se presenta un derrame de Agua en el cabezal o en la línea de inyección hacia pozos inyectores	Defecto de fabricación Corrosión o erosión en líneas. Golpe externo. Vandalismo.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Es importante hacer mención que una de las reglas importantes en la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? para identificar y evaluar de manera correcta las desviaciones propuestas es que **se supondrá** que cada una de las salvaguardas, protecciones o medidas de mitigación presentes, planeadas o instaladas para evitar la desviaciones, sus causas y sus consecuencias **NO FUNCIONAN**. Esto permitirá que el GMAER en la lluvia de ideas, pueda ampliar el campo de análisis y pueda rastrear cualquier alteración, punto vulnerable o mal funcionamiento del nodo en revisión.

En el **Anexo I-8**, podemos encontrar todas las hojas de trabajo de la metodología, en la cual podemos revisar a detalle todos los resultados obtenidos en cada uno de los nodos. Posterior a haber definido las causas, consecuencias y salvaguardas, existe una etapa semi-cuantitativa de la metodología que conlleva a asignar un nivel de frecuencia y de severidad a cada una de las desviaciones identificadas. Este proceso nos permite estimar posibles consecuencias y su posibilidad de presentarse. Para calcular la magnitud del riesgo de las desviaciones, Petrofac considera importante determinar los impactos de las consecuencias a 4 receptores (Personas, Ambiente, Activo y Reputación). En función de lo anterior, la magnitud del riesgo de la desviación será definida por el valor más grande obtenido del producto de frecuencia y consecuencia en cualquiera de los 4 receptores evaluados (Tabla I.4.2.2-1 y Tabla I.4.2.2-2). Como la magnitud del riesgo está definida por un nivel de Frecuencia y de consecuencia, estos se ubican en la Matriz de evaluación de riesgos PL-STAN-HSSEAI-009-G de la Figura I.4.2.2-2, para establecer si la magnitud es de Bajo, Medio o Alto riesgo.

Los resultados de esta parte de la metodología en el estudio del Área Contractual Santuario y El Golpe, se pueden consultar en las hojas de trabajo mostradas en el **Anexo I-8**.

El presente estudio, analizará de manera profunda las desviaciones que resulten de alto riesgo, así como los que se encuentra en nivel de riesgo Medio.

Como la finalidad prioritaria de este estudio es detectar aquellas desviaciones que provoquen consecuencias con impactos ambientales, los escenarios que también se evaluarán serán aquellas desviaciones que en algún momento se puedan presentar y se hallan calificado alto en la parte ambiental, independientemente que su magnitud haya resultado alta por el impacto a otro receptor.

A continuación, se presenta una tabla con todas las desviaciones con magnitudes de riesgo Alto, como resultado del análisis en la metodología ¿Qué pasa sí?

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Tabla I.4.2.3-3 Desviaciones con Magnitud de riesgo Alto.

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Riesgo				Magnitud de riesgo
		P*	Am*	Ac*	R*	
2.1	Se presenta una fuga/derrame en el oleogasoducto que se encuentra en una zona inundable	12	12	12	12	12 Alto
2.2	Se presenta una fuga/derrame en el oleogasoducto al cruzar caminos / carreteras (Caso LDD de Macroperas 401, 502 y 702)	12	12	12	12	12 Alto
3.1	Se presenta una fuga/derrame de la mezcla a la llegada del Complejo Santuario Noreste	12	12	12	12	12 Alto
3.2	Se presenta una fuga de gas en el punto de partida del gasoducto Complejo Santuario Noreste - Complejo El Golpe	12	12	12	12	12 Alto
3.3	Se presenta una fuga de gas en el interior del Complejo Santuario Noreste (Batería de separación / Estación de compresión).	12	12	12	12	12 Alto
4.1	Se presenta un derrame en el oleoducto que se encuentra en una zona inundable	12	12	12	12	12 Alto
5.1	Se presenta una fuga en el gasoducto que se encuentra en una zona inundable	16	12	16	16	16 Alto
5.2	Se presenta una fuga en el gasoducto, en segmentos donde cruza caminos / carreteras	16	12	16	16	16 Alto

* P= Persona, Am= Ambiente, Ac= Activo, R= Reputación.

En el caso de las desviaciones con Magnitud de riesgo Medio, es importante mencionarlo y puntualizarlo porque con la aplicación de ciertas medidas preventivas y correctivas se pueden llevar a un nivel de riesgo bajo por Petrofac. Por lo cual, se requiere tenerlo presente y hacer de las instalaciones en esta área contractual, más ACEPTABLE aún bajo la premisa de la implantación de medidas desde el enfoque operativo y administrativo.

En la Tabla I.4.2.3-4 que a continuación se presenta, enlistamos todas las desviaciones

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.2.3-4 Desviaciones con Magnitud de riesgo Medio.

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Riesgo				Magnitud de riesgo
		P*	Am*	Ac*	R*	
1.1	Se presenta un descontrol en el pozo durante la etapa de perforación.	8	4	10	8	10
1.2	Se presenta un descontrol en el pozo durante la etapa de perforación	8	4	10	8	10
1.3	Al haber un brote inesperado, no se puede cerrar el pozo de manera inmediata / los preventores (preventores de reventones =Blowout preventer, Bop) fallan.	8	4	10	8	10
1.4	Se presenta un derrame de lodo de perforación o bentonita en el área de presa	9	6	9	9	9
1.5	Se deja abierta la válvula lateral del cabezal del pozo	9	6	9	9	9
1.6	Si se presenta una fuga/derrame en el árbol de válvulas	9	6	9	9	9
1.7	Se presenta una fuga/derrame en la línea de descarga de pozos/cabezal de recolección o cabezal de medición	9	6	9	9	9
1.8	Si se presenta una fuga/derrame en el cabezal de recolección/cabezal de medición en macropera	9	6	9	9	9
1.9	Si se presenta un descontrol de alguna variable de proceso en el cabezal de recolección/cabezal de medición en macropera	8	8	8	8	8
2.3	No cierran las válvulas de seccionamiento o de corte rápido, ante el requerimiento por fuga	2	6	6	6	6

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

I-246

Tabla I.4.2.3-4 (continuación).

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Riesgo				Magnitud de riesgo
		P*	Am*	Ac*	R*	
3.4	Se presenta una derrame de aceite en el punto de partida del oleoducto Complejo Santuario Noreste - Complejo El Golpe	8	8	8	8	8
3.5	Se presenta un derrame de aceite en el interior del Complejo Santuario Noreste (Batería de separación o Planta deshidratadora)	4	8	8	8	8
3.6	Se presenta una derrame de Agua salina en el punto de partida del salinoducto Complejo Santuario Noreste - Macropera 702	4	4	4	6	6
4.2	Se presenta un derrame de aceite en el oleoducto, en segmentos donde cruza caminos / carreteras	8	8	8	8	8
4.3	No cierran las válvulas de seccionamiento o de corte rápido, ante el requerimiento por fuga	3	3	6	6	6
5.3	No cierran las válvulas de seccionamiento o de corte rápido, ante el requerimiento por fuga	2	6	6	6	6
6.1	Se presenta un derrame de Agua congénita en el punto de partida (fuera de límite) del salinoducto Complejo Santuario Noreste - Macropera SAN 702 (Pozo Letrina)	4	4	4	8	8
6.2	Se presenta un derrame de Agua congénita en el interior del Complejo Santuario Noreste (Planta tratadora de agua)	4	4	4	8	8
6.3	Se presenta un derrame de Agua salina en cruces con caminos / carretera.	4	4	4	8	8
6.4	Se presenta un derrame de Agua salina en cruces con zonas inundables.	4	4	4	8	8
6.5	Se presenta un derrame de Agua en el cabezal o en la línea de inyección hacia pozos inyectoros	4	4	4	8	8

* P= Persona, Am= Ambiente, Ac= Activo, R= Reputación.

Con respecto a las desviaciones con magnitud de riesgo bajo, se enlistan en la Tabla I.4.2.3-5.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla I.4.2.3-5. Desviaciones con magnitud de riesgo bajo.

Id Desviación	Desviación ¿Qué pasa sí?	Riesgo				Magnitud de riesgo
		P*	Am*	Ac*	R*	
2.4	Si se presenta un descontrol en el oleogasoducto	3	3	3	3	3
3.7	Si se presenta un descontrol de alguna variable de proceso	4	4	4	4	4
4.4	Si se presenta un descontrol en el oleoducto	4	4	4	4	4
5.4	Si se presenta un descontrol en el gasoducto	3	3	3	3	3

* P= Persona, Am= Ambiente, Ac= Activo, R= Reputación.

Ubicando todas estas desviaciones en las áreas de la Matriz correspondiente, la distribución espacial se ve de la siguiente manera (Figura I.4.2.3-1):

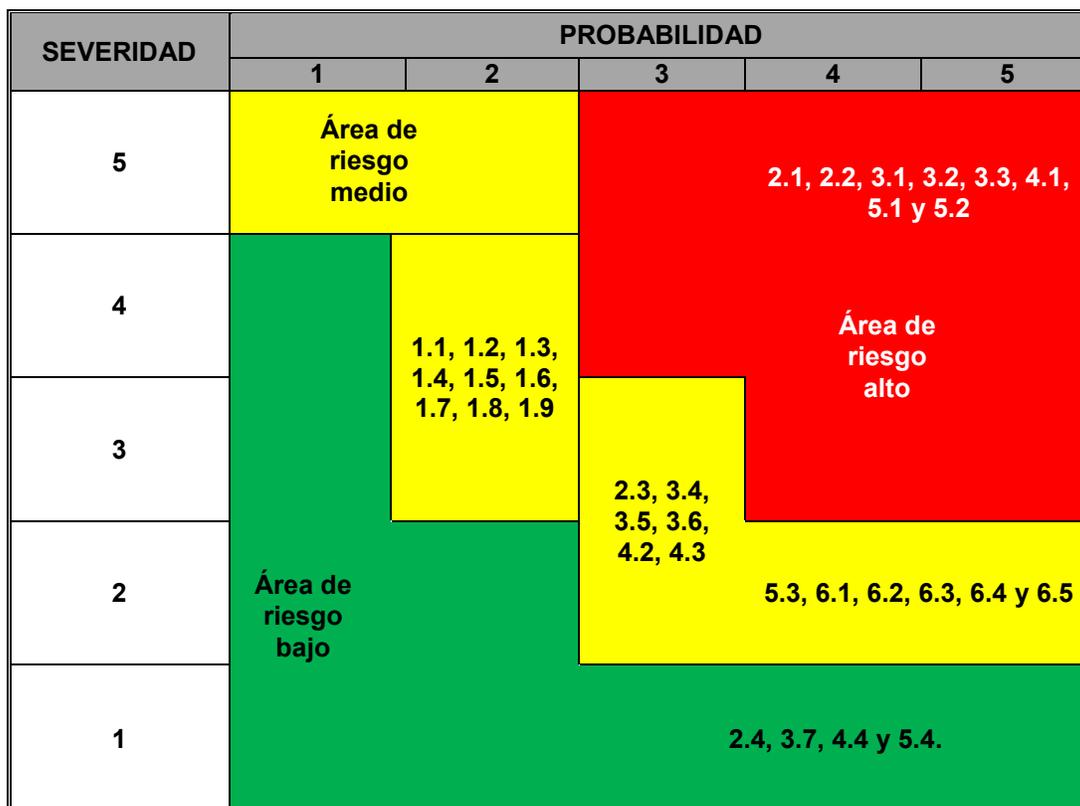


Figura I.4.2.3-1 Ubicación de desviaciones de Alto y Medio Riesgo en Matriz PL-STAN-HSSEAI-009-G.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

De esta forma podemos concluir que de la metodología ¿Qué pasa sí?, se identificaron 33 desviaciones, de los cuales ocho resultaron con magnitudes de riesgo alto, 21 con magnitudes de riesgo bajo y cuatro con magnitudes de riesgo bajo (Figura I.4.2.3-1).



Figura I.4.2.3-2 Distribución de desviaciones según su Magnitud de riesgo.

Esta distribución nos permite ver claramente que la mayor de las desviaciones se encuentra definidas por una magnitud de riesgo **medio**, lo cual según la definición vista en el apartado anterior, implica, **riesgo medio**: evaluar ALARP (As Low As Reasonably Practicable-Tan bajo como sea razonablemente posible), según sea necesario. Implementar prevención y / o mitigación adicionales basadas en el análisis de costo-beneficio. El sistema debe estar en su lugar para verificar que los controles contabilizados en la evaluación de riesgos son funcionales. Lo cual implica que debido a que son proyectos que etapa conceptual, las recomendaciones a implementar para prevenir o mitigar, serán las establecidas como salvaguardas por el GMAER en las sesiones de trabajo de la Metodología ¿Qué pasa sí?, con la finalidad de llevarlos a un nivel de riesgo bajo.

Para el caso de las desviaciones con nivel de riesgo alto, se realizará la revisión adecuada para evaluar sus impactos en caso de presentarse, y visualizar hasta donde alcanzaría su presencia, esto en términos de áreas de afectación. El presente estudio, es precisamente una herramienta para definir el riesgo ambiental, que significa, hacer una revisión detallada para evaluar que impactos se presentan al ambiente en esa área de afectación, cuando existe un daño a la integridad de las instalaciones (fuga o ruptura), pérdida de contención

(derrame o una fuga) o presencia de puntos calientes cuando hay una pérdida de contención del material peligroso (incendio o una explosión).

En el siguiente capítulo (capítulo II) se da seguimiento a la evaluación de las desviaciones con magnitudes de riesgo alto, al seguir los pasos necesarios para su evaluación en términos de áreas de afectación.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

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

II.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, para los evento(s) máximo(s) probable(s) de riesgo y evento(s) catastrófico(s), identificados en el punto 1.4.2, e incluir la memoria del cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes, y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en estas, siendo congruente con la información solicitada en los puntos 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 y 1.3. Es importante mencionar que se deberá realizar y presentar las simulaciones para cada una de las sustancias peligrosas manejadas. Asimismo, se deberán incorporar las memorias de cálculo obtenidas del modelo matemático de simulación.

Para todas las modelaciones deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años (Capítulo IV de la MIA).

Para las simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento e l 10% de la energía total liberada.

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento obtenidas en fotomapas y planos a escala mínima de 1:50,000, donde se puedan identificar los puntos de interés que se encuentren inmersos dentro de dichas zonas (componentes ambientales, áreas naturales protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros). Esta información deberá ser acorde con lo manifestado en el Capítulo IV de la MIA (Descripción del Sistema Ambiental).

Las desviaciones identificadas con magnitudes de riesgo alto, en la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? Se someterán a una evaluación con la finalidad de estimar los radios de afectación de los escenarios que resulten como más probables (fugas) y catastróficos (ruptura total del diámetro del ducto o descargas con el máximo volumen de producción) y en los cuales se puedan presentar eventos de incendio o explosión. Para esta determinación es necesario el uso de una herramienta con el alcance suficiente para realizar este tipo de medición.

Bajo este contexto, la determinación de los radios potenciales de afectación en el presente estudio, se llevará a cabo con la ayuda del simulador PHAST Versión 7.11 de Det Norske Veritas (DNV-GL). Esta herramienta es una de las más reconocidas y recomendadas para este tipo de evaluaciones, debido a la capacidad de simular con materiales conformadas por dos o más componentes (mezclas) lo cual lo hace más preciso en sus resultados, así como también cuenta con modelos de dispersión, de fuego y de explosión, que son de gran ayuda para definir áreas impactadas por un evento de tal índole.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. 1 y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

II-1

Los escenarios planteados tienen cabida en función de las actividades que se llevarán a cabo en las instalaciones nuevas del Área contractual Santuario y El Golpe.

El presentarse actividades altamente riesgosas por los materiales manejados en las instalaciones, hacen susceptibles al medio de ser impactados por el material debido a la pérdida de su contención. El modelo de descarga del PHAST versión 7.11, predice la tasa de flujo (flujo másico) y el estado físico del material al ser liberado a la atmósfera. Los modelos de dispersión predicen: formación de aerosoles, condensación y formación de charcos, nubes densas y nubes gaussianas. Los modelos de inflamabilidad predicen niveles de radiación, zonas de deflagración y niveles de sobrepresión.

Estos tipos de consecuencias pueden ser medidos a partir de los siguientes modelos¹:

Pool Fire (Charco de fuego). Cuando un líquido inflamable o combustible se fuga o derrama, se puede formar un charco. Al estar formándose este charco, parte del líquido en la superficie alcanza su punto de inflamación y comienza a evaporarse. Si la nube que se forma con estos vapores alcanza un punto de ignición, ocurre una explosión, provoca el incendio del charco y en ocasiones un chorro de fuego en el punto de escape.

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

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

Fireball (Bola de fuego). Este evento resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego

¹ Análisis de riesgo en instalaciones industriales, Joaquim Casal-Helena Montiel-Eulália Planas-Juan A. Vilchez, Edicions UPN/ DCO-GDOSSPA-CT-001 Rev 1, Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas en instalaciones de Petróleos Mexicanos, Pemex Dirección Corporativa de Operaciones.

ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (*BLEVE* por sus siglas en inglés).

Explosión. Es una descarga de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire alrededor del punto de descarga de energía. Existen explosiones físicas, que son aquellas que se originan de un fenómeno estrictamente físico como una ruptura de un tanque presurizado o un *BLEVE*. El otro tipo de explosiones se denominan confinadas, las cuales tienen su origen en reacciones químicas que ocurren en el interior de recipientes y edificios.

***BLEVE* (Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición).** Ocurre cuando en forma repentina se pierde el confinamiento de un recipiente que contiene un líquido combustible sobrecalentado. La causa inicial de un *BLEVE* es usualmente un fuego externo impactando sobre las paredes del recipiente sobre el nivel del líquido, esto hace fallar el material y permite la ruptura repentina de las paredes del tanque. Un *BLEVE* puede ocurrir como resultado de cualquier mecanismo que ocasione la falla repentina de un recipiente y permita que el líquido sobrecalentado se vaporice. Si el material líquido/vapor descargado es inflamable, la ignición de la mezcla puede resultar en una bola de fuego (*FireBall* en el idioma inglés).

***VCE/UVCE* (Explosión por una Nube de Vapor).** Puede definirse simplemente como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera, de toda la masa de gas que se dispersa, sólo una parte de esta se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresiones por la explosión. Este evento puede ocurrir tanto en lugares confinados como en no confinados. Cuando el evento es no confinado se le conoce como “Explosión por una Nube de Vapor no Confinada (*UVCE- Unconfined Vapor Cloud Explosion* en el idioma inglés).

***EFR* (Explosión física de un recipiente a alta presión).** Falla catastrófica de un recipiente, sometido a una presión interna superior a su resistencia (*Physical Explosion* en el idioma inglés).

Simulaciones del análisis de consecuencias

Para la evaluación mediante el software PHAST Versión 7.11, es necesario conocer y/o determinar parámetros o criterios, tales como condiciones ambientales, criterios de intensidades de radiación térmica, magnitudes de sobrepresión y efectos de toxicidad.

Para el caso de las condiciones ambientales que son importantes en los cálculos que realiza el Software PHAST podemos mencionar la temperatura ambiental, la humedad relativa, la velocidad del aire y estabilidad ambiental.

(1) La Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos emitida por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) establece que “los Regulados utilizarán la velocidad de viento de 1.5 m/s y estabilidad categoría A-B (para el día) y F (para la noche), conforme a la clasificación de Pasquill (Tabla 14, apartado 4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias, Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.). Cuando sea posible demostrar, mediante datos meteorológicos de los 10 últimos años, que la velocidad promedio del viento en el sitio es mayor que 1.5 m/s y que la estabilidad atmosférica es diferente a las categorías A-B y F, los Regulados podrán emplear dicho dato en las simulaciones. Para todas las simulaciones se sugiere considerar las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base en la información de los últimos 10 años”.

Para definir y justificar las estabildades a emplear en el análisis de consecuencias, se utilizan los parámetros que se indican en la Tabla II.1-1:

Tabla II.1-1 Estabilidad atmosférica de Pasquill ⁽¹⁾

Velocidad del viento U ₁₀ (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				≥1/2	≤1/2
<2	A	A - B	B	E	F
2 – 3	A - B	B	C	E	F
3 – 5	B	B - C	C	D	E
5 – 6	C	C - D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

(2) Tabla 14, apartado 4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias, Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

Para el caso del Área contractual Santuario y El Golpe, los datos de las condiciones meteorológicas empleados son los manifestados en la Tabla II.1-2.

Tabla II.1-2 Condiciones ambientales para la evaluación de consecuencias.

Condiciones Ambientales	
Temperatura ambiental máxima promedio.	34.5 °C
Temperatura ambiental mínima promedio.	22.0 °C
Temperatura ambiental (2)	25.0 °C
Humedad relativa, máxima.	86 %
Humedad relativa, mínimo.	77 %
Humedad relativa (2)	50 %
Estabilidad/ Viento (1)	A - B / 1.5 m/s
Estabilidad/ Viento (1)	F / 1.5 m/s
Estabilidad/ Viento (2)	C - D / 5.0 m/s
Estabilidad/ Viento (2)	D / 8.33 m/s

(1) Esta condición está indicada por la Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

(2) Esta condición es práctica recomendada de los Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 1_2011.

Otras variables a considerar

Para realizar la simulación de los escenarios de riesgo es de importancia conocer las condiciones de operación a la cual operarán las instalaciones y ductos, así como otras consideraciones las cuales se mencionan a continuación:

- Temperatura y presión: Temperatura y presión a la que se encuentra la sustancia en el proceso ya sea en equipos dinámicos, estáticos, árboles de válvulas, ductos y/o tuberías del proceso.
- Material o sustancia peligrosa bajo estudio: Proporcionar el nombre del material o sustancia peligrosa que se considera en la simulación. En el caso de una mezcla, se deben proporcionar el nombre de la mezcla, nombre y número CAS de sus componentes y sus porcentajes correspondientes.
- Fase: Indicar, considerando las condiciones de presión y temperatura, la fase en la que se encuentra el material o sustancia peligrosa en el recipiente que la contiene.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

- Inventario de la fuga: Al determinar el inventario del material o sustancia peligrosa que se puede fugar o derramar, en proceso, transporte o almacenamiento, dar crédito a los valores máximos establecidos en controles administrativos que limitan estas cantidades o bien, considerar los casos en los que, por razones operativas, los inventarios pueden alcanzar valores máximos.
- Área del dique: En caso de aplicar para el escenario.
- Tipo de superficie: Seleccionar tierra seca, tierra húmeda, concreto, otra.
- Tipo de recipiente: Vertical, horizontal, esférico, u otros.
- Altura hidráulica: Altura del material o sustancia peligrosa dentro del recipiente, a partir del nivel que se encuentre la fuga.
- Eventos típicos de fuga o derrame de productos: El tamaño de la fuga o derrame de producto dependerá del tipo de equipo involucrado.

Las tablas magnitud–efecto permiten establecer un vínculo entre la intensidad de una variable (concentración, intensidad de radiación térmica o presión), con efectos observados o valores usados como referencia en documentos de diseño o normativos. Una ventaja de las relaciones de un efecto directo es que se pueden evaluar distintos daños observados o referencias disponibles. Una desventaja es que está construida con valores directos (ejemplo: existe un valor específico y no siempre se puede conocer la extensión de un mismo daño con distintos valores de intensidad de la variable que lo provoca). Otra desventaja es que no toma en cuenta la variación de la respuesta de los organismos vivos a una misma dosis. A continuación, se muestra la Tabla II.1-3 y la Tabla II.1-4 que son empleadas para comparar la relación de magnitud-efecto por radiación térmica y por sobrepresión.

Tabla II.1-3 Efectos esperados u observados por radiación térmica ⁽¹⁾.

Intensidad de la radiación térmica (kW/m²)	Tipo de daño
1.4	No se presentan molestias, aunque durante largos periodos de exposición equivale a la intensidad del sol de verano a medio día.
1.58	Valor empleado para localidades donde el personal es expuesto continuamente. (API-521).
4	Suficiente para causar dolor al personal, en caso de que éste no se resguarde en 20 seg; sin embargo, es probable la formación de ampollas en la piel (Banco Mundial).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla II.1-3 (continuación).

Intensidad de la radiación térmica (kW/m ²)	Tipo de daño
4.73	Intensidad de calor en áreas donde acciones de emergencia, con duración hasta varios minutos se pueden realizar por parte de personal con blindaje, pero con ropa apropiada (API-521).
5	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición son probables las quemaduras de segundo grado.
6.31	Intensidad en áreas donde acciones de emergencia, con duración hasta un minuto, pueden ser realizadas con equipo apropiado (API-521).
9.46	La exposición debe ser limitada a pocos segundos, suficientes para escapar (API-521).
9.5	El umbral de dolor en una persona se alcanza después de 8 segundos de exposición; después de 20 segundos de exposición se presentan quemaduras de segundo grado.
12.5	Intensidad de energía mínima requerida para fundición de conductos de plástico (Banco Mundial) y para que la madera se prenda por contacto con fuego.
15.77	Intensidad en áreas con estructuras en donde no es deseable tener personal y en donde se cuenta con blindaje a la radiación térmica (API-521).
25.0	Intensidad de energía mínima requerida para provocar la ignición de la madera en exposiciones prolongadas, no requiriéndose fuente de ignición alterna (Banco Mundial).
37.5	Suficiente para causar daño a los equipos de proceso (Banco Mundial).

(1) Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 1_2011.

Tabla II.1-4 Efectos esperados u observados por sobrepresión ⁽¹⁾.

Sobrepresión (psig)	Daños
0.02	Ruido fuerte y/o molesto (equivalente a 137 db) a baja frecuencias 10-15 Hz.
0.03	Ruptura ocasional de vidrio en ventanas grandes y bajo tensión.
0.04	Ruido fuerte (143 db), rotura de vidrios por onda sonora.
0.10	Rotura de ventanas sometidas a tensión y de cristales de ventanas pequeñas.
0.15	Presión típica de rotura de vidrios.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla II.1-4 (continuación).

Sobrepresión (psig)	Daños
0.30	Probabilidad de 95 % de no tener daños serios debajo de este valor de presión; 10% de los vidrios y/o ventanas rotas. Distancia "segura" (95% de probabilidad de no sufrir daños severos más allá de la distancia segura); límite de alcance de proyectiles; algunos daños a techos de madera de casas.
0.40	Daños estructurales menores.
0.5	Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras.
0.5-1.0	Daños a ventanas pequeñas y grandes.
0.7	Daño menor en estructuras de casa.
1.0	Demolición parcial de casas, tal que son inhabitables. Láminas de asbesto corrugados se hacen añicos; daños en paneles de aluminio o acero corrugado y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabitables. Provoca el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles.
1-2	Asbesto y acero corrugado; paneles de madera desplazados y dañados.
2.0	Colapso parcial de paredes y tejados de las casas. Paredes en obra negra sin refuerzo se hacen añicos.
2-3	Muros no reforzados ladeados y parcialmente dañados.
2.3	Límite inferior para daños estructurales graves.
2.5	Destrucción del 50% de construcciones de ladrillo.
3.0	Daños a edificios con estructuras metálica; equipo pesado sufre poco daño. Maquinaria industrial pesada (1.5 toneladas) sufre daños menores; estructuras de acero de edificios se distorsionan y son arrancados de su base.
3-4	Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.
4.0	Recubrimiento de edificios industriales fracturado. Estructuras metálicas de edificios distorsionadas y/o arrancadas de sus cimientos; demolición de paneles de acero para edificios sin marco de refuerzo y ruptura de tanques de almacenamiento.
5.0	Rotura de postes de madera. Desprendimiento de postes de energía eléctrica; prensas hidráulicas (18.29 toneladas) dentro de edificios son ligeramente dañadas.
5.0-7.0	Destrucción prácticamente completa de casas.
7.0	Volcado de carros ferrocarril.
7-8	Muros de ladrillo de 8 a 12 pulgadas de espesor y no reforzados fallan.
9	Demolición completa de carros de ferrocarril cargados.
10	Probable destrucción total de casas y edificios; maquinaria de 3.2 toneladas son desplazadas y severamente dañadas; sobrevive maquinaria de 5.5 toneladas.
300	Formación de cráter.

(1) Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 1_2011.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Los parámetros de toxicidad, radiación térmica y sobrepresión requeridas para las simulaciones de consecuencias se muestran en la Tabla II.1-5, donde se indican los valores establecidos en la guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos emitida por la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Medio Ambiente) y por SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

Tabla II.1-5 Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo ⁽¹⁾.

Definición de zona	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos.	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)		IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV _(15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ²	5 lb/in ²

(1) Tabla 15, apartado 4.5.2.2. Análisis detallado de consecuencias, guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

Se aclara que, debido a las características de las sustancias manejadas en el Área Contractual Santuario y El Golpe, no se presentan efectos por toxicidad y tampoco se simulan.

Para una referencia de los daños equivalentes para los valores antes mencionados, en las Tablas II.1-6 Y II.1-7, se describen los daños por nivel de radiación y sobrepresión.

Tabla II.1-6 Niveles de radiación ⁽¹⁾.

Radiación kW/m ²	Descripción
5.0	El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Así mismo, después de 40 segundos de exposición son probables las quemaduras de segundo grado. Esta radiación es considerada como límite de zona de alto riesgo.
1.4	No se presentan molestias, aunque durante largos periodos de exposición equivale a la intensidad del sol de verano a medio día. Este límite se considera como zona de amortiguamiento.

(1) Criterios Técnicos para simular escenarios de Riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos (Clave: DCO-GDOESSSPA-CT-001, Rev. 0).

Tabla II.1-7 Niveles de sobrepresión ⁽¹⁾.

Sobrepresión lb/in ²	Descripción
1.0	Demolición parcial de casas, tal que son inhabitables. Láminas de asbesto corrugados se hacen añicos; daños en paneles de aluminio o acero corrugado y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabitables. Provoca el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles. Esta área se considerará como zona de alto riesgo.
0.5	Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. Esta área se considera como zona de amortiguamiento.

(1) Criterios Técnicos para simular escenarios de Riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos (Clave: DCO-GDOESSPA-CT-001, Rev. 0).

Tomando en cuenta todas las variables anteriormente mencionadas, se llevaron a cabo las simulaciones correspondientes a los escenarios identificados como posibles puntos vulnerables en donde en caso de presentarse eventos de incendios yo explosiones causarían impactos al ambiente o a áreas cercanas a las instalaciones.

La evaluación de consecuencias se realizó simulando escenarios en los puntos críticos identificados en la metodología ¿Qué pasa sí? y que se encuentran enlistados en la Tabla I.4.2.3-3, Desviaciones con Magnitud de riesgo Alto, de la sección I.4 del capítulo I del presente informe.

Son doce (12) los escenarios que se evaluaron y los cuales se mencionan en la Tabla II.1-8.

Tabla II.1-8 Escenarios de riesgo evaluados.

Id.	Clave del escenario de riesgo	Descripción del escenario de riesgo
1	ERA_ACSG-PC-01-LDD PERAS-3"	Ruptura de línea de descarga de 3" Ø en área de pera presentándose un derrame/fuga de crudo por error humano en el apriete de conexiones, desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos, corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios, golpe externo o vandalismo.

Tabla II.1-8 (continuación).

Id.	Clave del escenario de riesgo	Descripción del escenario de riesgo
2	ERA_ACSG-PC-02-OLGD PERA-CSNE-8"	Ruptura del oleogasoducto de 8"Ø durante su trayecto de la pera hacia el Complejo Santuario Noreste presentándose un derrame de crudo, con pérdida de contención en un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión, golpe externo o vandalismo.
3	ERA_ACSG-PC-03-OLD BSS-CSNE-6"	Ruptura del oleoducto de 6"Ø durante su trayecto de Batería de Separación Santuario hacia el Complejo Santuario Noreste presentándose un derrame de aceite en un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión, golpe externo o vandalismo.
4	ERA_ACSG-PC-04-OLD CSNE-CGPE-8"	Ruptura del oleoducto de 8"Ø durante su trayecto del Complejo Santuario Noreste hacia el Complejo El Golpe presentándose un derrame de aceite en un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión, golpe externo o vandalismo.
5	ERA_ACSG-PC-05-GSD BSS-CSNE-8"	Ruptura del gasoducto de 8"Ø durante su trayecto de Batería de Separación Santuario hacia el Complejo Santuario Noreste generándose una nube de gas cercano a un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión, golpe externo o vandalismo.
6	ERA_ACSG-PC-06-GSD CSNE-CGPE-8"	Ruptura del gasoducto de 8"Ø durante su trayecto del Complejo Santuario Noreste hacia el Complejo El Golpe, generándose una nube de gas cercano a un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión, golpe externo o vandalismo.
7	ERA_ACSG_CA_-01-LDD PERAS-Fuga 0.6"	Fuga por un orificio de 0.6" de DEF en línea de descarga de 3" Ø en área de pera presentándose un derrame de crudo por error humano en el apriete de conexiones, desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos, corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios.
8	ERA_ASCG_CA-02-OLGD PERA-CSNE-Fuga 1.6"	Fuga por un orificio de 1.6" de DEF en oleogasoducto de 8"Ø durante su trayecto de la pera hacia el Complejo Santuario Noreste presentándose un derrame de crudo, con pérdida de contención en un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla II.1-8 (continuación).

Id.	Clave del escenario de riesgo	Descripción del escenario de riesgo
9	ERA_ACSG_CA-03-OLD BSS-CSNE-Fuga 1.2"	Fuga por un orificio de 1.2" de DEF en oleoducto de 6"Ø durante su trayecto de Batería de Separación Santuario hacia el Complejo Santuario Noreste presentándose un derrame de aceite en un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión.
10	ERA_ACSG_CA-04-OLD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	Fuga por un orificio de 1.6" de DEF en oleoducto de 8"Ø durante su trayecto del Complejo Santuario Noreste hacia el Complejo El Golpe presentándose un derrame de aceite en un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión.
11	ERA_ACSG_CA-05-GSD BSS-CSNE-Fuga 1.6"	Fuga por un orificio de 1.6" de DEF en gasoducto de 8"Ø durante su trayecto de Batería de Separación Santuario hacia el Complejo Santuario Noreste generándose una nube de gas cercano a un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión.
12	ERA_ACSG_CA-06-GSD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	Fuga por un orificio de 1.6" de DEF en gasoducto de 8"Ø durante su trayecto del Complejo Santuario Noreste hacia el Complejo El Golpe, generándose una nube de gas cercano a un cruce de caminos, carretera, cuerpo de agua o zona inundable, a causa de defecto de fabricación, corrosión o erosión.

En la Tabla II.1-9 se colocan los resultados de las distancias de zonas de alto riesgo obtenidos con el simulador PHAST 7.11, en el caso de presentarse un incendio y/o una explosión en los escenarios mencionados en la Tabla II.1-8. Cabe recordar que debido a las características de las sustancias manejadas en el Área contractual Santuario y El Golpe, no se presentan efectos por toxicidad.

Tabla II.1-9 Distancias de zonas de alto riesgo por radiación y sobrepresión.

Id	Clave del escenario de riesgo	Fase del material descargado	Zona de alto riesgo (m)	
			Efectos por radiación a 5 kW/m ²	Efectos por sobrepresión a 1 psi*
1	ERA_ACSG_PC-01-LDD PERAS 3"	Líquido	235.89	448.69
2	ERA_ACSG_PC-02-OLGD PERA-CSNE 8"	Líquido	229.86	312.87
3	ERA_ACSG_PC-03-OLD BSS-CSNE 6"	Líquido	122.40	225.10
4	ERA_ACSG_PC-04-OLD CSNE-CGPE 8"	Líquido	192.25	327.30
5	ERA_ACSG_PC-05-GSD BSS-CSNE 8"	Gas	34.81	34.40
6	ERA_ACSG_PC-06-GSD CSNE-CGPE 8"	Gas	73.90	90.19
7	ERA_ACSG_CA-01-LDD PERAS-Fuga 0.6"	Líquido	62.07	88.73
8	ERA_ACSG_CA-02-OLGD PERA-CSNE-Fuga 1.6"	Líquido	138.15	147.93
9	ERA_ACSG_CA-03-OLD BSS-CSNE-Fuga 1.2"	Líquido	87.48	138.47
10	ERA_ACSG_CA-04-OLD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	Líquido	134.36	186.03
11	ERA_ACSG_CA-05-GSD BSS-CSNE-Fuga 1.6"	Gas	18.17	29.53
12	ERA_ACSG_CA-06-GSD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	Gas	53.62	70.59

* Este valor no incluye la distancia al centro de explosión.

La información complementaria a la Tabla II.1-9, referente a todos los criterios y condiciones consideradas, así como a las zonas de amortiguamiento resultantes en cada uno de los escenarios, se pueden consultar en las tablas resumen del informe técnico del presente estudio que se encuentran en el **Anexo II-1**.

En el **Anexo II-2**, se presentan la memoria técnica de las simulaciones del software PHAST, así como los diagramas de pétalos donde se representan a la escala pertinente y requerida

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

las zonas de amortiguamiento y las zonas de alto riesgo para los eventos de radiación y sobrepresión en cada uno de los escenarios y ubicados en los puntos críticos analizados.

Los radios de afectación para las fugas equivalentes al 20% de diámetro del ducto y que corresponden a casos alternos (escenarios del 7 al 12), no se representan en los diagramas de pétalos ya que los puntos de fuga considerados son los mismos que los del peor caso, y los radios de afectación son más pequeños, encontrándose estos ya cubiertos por el área de afectación de los peores casos.

II.2. INTERACCIONES DE RIESGO

Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, considerando la posibilidad de un efecto domino, para lo cual deberá determinar los radios potenciales de afectación de acuerdo con el punto II.1; de igual manera, deberá indicar las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de dicha interacción. Asimismo, deberá determinar y justificar la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

Tomando como herramienta principal, los diagramas de pétalos ubicados en el **Anexo II-2** de este estudio, se analiza de manera detallada el área que se encuentra cubierta por las zonas de alto riesgo en cada uno de los escenarios, bajo la premisa de la probabilidad de presentarse un evento de incendio y/o de explosión.

Para poder describir la interacción con el medio, es de suma importancia tener un panorama general de la ubicación específica de cada uno de los eventos simulados, esta descripción se realiza en la Tabla II.2-1.

Tabla II.2-1 Ubicación del escenario de riesgo evaluado.

Id.	Clave del escenario de riesgo	Ubicación del escenario de riesgo
1	ERA_ACSG-PC-01-LDD PERAS-3"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga o derrame en la infraestructura existente dentro de las áreas de las Macroperas 401, 502, 601 y 702 por causa de una ruptura.
2	ERA_ACSG-PC-02-OLGD PERA-CSNE-8"	<p>La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame o fuga en el cruce de carretera del Oleogasoducto Macropera 702 a Complejo Santuario Noreste km 1+770, en las coordenadas X= 450,862.00 y Y= 2'021,534.00. En este punto el DDV es existente y está junto a un área de acahual (238 m de longitud sobre DDV existente).</p> <p>La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame o fuga en el cruce de carretera del Oleogasoducto Macropera 702 a Complejo Santuario Noreste km 2+430, en las coordenadas X= 451,576.00 y Y= 2'021,525.00.</p>
3	ERA_ACSG-PC-03-OLD BSS-CSNE-6"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame en el cruce de carretera del Oleoducto 6"Ø Batería Santuario a Complejo Santuario Noreste, en las coordenadas X= 447,582.00 Y= 2'019,691.00, km 0+138 aproximadamente.

Tabla II.2-1 (continuación).

Id.	Clave del escenario de riesgo	Ubicación del escenario de riesgo
3	ERA_ACSG-PC-03-OLD BSS-CSNE-6"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame en el cruce carretero Ranchería Santuario - Ranchería Carlos Green del Oleoducto Batería Santuario a Complejo Santuario Noreste, en las coordenadas X=448,208.00 Y=2'019,319.00, km 1+300 aproximadamente.
		La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame en el cruce carretero a Ranchería Galeana 3ra. Sección, del Oleoducto Batería Santuario a Complejo Santuario Noreste, en las coordenadas X=451,126.37 Y=2'020,751.75, km 4+270 aproximadamente.
4	ERA_ACSG-PC-04-OLD CSNE-CGPE-8"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame en el punto de salida del Oleoducto Complejo Santuario Noreste al Complejo El Golpe.
		La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de un derrame en cruce carretero del Oleoducto 8" diám. Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X: 454,000.00 Y: 2'023,953.00, km 9+251 aproximadamente.
		La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo bajo la consideración de un derrame en cruce carretero que comunica a ranchería Lázaro Cárdenas 3ra. Sección, del Oleoducto 8" diám. Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X: 454,625.00 Y: 2'024,893.00, km 10+391 aproximadamente.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

Tabla II.2-1 (continuación).

Id.	Clave del escenario de riesgo	Ubicación del escenario de riesgo
5	ERA_ACSG-PC-05-GSD BSS-CSNE-8"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga en el cruce de carretera del Gasoducto 8"Ø Batería Santuario a Complejo Santuario Noreste, en las coordenadas X= 447,582.00 Y= 2'019,691.00, km 0+138 aproximadamente.
		La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga en el cruce carretero Ranchería Santuario - Ranchería Carlos Green del Gasoducto Batería Santuario a Complejo Santuario Noreste, en las coordenadas X=448,208.00 Y=2'019,319.00, km 1+300 aproximadamente.
		La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga en el Cruce carretero a Ranchería Galeana 3ra. Sección, del Gasoducto Batería Santuario a Complejo Santuario Noreste, en las coordenadas X= 451,126.37 Y= 2'020,751.75, km 4+270 aproximadamente.
6	ERA_ACSG-PC-06-GSD CSNE-CGPE-8"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga en el punto de salida del Gasoducto Complejo Santuario Noreste al Complejo El Golpe.
		La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo, bajo la consideración de una fuga en cruce carretero del Gasoducto 8" diám. Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X: 454,000.00 Y: 2'023,953.00, km 9+251 aproximadamente.

Tabla II.2-1 (continuación).

Id.	Clave del escenario de riesgo	Ubicación del escenario de riesgo
6	ERA_ACSG-PC-06-GSD CSNE-CGPE-8"	La simulación de incendio y explosión, se llevó a cabo bajo la consideración de una fuga en cruce carretero que comunica a ranchería Lázaro Cárdenas 3ra. Sección, del Gasoducto 8" diám. Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X: 454,625.00 Y: 2'024,893.00, km 10+391 aproximadamente.
7 8 9 10 11 12	ERA_ACSG_CA_-01-LDD PERAS-Fuga 0.6", ERA_ACSG_CA-02-OLGD PERA-CSNE-Fuga 1.6", ERA_ACSG_CA-03-OLD BSS-CSNE-Fuga 1.2", ERA_ACSG_CA-04-OLD CSNE-CGPE-Fuga 1.6", ERA_ACSG_CA-05-GSD BSS-CSNE-Fuga 1.6", ERA_ACSG_CA-06-GSD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	Los radios de afectación para las fugas equivalentes al 20% de diámetro del ducto y que corresponden a casos alternos, no se representan en los diagramas de pétalos ya que los puntos de fuga considerados son los mismos que los del peor caso. Por otro lado, los radios de afectación son más pequeños y se encuentran ya cubiertos por el área de afectación de los peores casos.

1. ERA_ACSG-PC-01-LDD PERAS-3"

En este escenario, para el caso del nivel de radiación (peor caso), se presentan los modelos de incendio de un charco (pool fire) en condición temprana y tardía, y la presencia de un chorro de fuego (jet fire). Como resultado crítico se obtuvo que el incendio de un charco en modalidad tardía nos provoca mayores radios de afectación. La zona de alto riesgo para este evento es de 235.89 m a un nivel de radiación de 5 kW/m², que es el parámetro requerido por la ASEA. En el caso de una explosión la zona de alto riesgo está dada por un radio de 448.69 m a un nivel de sobrepresión de 1 psi (lb/in²), después de viajar la nube de gas una distancia de 460 m o hasta encontrar un punto de ignición antes de tal distancia.

Para el caso de las macroperas 502, 702 y 601, se puntualiza que no existen otras instalaciones cercanas que estén expuestas al nivel de radiación de la zona de alto riesgo. Los terrenos que rodean a cada una de ellas han sido modificados por el ser humano (perturbada por actividades de ganadería y agricultura). La infraestructura que

estaría realmente expuesta de manera directa a este evento serían las instalaciones superficiales de las mismas macroperas, como los árboles de válvulas de cada pozo, las líneas de descarga de otros pozos, los cabezales de recolección o medición de la mezcla, cabezal y líneas de inyección de gas BN e infraestructura complementaria de la misma macropera como casetas y barda perimetral. Para el caso de los ductos que llegan y salen de las macroperas, aunque si están dentro de las distancias de impacto, estas se encuentran enterradas a una profundidad de 1.20 m.

De acuerdo con la situación actual hasta la entrada en operación del Complejo Santuario Noreste, y de manera muy particular en la Macropera Santuario 401 se tiene una instalación de uso temporal expuesta a los niveles de radiación resultantes, como es el caso de la Instalación de Producción Temprana (IPT). Lo crítico en esta instalación, es la cantidad de personal que permanece en la macropera operando o dando mantenimiento a la IPT, el cual, al ser expuesto a este nivel de radiación en un lapso de 20 a 40 segundos, podría sufrir quemaduras hasta de segundo grado.

En términos generales, en la zona de alto riesgo definida por el nivel de radiación de 5 kW/m², no existen otras instalaciones que no sean de Petrofac con los que las macroperas interactúen durante su operación. En relación a la interacción con el medio, los terrenos aledaños están completamente modificados, la mayor parte está cubierta con pastizales, y el resto con plantíos de palmeras y cacao, acahuales y algunos árboles dispersos.

Para el caso del evento de una sobrepresión, la nube de gas fugada requiere alcanzar la mezcla adecuada entre el gas y el oxígeno, y encontrar un punto caliente que provoque el evento. Para ello, en función de las condiciones del viento y estabilidad ambiental, la nube viajará cierta distancia en la dirección del viento hasta encontrar las condiciones adecuadas para que se origine el evento. Considerando estas condiciones, y las distancias resultantes de las simulaciones, las macroperas interactúan con áreas habitadas y carreteras, que son los lugares más factibles de encontrar puntos de ignición.

Para reducir o manejar estos riesgos, fugas y/o derrames, Petrofac tiene una serie de salvaguardas que previenen la presencia de la condición iniciadora (pérdida de contención), así como, medidas mitigadoras para reducir la zona de impacto en caso de presentarse los eventos. Entre estas medidas ya establecidas podemos mencionar las siguientes:

- Procedimientos operativos, de mantenimiento y de seguridad de los procesos.
- Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.
- Control y aseguramiento de calidad.
- Aplicación de mejores prácticas y estándares de ingeniería.
- Supervisión de operaciones de Petrofac.
- Supervisión por parte de la compañía de servicios.
- Programas de mantenimiento e inspección al árbol de válvulas.
- Válvulas de seguridad SDV y SSSV.
- Válvulas de seguridad ESDV en el cabezal.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Kit anti-derrame.
- Geo-membranas.
- Extintores móviles/portátiles.
- Monitoreo de variables de operación.
- Barda perimetral.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen mayores riesgos, la distancia con respecto zonas pobladas, y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que las macroperas son completamente compatibles con el medio donde se encuentran o encontrarán construidos.

2. ERA_ACSG-PC-02-OLGD PERA-CSNE-8"

Este escenario implica la presencia de incendio o explosión por la fuga o derrame de material peligroso (gas o aceite) a través de una ruptura presentada en el oleogasoducto de 8" de diámetro, con una longitud de 2.43 km y que transporta la producción de los pozos de la Macropera 702 hasta el Complejo Santuario Noreste. Se considera que debido a la presencia de este modo de falla y a la descarga del material, se presentan incendios y explosiones a un nivel de radiación de 5 kW/m² y de sobrepresión a un nivel de 1 psi (lb/in²), cuya presencia se evalúan a tales parámetros por requerimientos de la misma ASEA, debido a que son los niveles de mayores

impactos al ser humano y medio natural, que son de gran interés para el presente estudio de riesgo ambiental.

Estos escenarios se evaluaron físicamente en dos puntos del oleogasoducto: km 1+770 y km 2+430. El primer punto se ubica en un cruce con carretera y cercano a un área de acahual, el segundo punto se localiza en un área que tiene la particularidad de ser un cruce de derechos de vías, DDV nuevo del oleogasoducto de 8" de diámetro de 1.4 km de la Macropera 601 a la Macropera 401 y DDV (parte existente y parte nuevo) de los oleoductos, gasoductos de BN y líneas de inyección que entran y salen del Complejo Santuario Noreste.

En estos puntos, para el caso del nivel de radiación (peor caso), se consideraron también los eventos de incendio de un charco (pool fire) en condición temprana y tardía, y la presencia de un chorro de fuego (jet fire). Como resultado crítico se obtuvo que el incendio de un charco en modalidad tardía provoca mayor radio de afectación. La zona de alto riesgo para este evento es de 229.86 m a un nivel de radiación 5 kW/m², que es el parámetro requerido por la ASEA y de la SEMARNAT. En el caso de una explosión la zona de alto riesgo está dada por un radio a 312.87 m a un nivel de sobrepresión de 1 psi (lb/in²), después de viajar la nube de gas una distancia de 490 m o hasta encontrar un punto de ignición antes de esta distancia.

En el primer punto, que corresponde al km 1+770 del oleogasoducto macropera 702 a Complejo Santuario Noreste, es importante puntualizar que también forma parte del DDV existente, interactúa con los ductos ya tendidos y que están localizados a una profundidad de 1.20 m. Si el evento de incendio se presenta, éste está evaluado en la parte superficial, el cual implica que la radiación generada no impacta directamente sobre los ductos y tampoco al nivel de radiación considerado peligroso. Por lo tanto, el riesgo no se ve incrementado. Sin embargo, al estar tratándolo como un ducto superficial y en un cruce de carretera con área de acahual, se puede concluir que la interacción de riesgo es con el tránsito vehicular en esta vía. Los puntos calientes del vehículo, pueden prender los vapores generados por el aceite e incendiar el charco acumulado en la zona y considerando los vientos dominantes, la radiación estaría en dirección de la zona de acahual.

En cuanto al segundo punto, al igual que el primero, la interacción es con los otros ductos que están o estarán en el DDV y de la misma forma, el impacto no es de manera directa por la profundidad a la que se encuentran localizados.

En cuanto a la posibilidad de una explosión, derivado del viaje de la nube explosiva (dispersión), este se presenta, por sus límites de explosividad, en áreas completamente abiertas, dedicadas a la ganadería y cubierta totalmente de pastizales con árboles dispersos.

En el primer punto, la explosión se presenta en las áreas de acahual. Los vientos dominantes hacen viajar a la nube explosiva a las áreas arboladas.

Para reducir o manejar estos riesgos, fugas y/o derrames, Petrofac tiene una serie de salvaguardas que previenen la presencia de la condición iniciadora (pérdida de contención), así como, medidas mitigadoras para reducir la zona de impacto en caso de presentarse los eventos. Entre estas medidas ya establecidas, podemos mencionar las siguientes:

- Diseño adecuado de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Control y aseguramiento de calidad.
- Procedimientos operativos para aislamiento.
- Programas de mantenimiento e inspección (equipo instrumentado) a tuberías.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Instalación de grapas-camisas pernadas.
- Encamisado o cruce direccional.
- Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía.
- Inyección de inhibidor de corrosión.
- Celajes aéreos (drones).
- Protección catódica.
- Verificación de medición de producción diaria.
- Kit anti-derrame.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen mayores riesgos, la distancia con respecto zonas pobladas, y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que los oleogasoductos son completamente compatibles con el medio donde se encuentran o encontrarán tendidos.

3. ERA_ACSG-PC-03-OLD BSS-CSNE-6"

Este escenario se analizó en el oleoducto de 6" de diámetro que parte de la Batería Santuario al Complejo Santuario Noreste. Independientemente que es un tramo de 5 km que cruza terrenos inundables, los puntos más viables y representativos para su evaluación fueron 3:

- Derrame en cruce de carretera (coordenadas X= 447,582.00 Y= 2'019,691.00), en el km 0+138 del oleoducto.
- Derrame en el cruce carretero Ranchería santuario - Ranchería Carlos Green, (coordenadas X=448,208.00 Y=2'019,319.00), en el km 1+300 del oleoducto.
- Derrame en cruce carretero a Ranchería Galeana 3ra. Sección, (coordenadas X= 451,126.37 Y= 2'020,751.75), en el km 4+270 del oleoducto.

Este tramo del oleoducto pasa principalmente por terrenos dedicados a la ganadería y al cultivo de cacao. La única interacción de riesgo que se contempla, son los cruces con carretera, áreas habitadas sobre las orillas de las carreteras por el que cruza y su cercanía con la Macropera 401. Un derrame de aceite en cualquiera de estos puntos ocasionaría una contaminación del suelo y aún con mayor afectación en tiempo de lluvias (por dispersión), ya que esta zona es inundable. La acumulación de los vapores y la presencia de puntos calientes en carreteras y áreas pobladas, pueden originar un incendio del aceite acumulado (charco) y cuyos niveles de radiación, dependiendo de su cercanía, sería de mayor o menor impacto sobre el medio que lo rodea.

A continuación, enlistamos las medidas que Petrofac tiene e implementa para evitar o mitigar el grado de impacto sobre el medio en el que se encuentra el oleoducto:

- Diseño adecuado de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Control y aseguramiento de calidad.
- Procedimientos operativos para aislamiento.
- Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Instalación de grapas-camisas pernadas.
- Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía.
- Inyección de inhibidor de corrosión.

- Celajes aéreos (drones).
- Protección catódica.
- Verificación de medición de producción diaria.
- Kit anti-derrame.
- Encamisado o cruce direccional.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen mayores riesgos, y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que el oleoducto es completamente compatible con el medio donde se encuentra o encontrará tendido.

4. ERA_ACSG-PC-04-OLD CSNE-CGPE-8"

Este escenario se analizó en el oleoducto de 8" de diámetro que parte del Complejo Santuario Noreste al Complejo El Golpe. Independientemente que es un tramo de 8.5 km que cruza terrenos inundables, los puntos más viables y representativos para su evaluación fueron 3:

- Derrame en el punto de salida del Oleoducto Complejo Santuario Noreste al Complejo El Golpe.
- Derrame en cruce carretero del Oleoducto 8" diámetro Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X= 454,000.00 Y= 2'023,953.00, km 9+251 aproximadamente.
- Derrame en cruce carretero que comunica a ranchería Lázaro Cárdenas 3ra. Sección, del Oleoducto 8" diám. Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X= 454,625.00 Y= 2'024,893.00, km 10+391 aproximadamente.

Este tramo del oleoducto pasa principalmente por terrenos dedicados a la ganadería y al cultivo de cacao. La interacción de riesgo está definida por: infraestructura cercana a los límites de batería del Complejo Santuario Noreste, cruces con carretera, casas ubicadas sobre el cruce del oleoducto y cercanía con la Macropera 601. Un derrame de aceite en cualquiera de estos puntos ocasionaría una contaminación del suelo y aún con mayor

afectación en tiempo de lluvias (por dispersión), ya que esta zona es inundable y cultivada con cacao. La acumulación de los vapores y la presencia de puntos calientes en carreteras y áreas pobladas, pueden originar un incendio del aceite acumulado (charco) y cuyos niveles de radiación, dependiendo de su cercanía, sería de mayor o menor impacto sobre el medio que lo rodea.

Dentro de las medidas que Petrofac tiene e implementa para evitar o mitigar el grado de impacto sobre el medio en el que se encuentra el oleoducto, están los siguientes:

- Programas de mantenimiento a válvulas de seccionamiento.
- Diseño adecuado de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Control y aseguramiento de calidad.
- Procedimientos operativos para aislamiento.
- Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Instalación de grapas-camisas pernadas.
- Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía.
- Inyección de inhibidor de corrosión.
- Celajes aéreos (drones).
- Protección catódica.
- Verificación de medición de producción diaria.
- Kit anti-derrame.
- Encamisado o cruce direccional.
- Barda perimetral.
- Válvulas ESDV.
- Indicadores de presión.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen adición de riesgos y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que el oleoducto es completamente compatible con el medio donde se encuentra o encontrará tendido.

5. ERA_ACSG-PC-05-GSD BSS-CSNE-8"

Este escenario se analizó en el gasoducto de 8" de diámetro que parte de la Batería Santuario al Complejo Santuario Noreste. Independientemente que es un tramo de 5 km que cruza terrenos inundables, los puntos más viables y representativos para su evaluación fueron tres:

- Fuga en cruce de carretera (coordenadas X= 447,582.00 Y= 2'019,691.00), en el km 0+138 del gasoducto.
- Fuga en el cruce carretero Ranchería santuario - Ranchería Carlos Green, (coordenadas X=448,208.00 Y=2'019,319.00), en el km 1+300 del gasoducto.
- Fuga en cruce carretero a Ranchería Galeana 3ra. Sección, (coordenadas X= 451,126.37 Y= 2'020,751.75), en el km 4+270 del gasoducto.

Este tramo del gasoducto pasa principalmente por terrenos dedicados a la ganadería y al cultivo de cacao. La única interacción de riesgo que se contempla, son los cruces con carretera, áreas habitadas sobre las orillas de las carreteras por el que cruza y su cercanía con la Macropera 401. Una fuga de gas en cualquiera de estos puntos ocasionaría un escenario crítico. La acumulación del gas y la presencia de puntos calientes en carreteras y áreas pobladas, pueden originar una explosión y cuyos niveles de sobrepresión, dependiendo de su cercanía, sería de mayor o menor impacto sobre el medio que lo rodea.

A continuación, enlistamos las medidas que Petrofac tiene e implementa para evitar o mitigar el grado de impacto sobre el medio en el que se encuentra el gasoducto:

- Diseño adecuado de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Control y aseguramiento de calidad.
- Procedimientos operativos para aislamiento.
- Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Instalación de grapas-camisas pernadas.
- Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía.
- Inyección de inhibidor de corrosión.
- Celajes aéreos (drones).
- Protección catódica.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- Verificación de medición de producción diaria.
- Encamisado o cruce direccional.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen mayores riesgos, y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que el gasoducto es completamente compatible con el medio donde se encuentra o encontrará tendido.

6. ERA_ACSG-PC-06-GSD CSNE-CGPE-8"

Este escenario se analizó en el gasoducto de 8" de diámetro que parte del Complejo Santuario Noreste al Complejo El Golpe. Independientemente que es un tramo de 8.5 km que cruza terrenos inundables, los puntos más viables y representativos para su evaluación fueron tres:

- Fuga en el punto de salida del gasoducto Complejo Santuario Noreste al Complejo El Golpe.
- Fuga en cruce carretero del gasoducto 8" diámetro Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X= 454,000.00 Y= 2'023,953.00, km 9+251 aproximadamente.
- Fuga en cruce carretero que comunica a ranchería Lázaro Cárdenas 3ra. Sección, del gasoducto 8" diám. Complejo Santuario Noreste a Complejo El Golpe, en las coordenadas X= 454,625.00 Y= 2'024,893.00, km 10+391 aproximadamente.

Este tramo del gasoducto pasa principalmente por terrenos dedicados a la ganadería y al cultivo de cacao. La interacción de riesgo está definida por: infraestructura cercana a los límites de batería del Complejo Santuario Noreste, cruces con carretera, casas ubicadas sobre el cruce del gasoducto y cercanía con la Macropera 601. Una fuga de gas en cualquiera de estos puntos ocasionaría una acumulación de gas y la presencia de puntos calientes en carreteras y áreas pobladas, pueden originar una explosión de una nube de gas y cuyos niveles de sobrepresión, dependiendo de su cercanía, sería de mayor o menor impacto sobre el medio que lo rodea.

Dentro de las medidas que Petrofac tiene e implementa para evitar o mitigar el grado de impacto sobre el medio en el que se encuentra el gasoducto, están los siguientes:

- Programas de mantenimiento a válvulas de seccionamiento.
- Diseño adecuado de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Control y aseguramiento de calidad.
- Procedimientos operativos para aislamiento.
- Programas de mantenimiento e inspección a tuberías.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Instalación de grapas-camisas pernadas.
- Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía.
- Inyección de inhibidor de corrosión.
- Celajes aéreos (drones).
- Protección catódica.
- Verificación de medición de producción diaria.
- Encamisado, trazos alternos o cruce direccional en tramos del trazo con mayores asentamientos sobre el DDV.
- Barda perimetral.
- Válvulas ESDV.
- Indicadores de presión.

Todas estas salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Desde otra perspectiva, debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen adición de riesgos y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que el gasoducto es completamente compatible con el medio donde se encuentra o encontrará tendido.

Como parte de la evaluación de los riesgos, también se estimaron los radios de afectación de escenarios como casos alternos, los cuales se derivan de fugas en modos de fallas (defecto de fabricación, corrosión o erosión) equivalentes a orificios del 20% del tamaño del ducto, por lo que los resultados de radios de afectación obtenidos en estos escenarios son mucho menores a los obtenidos con los peores casos.

II.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Con apoyo de la información del diagnóstico ambiental realizado en el **Capítulo IV de la MIA**, deberá identificar y describir los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamiento determinadas en el **punto II.1**.

Derivado de lo anterior, deberá realizar una valoración de dichos efectos sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.), así como sobre la salud humana, presentando los resultados de dicho análisis.

De acuerdo con la Línea Base Ambiental, los factores ambientales que conforman a los componentes ambientales identificados en todo el Área contractual Santuario y El Golpe son los presentados en la Tabla II.3.1.

Tabla II.3.1 Componentes ambientales en el Área contractual Santuario y El Golpe.

No.	Componente ambiental	Factor ambiental	Categoría de relevancia
1.1	Edafología	Cantidad de suelos	No Relevante
1.2		Calidad de suelos	Moderadamente relevante
2.1	Geomorfología	Geoforma	No Relevante
2.2		Estabilidad del relieve	No Relevante
3.1	Hidrología superficial	Calidad	Moderadamente relevante
3.2		Cantidad	No Relevante
3.3		Escorrentías superficiales	No Relevante
3.4		Servicios ambientales	No Relevante
4.1	Hidrología subterránea	Infiltración de agua	No Relevante
4.2		Calidad	Moderadamente relevante
5.1	Vegetación	Cobertura Vegetal	Moderadamente relevante
5.2		Individuos de especies vegetales	Moderadamente relevante
5.3		Individuos de especies en alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Moderadamente relevante
5.4		Servicios ambientales	No Relevante
6.1	Fauna	Número de individuos de especies animales	Moderadamente relevante
6.2		Número de individuos de especies en alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Moderadamente relevante
6.3		Hábitats	Relevante
6.4		Corredores biológicos	Moderadamente relevante

Tabla II.3.1 (continuación).

No.	Componente ambiental	Factor ambiental	Categoría de relevancia
7.1	Paisaje	Cambios en el paisaje	Moderadamente relevante
8.1	Aire	Calidad del aire	No Relevante
9.1	Sedimentos	Calidad	No Relevante

Los impactos a estos aspectos ambientales, en términos generales, se manifiestan en todo el Área contractual sin o moderada relevancia. Sin embargo, es de suma importancia puntualizar que específicamente en las áreas donde se tiene planeado llevar a cabo cada uno de los proyectos que conforma el Plan de desarrollo Santuario y El Golpe, en su mayor parte se ha visto completamente modificado por las actividades antropogénicas. En su mayoría, los terrenos son ocupados para la ganadería y en un porcentaje menor, para la plantación de árboles de cacao y cultivos de maíz. Sólo se pueden percibir algunos manchones de acahuales y cultivos de plantas de coco.

En los terrenos por donde se tienen definidos los trazos de los ductos se observan las mismas características. La mayor parte de los terrenos son zonas inundables durante los periodos de lluvias, quedando al descubierto durante los periodos de seca, muy pocos cuerpos de agua se pueden calificar como permanentes. Las características descritas, se visualizan en las imágenes que integran a la memoria fotográfica del presente estudio (ver **Anexo II-3**).

De una forma más puntual, considerando las conclusiones del diagnóstico ambiental definido en la Tabla IV.12 (síntesis del área de estudio) de la Manifestación de Impacto Ambiental, el estado actual de los componentes ambientales que interactúan **directa y específicamente** con las áreas propuestas para la construcción de las obras del Plan de desarrollo del Área contractual Santuario y El Golpe, es el siguiente (Tabla II.3.2):

Tabla II.3.2 Características actuales de los componentes ambientales en el área del proyecto.

Componente ambiental	Estado actual
Susceptibilidad de la zona Inundaciones	El proyecto se encontrará dentro de las zonas de riesgo de inundación establecidos por el Sistema Estatal de Protección Civil.
Hidrología superficial	La hidrología superficial está bien representada en el área de estudio, conformada por ecosistemas lóticos en la parte central y este del mismo, y por ecosistemas lénticos en la parte norte del área. En materia de contaminación se encontraron algunas diferencias con lo reportado por CONAGUA en su clasificación de calidad de agua de los sistemas receptores, sin embargo, en general se puede decir que el agua superficial de los ecosistemas lóticos y lénticos en el área de estudio va de aceptable a buena, siguiendo los mismos criterios de CONAGUA. Se concluye que los ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos del área presentan un grado muy bajo de alteración.
Vegetación terrestre	Durante los recorridos por el área de estudio se observaron zonas donde se desarrollan actividades agropecuarias que de una u otra manera modifica la cobertura vegetal; sin embargo, no se tiene registro de la tasa de afectación por estas actividades. Ya que en los pastizales los pastos vuelven a crecer rápidamente en cambio en los agrosistemas arbóreos, su crecimiento es más lento. También encontramos Popal y Tular en algunas áreas del proyecto y Mangle en un área específica del proyecto, para el cual se tomarán medidas preventivas durante la ejecución del proyecto en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción.
Fauna	Las especies registradas de todos los grupos taxonómicos, son representativas de ambientes con influencia de agua y regularmente son consideradas de hábitos generalistas (78%) y en muchos de los casos de rápido desplazamiento, lo que indica un ambiente muy perturbado. El área de estudio no está cerca de algún área crítica para la protección de aves migratorias (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves), sin embargo, su presencia nos indica que es un área que ofrece refugio y alimentación a estas especies. Por lo tanto, se puede considerar como una zona de paso dentro de las rutas migratorias. El área de estudio se encuentra ubicada dentro de una de las zonas de importancia para la conservación de la fauna como es la UMA de monos ubicada en la Villa Carlos Green, sin embargo, las afectaciones que se puedan causar en el área serán mínimas pues no afectarán las zonas arboladas que puedan servir como sitios de anidación o refugio para la fauna.

Tabla II.3.2 (continuación).

Componente ambiental	Estado actual
<p align="center">Paisaje</p>	<p>Se determinaron dos clases de calidad visual y fragilidad de los componentes y elementos del paisaje, baja y media. La mayor calidad visual va dirigida hacia las áreas de manglar, cuerpo de agua, áreas de vegetación asociada e incluso zonas de pastizales. La mayor fragilidad se obtuvo en los pastizales, debido a que son áreas de mayor accesibilidad visual por la localización de asentamientos humanos, carreteras o infraestructura. Las unidades de paisaje en la clase tres con presencia de manglar quedarán sujetas a la regulación de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y, las especies normadas con alguna categoría de riesgo, sujetas a la NOM-059-SEMARNAT-2010. El paisaje que se aprecia en los predios donde se localizará proyecto, no representa un valor paisajístico alto, pues se trata de un paisaje común, deteriorado es decir, el paisaje se encuentra perturbado.</p>
<p align="center">Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto; así como a las características del uso</p>	<p>En la zona de estudio, el recurso que básicamente es aprovechado es el factor suelo, mismo que ha sido clasificado y destinado para equipamiento, siendo compatible su uso a nivel habitacional, comercial y de servicios.</p>
<p align="center">Valor que se da a los espacios o sitios ubicados dentro de los predios donde se ubicará el proyecto</p>	<p>A este sitio no se le considera con un valor específico; sin embargo se registra casi nulo crecimiento, aunque son en su mayoría localidades rurales., el suelo no registra una plusvalía alta.</p>

Fuente: Manifestación de impacto ambiental del Área contractual Santuario y El Golpe.

Independientemente a lo concluido en la tabla anterior, también es de relevancia que específicamente en el área del proyecto se visualizan una gran cantidad de vías de accesos que se han ido desarrollando en los mismos términos en que se han desarrollado otras instalaciones con los mismos objetivos de producción que las obras proyectadas. Instalaciones existentes que han provocado el desarrollo de una serie de calles, caminos de terracerías y carreteras para su comunicación y que de igual forma han provocado el crecimiento de asentamientos humanos y el desarrollo habitacional, en términos rurales, sobre las orillas de las mismas vías.

Analizando todo lo anterior y considerando las distancias de los radios de afectación resultantes de los eventos simulados (peores casos) en cada una de las instalaciones y que se enlistan en la Tabla II.1-9, se puede describir el impacto que una fuga, un derrame, un incendio o explosión pueda provocar en los componentes ambientales que interactúan directamente con las instalaciones en planes de construcción.

El área del proyecto se encuentra propuesto sobre terrenos cubiertos principalmente de pastizales y de manera muy dispersa algunos árboles, presencia de animales domésticos y paisajes modificados (áreas completamente perturbadas), por esta razón los daños por niveles de radiaciones y/o sobrepresiones suficientemente originados por los eventos, para dañar estos sistemas son considerados de bajo riesgo,

En instalaciones como la macropera Santuario 401, macropera Santuario 601, macropera Santuario 502, macropera Santuario 702, la distancia máxima de afectación por niveles de radiación equivalentes a 5 kW/m^2 como zona de alto riesgo es de 235.89 m bajo un escenario de ruptura de línea de descarga de 3" Ø en área de pera presentándose un derrame/fuga de crudo por error humano en el apriete de conexiones, desgaste o daños en internos de válvulas, bridas o instrumentos, corrosión o erosión en líneas, válvulas y/o accesorios, golpe externo o vandalismo. En esta zona de alto riesgo, el sistema ambiental está abanderado principalmente por el tipo de terreno predominante que son los dedicados a la ganadería. Para el caso de la distancia máxima de afectación por niveles de sobrepresión equivalentes a 1 psi (lb/in^2) como zona de alto riesgo es de 448.69 m, dándose este evento, posterior a que las condiciones meteorológicas y estabilidad ambiental permitan que la nube de gas viaje una distancia de 460 m en dirección a los vientos reinantes de la zona, del Noreste al Suroeste. Al existir un evento de explosión, el sistema ambiental afectado es similar al afectado por incendio, con la diferencia que al existir un movimiento de masa de gas, en este caso hacia la dirección reinante, pueden involucrar a los asentamientos humanos ubicados sobre las orillas de las vías de acceso a la macropera y al estar relativamente cercano al área, pueden estar dentro de la distancia que viaja la nube inflamable o explosiva, siendo estos un detonante de la explosión por las actividades que realizan y que implican el originar puntos calientes, suficientes para prender a la nube en sus condiciones de inflamabilidad y explosividad. Sin embargo, no hay que dejar a un lado que, Petrofac, para evitar, mitigar o controlar este tipo de consecuencias, aplicará un sin número de medidas y salvaguardas probadas en instalaciones similares, así como otras medidas complementarias que buscan reducir de manera óptima, los eventos mencionados. Estas medidas y salvaguardas se describieron de manera más clara en el apartado anterior.

Para el caso del Complejo Santuario Noreste, la situación es la misma. El sistema ambiental con sus componentes y aspectos, son similares a los descrito en las áreas a ocupar por las macroperas. El acceso al complejo se encuentra a casi 1 km de distancia con respecto a la carretera y el área a ocupar por la instalación, está completamente sobre terrenos dedicados a la ganadería y a terrenos con pastizales. El vértice del polígono más cercano a un área de acahual se encuentra al Este y aproximadamente 150 m de distancia y

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. 1 y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

continuando con terrenos bajos inundables. Un cuerpo de agua temporal se ubica al Este del polígono y a una distancia aproximada de 500 m. Un evento de incendio o explosión resultaría con muy poca probabilidad de impacto a asentamientos humanos, debido a la distancia que existe con ellos, entre 700 y 1,000 m en línea recta y considerando que la mayor distancia de viaje de una nube explosiva es de 908.69 m.

Para el caso de los oleogasoductos, gasoductos, oleoductos y salinoductos, la ubicación de sus trazos permite visualizar que son de las infraestructuras que tendrá más contacto con otros componentes ambientales, como es el caso de cuerpos superficiales (drenes, río y zonas completamente inundables en época de lluvias) topología del terreno, paisaje, terrenos con ocupación agrícola y ganadera, así como manchas de acahuales. Además de ellos, cruces con caminos de terracerías, carreteras, derechos de vías existentes y terrenos muy cercanos a asentamientos humanos. La construcción de estas líneas, implica un tendido subterráneo a casi 1.50 m de profundidad en la mayor parte del trazo, lastrados en cruces con cuerpos de agua y carreteras, lo que significa que después de la etapa de construcción, el sistema ambiental se regresará a su estado normal, siendo no relevante su impacto al ambiente. En zonas con asentamientos muy cercanos al derecho de vía de los ductos, se están evaluando dos opciones para librar el mayor de los impactos, como es el caso de cambio a un trazo alternativo o el tendido de ducto de manera direccional. Manifestando con ello que, Petrofac evalúa medidas alternativas para reducir al máximo cualquier alteración al medio y perjuicio hacia los asentamientos humanos ya establecidos sobre los trazos más viables para las obras.

Finalmente, a raíz de todo este análisis y valoración de los efectos de eventos de alto riesgo en las instalaciones con respecto a la integridad funcional de los componentes ambientales, podemos resumir que estos no serán de relevancia, debido a los siguientes factores:

1. El sistema ambiental, en conjunto con sus componentes y factores ambientales, específicamente en el área del proyecto no acumulará un daño mayor a lo ya identificado actualmente en el área, debido a que este ya es un área completamente modificado por las actividades antropogénicas realizadas actualmente y la construcción de las obras propuestas se harán respetando al máximo tal categoría de impacto.
2. Las instalaciones contarán con todas las medidas necesarias para evitar cualquier incidente de riesgo que ponga en peligro los componentes ambientales ya identificados.
3. Petrofac considera en el diseño, construcción y operación de las instalaciones, las medidas predictivas, preventivas y correctivas para mantener en control cualquier

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

escenario de riesgo y/o de peligro en las instalaciones, puntualizando principalmente el escenario de un acto vandálico que es predominante actualmente en la región.

4. Implementación de tecnología e infraestructura que cumplen con mitigar desviaciones operativas cuyas frecuencias sean muy poco frecuente.
5. Instalación de mayor instrumentación que indiquen y alarmen vía remota cualquier alteración operativa en las macroperas de producción.

Por lo tanto, desde el enfoque de efectos sobre los sistemas ambientales, el proyecto tiene un nivel de aceptación alto, considerando que el Estado de Tabasco y el Área contractual en cuestión, siempre ha tenido actividad petrolera y es parte aguas en la generación de fuentes de empleo para la gente trabajadora que radica en los asentamientos cercanos al Área del proyecto.

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

III.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señaladas en los puntos I.4.2 y II.1.

Tal y como se describió en el capítulo I, la metodología de identificación de peligros aplicada en función de la etapa en la que se encuentran las obras o instalaciones futuras contempladas en el Plan de desarrollo del Área contractual, Santuario y el Golpe, fue el ¿Que pasa sí? /What if? De la aplicación de esta metodología, se definieron varias desviaciones apegadas a la operatividad de las instalaciones en el sistema ambiental que conforman al Área del proyecto, para las cuales también se definieron algunas recomendaciones en pro de la operación normal y segura de las instalaciones.

A continuación, se listan las recomendaciones técnico-operativas que resultaron de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí? Las recomendaciones se presentan agrupadas por áreas de competencia:

En materia de seguridad en los procesos:

1. Integrar planes tácticos y PRE's que describan las estrategias de evacuación, rutas de escape y puntos de reunión, así como mantener su actualización, autorización y difusión.
2. Implementar en los proyectos las estrategias de prevención y combate de incendios acorde a las condiciones de operación y plan de producción a futuro.
3. Garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas ambientales (salvaguardas), durante toda la ejecución del proyecto.
4. Implementar el uso de skimmers como medida de mitigación para la recolección y almacenamiento de hidrocarburos, lo anterior en caso de que se presenten escenarios de derrames en ductos que atraviesen zonas inundables.
5. Integración de indicadores, transmisores y alarmas remotas para la vigilancia operativa normal de los procesos.
6. Aplicación de procedimientos operativos.
7. Ejecución de una comunicación efectiva y operativa entre instalaciones del Área contractual Santuario y El Golpe.
8. Ejecución de programas de capacitación al personal.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

III-1

9. Monitoreo de presiones por el personal operativo en campo.
10. Implantación y seguimiento del Manual de Operación Segura.

En materia de seguridad física:

11. Garantizar las acciones de mitigación de seguridad física para el aseguramiento de pozos, ante la frecuente exposición vandálica en la región.
12. Asegurar la supervisión calificada del personal al momento de realizar trabajos de izaje y movimiento de carga que prevengan eventos de riesgo por impacto o golpe.
13. Garantizar la infraestructura requerida para la buena comunicación interna entre instalaciones y Área responsable asignada.
14. Colocación de etiquetas y candados a válvulas más vulnerables a ser accionadas por actos vandálicos.
15. Cumplimiento de programas de celajes aéreos (monitoreo de Macroperas y derechos de vías con drones).

En materia de integridad de activos:

16. Asegurar el cumplimiento de los requerimientos de certificación de equipos críticos durante la toda la vida del proyecto.
17. Asegurar en la etapa de construcción la adecuada instalación de mochetas para garantizar el soporte de los ductos, cabezales, líneas de proceso, etc.
18. Implementar programas de inspección de integridad mecánica en los puntos críticos, interfaces tierra-aire, interfaces tierra-agua, etc. en los proyectos.
19. Implementar programas para el mantenimiento de la protección anticorrosiva en ductos, recipientes, líneas y válvulas para evitar la corrosión, desprendimiento de pintura o del recubrimiento.

Así también, se señalan dos recomendaciones derivadas de los resultados señalados en el Capítulo II. Estas recomendaciones están relacionadas con la descripción de la interacción de los eventos de riesgos con el entorno social, ambiental y la ubicación de los proyectos en estudio.

Cabe mencionar que, la implementación de las medidas debe estar enfocada a la prevención, control y/o mitigación de los efectos de los riesgos.

En materia de integridad social y ambiental:

20. Garantizar la existencia de ingenierías alternas (lanzamientos direccionados o modificación del trazo) para construir los ductos en zonas con asentamiento humanos sobre o cercano el derecho de vía propuesto, evitando causar el mayor de los daños posibles.
21. Garantizar la existencia de ingenierías alternas (lanzamientos direccionados o modificación del trazo) para construir los ductos en zonas con presencia de flora y fauna bajo la categoría de protegidas y cercanas al derecho de vía propuesto, evitando causar el mayor de los impactos posibles.

Es importante puntualizar que la información base, para desarrollar el análisis fue la ingeniería conceptual de los proyectos, por lo que las recomendaciones están directamente dirigidas a actividades futuro a ejecutar. Por otro lado, para la emisión de las recomendaciones, fue de suma importancia considerar la experiencia técnica y operativa adquirida en el manejo de instalaciones similares.

III.1.1. Sistemas de seguridad

Describir a detalle los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Incluir un plano a escala mínima 1:5,000 indicando la localización de los equipos, dispositivos, y sistemas de seguridad.

Como se indicó en la sección I.1.3, los proyectos que se contemplan en el Plan de Desarrollo del Área Contractual Santuario y El Golpe, ya presentado ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos, están estructurados en un programa de trabajo de 25 años, que implican el desarrollo de toda su ingeniería y construcción de una manera gradual. En esta fase inicial, las primeras instalaciones se encuentran en la etapa de ingeniería conceptual. Debido a lo anterior la descripción que se solicita en el presente apartado se desarrollará en los términos que se manejan en las bases de usuarios de las obras, en las cuales se señalan que *la esencia de los proyectos se centran en garantizar el diseño, la construcción, la seguridad y protección al medio ambiente, ya que es de interés prioritario y compromiso de Petrofac la protección de áreas naturales, aprovechamiento de los recursos naturales, la restauración de suelos, mejoramiento y control de la contaminación del aire, agua y suelos, armonizando en conjunto el equilibrio de los ecosistemas circundantes en la explotación de hidrocarburos no renovables.* Para lo cual, en el diseño y la construcción **de los sistemas de seguridad industrial** se aplicará todas las normas mexicanas o internacionales vigentes.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Para mencionar a detalle los sistemas de seguridad industrial, se consideran la descripción de las obras en 3 principales proyectos, las cuales agruparemos como sigue:

- A. Complejo Santuario Noreste.
- B. Peras de producción.
- C. Sistemas de transporte por ductos.

A. Complejo Santuario Noreste

Para el diseño y construcción, con el objeto de permitir una operación confiable en los diferentes procesos del Complejo Santuario Noreste, se deben de garantizar los requerimientos en materia de Ingeniería de Seguridad Industrial, que incluyen los sistemas de seguridad, equipos de protección personal y contra incendio, seguridad física de la instalación, así como las medidas de seguridad para el control de la operación.

Sistema de contra incendio

El Complejo Santuario Noreste contará con el servicio de agua contra incendio. El alcance del sistema considerará la captación, acondicionamiento, almacenamiento, equipos de bombeo y red de agua contra incendio. Este sistema tendrá la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos que demandará las instalaciones que conforman el Complejo Santuario de acuerdo con el desarrollo de la Ingeniería Básica y considerando el consumo necesario para áreas futuras. El sistema se diseñará, fabricará, instalará y probará de acuerdo con los códigos, normas y estándares correspondientes.

Bombeo y red de agua contra incendio

Este sistema permite proporcionar los medios para combatir cualquier escenario de fuego en las áreas donde serán instalados los equipos de proceso y servicios auxiliares del complejo. Se deberá verificar el área de cobertura de este sistema con la finalidad de determinar si el número y ubicación de los extintores e hidrantes es adecuado para cubrir y proteger dicha área. Para este sistema se solicita el diseño y construcción de:

- Sistema de captación de agua contra incendio.
- Tanques de almacenamiento de agua contra incendio, cuya capacidad estará en función del requerimiento normativo y para el combate del evento de riesgo mayor.

- Red de agua contra incendio e hidrantes que cubra la periferia de los procesos y servicios a instalar en el Complejo Santuario Noreste en cumplimiento con la normativa vigente.
- Sistema de bombeo que cumpla con lo establecido en la normativa vigente (bomba principal con motor eléctrico y bomba auxiliar con motor de combustión interna de la misma capacidad, bombas reforzadoras (principal y auxiliar) tipo jockey para mantener la presión constante en la red contra incendio).
- Construcción de cobertizo para las bombas de agua contra incendio.

Como se mencionó en la sección I.1.3 del capítulo I, en el **Anexo I-3** del presente estudio podemos consultar el esquema de localización preliminar del sistema contra incendios en el Complejo Santuario Noreste (ERASG-A3A), así mismo el esquema de la infraestructura en cuanto a bombeo y almacenamiento (ERASG-A3B) y el esquema de la red contra incendios (ERASG-3AC).

Sistema de detección y alarma por gas y fuego

Se tiene contemplado instalar un sistema de detección y alarma por gas y fuego considerando los lineamientos indicados en la normatividad vigente. La ubicación de estos dispositivos estará basada en lo establecido por el análisis de riesgo, de tal manera que se puedan identificar los lugares y condiciones en los cuales se prevea la posible ocurrencia de alguna situación de emergencia por fuga, fuego, y posibles consecuencias, según los procesos y operaciones de que se trate.

- **Detectores de fuego**
Instalación de detectores de fuego para el monitoreo continuo de la presencia de fuego en zonas que se han determinado como riesgosas, indicando su presencia a través de alarmas audibles y visibles.
- **Detectores de gas**
Instalación de detectores de gas para el monitoreo continuo de la presencia de mezclas explosivas que se han determinado como riesgosas, indicando su presencia a través de alarmas audibles y visibles.
- **Controlador electrónico programable (CEP)**
El CEP del sistema de gas y fuego debe estar constituido por hardware, software y unidades de entradas y/o salidas electrónicas. El suministro del CEP debe incluir licencias, garantías, documentación y los servicios requeridos para la integración, configuración, instalación, capacitación, pruebas y operación. El CEP y su operación, deben ser independientes del SDMC y de los sistemas de paro de

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

emergencia. El CEP del sistema de gas y fuego debe instalarse en el cuarto de Gabinetes.

El sistema de gas y fuego requiere para su funcionamiento de un sistema de fuerza interrumpible (SFI) que proporcione el respaldo necesario de acuerdo con la normatividad vigente.

- **Detectores de humo**

Se instalará detectores de humo en los cuartos de control, si la infraestructura de estos espacios tiene falso techo o piso debe considerarse su inclusión. Los detectores de humo deberán ser seguro contra alarmas erróneas motivadas por diversas causas como: ruido, polvo, humedad, movimiento del aire, ensuciamiento, inversión de polaridad, sobre tensión, entre otros.

- **Sistema de alarmas**

El objetivo principal del sistema de alarmas será notificar al personal acerca de las condiciones de seguridad en el Complejo Santuario Noreste, mediante alarma audible y visible. El sistema estará integrado por sirena electromecánica, estaciones de activación manual y lámpara de señalización de estado.

Sistema de supresión mediante agente limpio

Se instalará un sistema de supresión de fuego mediante agente limpio que cumplirá con lo recomendado en la normativa vigente; y que se activará ante la presencia de humo o fuego dentro del cuarto de control.

Sistema de espuma

Se instalará un sistema de cámaras de espuma, líneas y conexiones con tomas siamesas de acuerdo con la normativa vigente, el cual se instalará en los tanques atmosféricos, para la mitigación de un evento de incendio en estos puntos.

Equipo contra incendios

- **Gabinetes para manguera**

Los gabinetes para mangueras estarán listados y/o aprobados por UL, FM o equivalente y su diseño deberá estar regido de acuerdo con la normativa vigente.

- **Extintores contra incendio**

Instalación de extinguidores de polvo químico seco (PQS), bióxido de carbono (CO₂) y de espuma mecánica del Complejo, su ubicación deberá estar basado en la normativa vigente.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Equipo de Protección personal

Con el fin de cumplir con el Sistema de Administración de HSE&AI de Petrofac, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- **Equipo de bombero completo**
Suministrar equipo para bomberos, certificado por UL, para una cuadrilla de 3 personas que incluya lo indicado en la normatividad vigente; así como, de gabinete metálico que contendrá al equipo, pintado de rojo bermellón conforme a la normatividad vigente (no es alcance de este proyecto, alcance de HSE&AI Petrofac).
- **Equipo de respiración autónomo**
Suministrar equipos de respiración autónomo para el personal operativo de la instalación, se debe cubrir la cantidad necesaria según el número de personal en todos los turnos. El equipo de protección respiratoria debe cumplir con las características y disposiciones que se indican en la normatividad vigente (no es alcance de este proyecto, alcance de HSE&AI Petrofac).
- **Señalización industrial**
Instalar estratégicamente por todas las áreas letreros y señalización alusiva que cubra los conceptos de:
 - a) Protección civil (puntos de reunión, de evacuación, entre otros).
 - b) Obligatoriedad.
 - c) Prohibitivas y preventivas.
- **Límites de áreas**
Todas las áreas de proceso y aquellas consideradas como de riesgo, de acuerdo con el Estudio de Atlas de riesgos y del plano de clasificación de áreas peligrosas, deberán quedar delimitadas como precaución personal, a través de colores indicados por la normatividad vigente.

Paros automatizados

El sistema de compresión estará equipado con sistemas de paro automatizados que al detectar variación en las condiciones de operación del equipo envían una señal al anunciador para que actúe el paro del equipo y a su vez se active la válvula de seguridad que bloquea (cierra) la entrada de gas al equipo; los paros son los siguientes:

- Paro por alta vibración del motor.
- Paro por alta vibración del compresor.

- Paro por alta o baja presión de succión.
- Paro por alta o baja presión de descarga.
- Paro por baja presión de aceite motor.
- Paro por baja presión de aceite compresor.
- Paro por alta temperatura agua de motor.
- Paro por alta temperatura de aceite de motor.
- Paro por alta temperatura de en válvulas de descarga.
- Paro por baja o altas RPM del motor.
- Paro por alto nivel de líquido en los separadores.
- Paro por no lubricación de cilindros de compresión.
- Paro por variación en la presión de manifold.
- Válvula de relevo en cada etapa de compresión.

Sistema de seguridad física

Con el fin de proteger de un evento intencional a los trabajadores y las instalaciones se debe considerar el diseño e instalación de concertina, portón eléctrico y pluma de acceso vehicular haciendo énfasis en aquellos puntos resultantes del estudio de vulnerabilidad del Complejo Santuario Noreste.

Planes de respuesta a emergencias

Derivado de la identificación de riesgos se deberán elaborar los planes de respuesta a emergencia, asimismo como todos los procedimientos que en materia de riesgos por afectaciones de terceros se contemple, esta actividad deberá estar bajo el marco normativo vigente y de protección civil y difundirlo a todo el personal. Deberá incluirse la elaboración de un plano de rutas de evacuación para la instalación y colocarlo en un lugar visible.

Atlas de riesgos

Se ha de elaborar el atlas de riesgos de la instalación que incluya un plano de área de riesgos físicos, químicos y biológicos.

Seguridad de los procesos

Los equipos de proceso y servicios auxiliares deberán cumplir con los requisitos mínimos de instrumentación, monitoreo, control y dispositivos de seguridad que permitan la

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

indicación, control y automatización de los mismos considerados para el Complejo Santuario Noreste, garantizando su operación segura y eficiente en cumplimiento con la normativa actual de calidad, diseño, construcción, operación, seguridad y de protección al medio ambiente.

Sistema de desfogue

Los recipientes sujetos a presión deberán ser provistos de válvulas de alivio y seguridad dimensionada para aliviar el mayor de los flujos producidos por las diferentes causas de sobrepresión aplicables. Para ello, las instalaciones contarán con paquetes de regulación de presión de gas hacia el quemador elevado (dual), para disponer con seguridad del gas de exceso por sobrepresión. Así mismos, se contará con dos sistemas cerrados de desfogues de gas, baja y alta presión, proveniente de los equipos de proceso a presión, así como de los servicios auxiliares, cuando en determinado momento puedan presentar un excesivo aumento de presión. El sistema deberá cumplir con lo establecido en la normativa vigente.

Los sistemas cerrados, de baja y alta presión, para los desfogues de gas consistirá básicamente de cabezales y ramales, a los cuales se integrará la descarga de las válvulas de seguridad, paquete de regulación de gas, separador de desfogue, bombas recuperadoras de líquido y quemador elevado tipo dual, de alta y baja presión. El sistema deberá cumplir con lo establecido en la normativa vigente.

B. Peras de producción Sistema de seguridad física

Con el fin de proteger de un evento intencional a los trabajadores y las instalaciones, dentro del alcance de las peras de producción, se considerará el diseño y construcción de barda perimetral con concertina y caseta de vigilancia elevada, portón de acceso y otras obras complementarias.

Las obras de ampliación y construcción deben de cumplir con los requerimientos de carácter gubernamental (federales, estatales y municipales) garantizando así una mayor seguridad en la operación, mantenimiento y menor riesgo para la comunidad y el medio ambiente.

C. Sistema de transporte por ductos

En el caso de la infraestructura de transporte principal y complementario, se consideran las siguientes particularidades en su diseño:

- Diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en operación de la instrumentación que garantice una operación segura y eficiente en las trampas de diablos del proyecto, considerando como mínimo indicadores de presión, indicadores de temperatura e indicadores de paso de diablos.
- Diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en operación de un sistema para detectar fugas y tomas clandestinas en el ducto de transporte de gas y líquido del proyecto, considerando software dedicado y especializado para monitorear, detectar y alarmar fugas en tiempo real, dicha tecnología no debe estar en fase de prueba y debe ser un sistema que permita el diagnóstico más confiable por medio de los sistemas de procesamiento y de comunicación.
- El sistema de detección de fugas y tomas clandestinas deberá contar con una Interfase Hombre Maquina (HMI) incluyendo las licencias de software, con disponibilidad para integrarse a futuro al sistema SCADA de Petrofac por medio del software OPC. Se deberá considerar para el sistema de detección de fugas y tomas clandestinas los elementos primarios de medición de acuerdo con el método seleccionado.
- Se considerará el diseño de un sistema de puesta a tierra, para el área de trampas de proyecto y una ampliación del sistema de puesta a tierra en el área de cabezales existentes. El sistema de puesta a tierra estará interconectado proporcionando así un sistema equipotencial, para asegurar una óptima y correcta operación. El diseño se realizará con base en la normatividad vigente y aplicable, con la premisa de garantizar la protección del personal, y la salvaguarda de los equipos y la instalación, así como para la operación satisfactoria de las protecciones en caso de que se pudieran producir diferencias de potencial entre dos puntos por condiciones de fallas anormales y fenómenos transitorios en el sistema.

III.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del ambiente, además de aquellas medidas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

Medidas técnico-operativas derivadas de los resultados del análisis de consecuencias

Considerando los resultados del análisis de consecuencias, a continuación, se describen las medidas técnico-operativas que se han de considerar durante todo el ciclo de vida del proyecto, estas medidas servirán para prevenir, controlar y/o mitigar la ocurrencia y/o consecuencias de los eventos de riesgos identificados.

Los rubros para la clasificación de las medidas que se enlistan son con relación a las **causas** (análisis cualitativo de riesgos) que podrían dar lugar a los **eventos no deseados** (escenarios simulados). Aunque parte de las medidas podrían aplicar a más de uno de los rubros indicados, solo se describen en uno de ellos.

Defectos de fabricación:

- Diseño adecuado del proyecto de acuerdo con la normatividad aplicable y la aplicación de mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente.
- Control y aseguramiento de calidad.

Corrosión o erosión en ductos y/o líneas:

- Programas de mantenimiento e inspección (equipo instrumentado) a tuberías.
- Inyección de inhibidor de corrosión.
- Protección catódica.
- Instalación de grapas-camisas pernadas.

Golpe externo:

- Procedimientos operativos para aislamiento.
- Señalamientos preventivos sobre el derecho de vía.
- Kit anti-derrame.

Vandalismo:

- Barda perimetral.
- Plan de respuesta a emergencias por incidentes.
- Verificación de medición de producción diaria.
- Celajes aéreos (drones).

Medidas ambientales

Como se indicó en la sección II.2 del presente informe, actualmente los terrenos que rodean a los proyectos ya han sido modificados por el ser humano (perturbada por actividades de ganadería y agricultura). En el futuro la infraestructura que estaría expuesta derivado de posibles eventos de riesgo serían las instalaciones superficiales de los mismos proyectos.

Así también, derivado de la cercanía de los proyectos con áreas habitadas y carreteras (tránsito vehicular), que son los lugares más factibles de encontrar puntos de ignición, deberán prever entre otras medidas:

- Mantener un área de amortiguamiento con relación al mayor radio aproximado de afectación supuesto de los escenarios simulados, por lo que no se debe permitir asentamientos humanos a una distancia menor a la recomendada.
- Para eventos de derrames es necesario contar con procedimientos que describan las acciones realizar, tal como la reparación inmediata, recuperación del fluido liberado y la limpieza de la zona afectada.

También se ha mencionado en otros apartados que, se ha de considerar en los proyectos los criterios de diseño y normas que permitan la viabilidad ambiental del proyecto. Lo anterior, con base en las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

Recordando lo indicado en el capítulo II, todas las salvaguardas y medidas, contribuyen a la reducción de la presencia de eventos no deseados y aumentan el nivel de seguridad en las instalaciones, lo cual permite que las instalaciones operen con mayor confiabilidad.

Debido al tipo de uso de suelo, la nula presencia de otras infraestructuras que impliquen mayores riesgos, la distancia con respecto a zonas pobladas, y las salvaguardas implementadas o por implementar, se considera que los proyectos son completamente compatibles con el medio donde se encuentran o encontrarán construidos.

En general, durante todo el ciclo de vida de los proyectos, se ha de garantizar la seguridad de las instalaciones a través de la prevención de riesgos como lo determina el procedimiento de administración del cambio "MoC", PMX-SAHSE&AI-TRL&MIT-06 y el procedimiento de administración de los riesgos PMX-SAHSE&AIER-01.

Podemos concluir que las medidas ambientales que se indican en este capítulo están completamente vinculadas a los aspectos técnicos-operativos, además de las que ya han sido enunciadas en la manifestación de impacto ambiental correspondiente a este estudio de riesgo ambiental.

IV. RESUMEN

En México se está llevando a cabo una transformación en el esquema de trabajo en materia de Energía. La industria petrolera se ha transformado y está dando pie a nuevas formas y metodologías administrativas y operativas para el aprovechamiento en su totalidad de los recursos energéticos. Actualmente, México cuenta con muchos campos petroleros maduros en los cuales la extracción de los hidrocarburos cada vez más requiere de mayores presupuestos o mayores inversiones para ser rentable a la industria.

Esto implica la integración de nuevas tecnologías y por supuesto de la participación de quien cuente con tales. Desde este enfoque, México ha optado por presentar un esquema administrativo y de índole participativo entre los interesados y los administradores de esta industria en el país. Hasta este momento se han presentado algunas licitaciones a nivel internacional con la finalidad de involucrar a empresas dentro del ramo petrolero que se interesen en el esquema de trabajo en México y en campos petroleros con las características ya mencionadas. La convocatoria ha sido de gran interés y las empresas han sido muchas las que ya están participando o ya participaron bajo contratos preliminares con la finalidad de poner a prueba sus esquemas propuestos para obtener los resultados establecidos y requeridos por los interesados, en materia de producción, operatividad, seguridad y, medio social y natural.

Petrofac es una empresa de etiqueta internacional dispuesta a trabajar en México bajo las condicionantes establecidas ante lo resultados obtenidos en un contrato preliminar. Actualmente, Petrofac cuenta con un contrato por un periodo de 25 años en el Área contractual Santuario y El Golpe. Esta Área está compuesta por campos de producción tipo maduros. Con la finalidad de tener contextualizado los objetivos que se buscan en estas áreas de producción, Petrofac ha presentado un Plan de Desarrollo en el cual manifiesta paso a paso el programa de trabajo de las obras a realizar. Las actividades para dichas obras están descritas en este plan de manera conceptual y el objetivo general es dar continuidad a la producción de hidrocarburos en esta área contractual y durante el periodo contemplado.

El Plan de Desarrollo para el Área contractual Santuario y El Golpe contempla 25 años de trabajo que implica: Diseñar peras e instalaciones de producción, construir peras de producción e instalaciones de producción, operar peras de producción e instalaciones de producción, implantar y construir la infraestructura necesaria para nuevas alternativas de extracción (bombeo neumático o inyección de agua), acondicionar instalaciones existentes y finalmente establecer la logística necesaria para el abandono del área al finalizar el

periodo del contrato, y dejarla lo más parecido a lo indicado en los resultados de la Línea Base ambiental, así como lo observado y recomendado en la Manifestación de Impacto Ambiental.

El Plan de desarrollo ambiental en términos más específicos establece todas las actividades a realizar considerando todos los ámbitos involucrados para que cada una de las obras cumpla en su totalidad con las condicionantes y regulaciones que las leyes y normas establecen en México.

Las obras consideradas son las siguientes:

1. Ampliación y acondicionamiento de Peras de producción incluyendo líneas de descarga, cabezal de producción, cabezal de medición y dispositivos de operación y de seguridad requeridos: Macropera Santuario 401 (Santuario 400) y Macropera Santuario 601 (Santuario 600), Macropera.
2. Construcción de peras de producción incluyendo líneas de descarga, cabezal de producción, cabezal de medición y dispositivos de operación y de seguridad requeridos: Macropera Santuario 502 y Macropera Santuario 702.
3. Construcción del Complejo Santuario Noreste que incluye Batería de separación, Estación de compresión, Planta deshidratadora de aceite y Planta de tratamiento de agua).
4. Construcción de oleogasoducto que transporte la producción de los pozos en la Macropera Santuario 502 a la Macropera Santuario 401.
5. Construcción de oleogasoducto que transporte la producción de los pozos en la Macropera Santuario 702 al Complejo Santuario Noreste.
6. Construcción de oleogasoducto que transporte la producción de los pozos de producción en las Macroperas Santuario 401, Macropera Santuario 502 y Macropera Santuario 601 al Complejo Santuario Noreste.
7. Gasoductos que transporten el gas de bombeo neumático a los cabezales colectores de Gas BN en las Macroperas Santuario 601 y Santuario 502.
8. Construcción de un gasoducto que transporte el gas producido en el Área Santuario y el Área Santuario Noreste hasta el Complejo El Golpe, para integrar toda la producción del Área contractual (y ser enviado a su siguiente punto, fuera del alcance de este proyecto).
9. Construcción de un oleoducto que transporte la mezcla producida en el Área Santuario y el Área Santuario Noreste hasta el Complejo El Golpe, para integrar toda la producción del Área contractual (y ser enviado a su siguiente punto, fuera del alcance de este proyecto).

La construcción de macroperas, lleva implícito la perforación de pozos de producción en cada una de ellas, para recuperar la producción requerida en el área.

En un futuro, si las condiciones de los yacimientos se ven mermados como para producir lo requerido en el plan de desarrollo, se tiene contemplado en una alternativa 2, la propuesta de integrar al proyecto, la infraestructura necesaria para llevar a cabo la inyección de agua a los pozos para recuperar la operatividad de los mismos. Esto conlleva a construir una red de salinoductos para transportar agua congénita a los pozos en las peras de producción y la construcción de peras para la ubicación de pozos fuente.

Ante todo, Petrofac tiene ya establecido medidas predictivas, preventivas y correctivas para que, durante todo el ciclo de vida de las instalaciones contempladas en esta área contractual, su integración se lleve a cabo de una manera segura y socialmente responsable.

Como se ha mencionado anteriormente, Petrofac ya tiene instalaciones existentes bajo su responsabilidad, y la construcción y operación de estas nuevas instalaciones no es ajeno a las actividades que ya realiza en el área de trabajo, por ello, sus medidas de atención ya han sido probadas y, por ende, muchas serán similares para las instalaciones nuevas.

Finalmente, con esta infraestructura nueva, con los acondicionamientos adecuados de las instalaciones existentes y con las propuestas de técnicas para reactivar a los pozos, es como Petrofac busca alcanzar los niveles de producción comprometidos para hacer de estos campos más productivos aún en su etapa madura.

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

Después de revisar el origen de la participación administrativa y operativa de Petrofac (plan de desarrollo y contrato), de hacer una revisión general de la ingeniería conceptual de las obras a desarrollar en las Áreas Contractual Santuario y El Golpe, de realizar un recorrido físico en el medio donde se localizarán las instalaciones, de vincular el alcance del ciclo de vida de cada una de las instalaciones con respecto al medio en donde se construirán, de identificar los peligros y su interacción con el ambiente, podemos mencionar lo siguiente:

- Petrofac, Petróleos Mexicanos y la Comisión Nacional de Hidrocarburos, suman sus capacidades a través de un **CONTRATO MODALIDAD PRODUCCIÓN COMPARTIDA**, para recuperar la producción de hidrocarburos.

- El área otorgada a Petrofac para la recuperación de hidrocarburos se denomina Área Contractual Santuario y El Golpe.
- Como parte de esta actividad, Petrofac plantea en un Plan de desarrollo para esta área, el tiempo y la infraestructura necesaria para llevar a cabo la recuperación del hidrocarburo.
- Este Plan sólo considera ocupar un área de 35'640,000 m² (equivalente a 11 cuadrantes) para las obras nuevas, de 153'193,000 m² (de 72 cuadrantes según Línea Base Ambiental) correspondiente a todo el Área contractual Santuario y El Golpe.
- De acuerdo con el diagnóstico ambiental realizado en la Manifestación de Impacto Ambiental, estas áreas tienen las siguientes características:
 - Relieve plano.
 - Zona fuera de riesgo de volcán.
 - Área de proyecto en una zona denominada penisísmica (movimientos telúricos de muy baja intensidad).
 - De acuerdo con el atlas de riesgo del estado de Tabasco, el área del proyecto está ubicada en una zona con riesgo de inundación.
 - La hidrología superficial está bien representada en el área de estudio, conformada por ecosistemas lóticos en la parte central y este del mismo, y por ecosistemas lénticos en la parte norte del área. En materia de contaminación se encontraron algunas diferencias con lo reportado por CONAGUA en su clasificación de calidad de agua de los sistemas receptores, sin embargo, en general se puede decir que el agua superficial de los ecosistemas lóticos y lénticos en el área de estudio va de aceptable a buena, siguiendo los mismos criterios de CONAGUA. Se concluye que los ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos del área presentan un grado muy bajo de alteración.
 - Durante los recorridos por el área de estudio se observaron zonas donde se desarrollan actividades agropecuarias y agrícolas (actividad ganadera y cultivo de cacao y maíz), que de una u otra manera modifica la cobertura vegetal a sólo pastizales, cuya característica es su crecimiento rápido, a diferencia de los agrosistemas arbóreos que su crecimiento es más lento. También encontramos Popal y Tular en algunas áreas del proyecto y mangle en un área específica del proyecto, para el cual se tomarán medidas preventivas durante la ejecución del proyecto en la etapa de preparación del sitio y construcción.
 - En cuanto a la fauna, el 78% de las especies en los sitios del área estudio son de hábitos generalistas, lo que indica un ambiente muy perturbado.

- En cuanto al paisaje natural que se aprecia en los predios donde se localizarán los proyectos, se concluye que no representa un valor paisajístico alto, pues se trata de un paisaje común, deteriorado de manera gradual por las actividades actuales.
 - En el área del proyecto, el recurso que básicamente es aprovechado, es el factor suelo, mismo que ha sido clasificado y destinado para equipamiento, siendo compatible su uso a nivel habitacional, comercial y de servicios.
 - El valor que se le da a los predios donde se ubicará el proyecto no se considera con un valor específico; sin embargo, se registra casi nulo crecimiento, aunque son en su mayoría localidades rurales. El suelo no registra una plusvalía alta.
 - Por su proporción superficial, destacan las siguientes áreas: 1) pastizales cultivados dedicados a la ganadería y asociados a la vegetación hidrófita; 2) hidrófitas flotadoras o enraizadas como el tular, chintul y popal que, por sus características florísticas, forman parte de pequeñas áreas de humedales; 3) plantaciones de cacao, en algunos casos asociadas a indicadores de vegetación secundaria con árboles silvestres de gran tamaño, maderable y frutales; 4) acahuales de diferentes edades y tamaños concentrados en dirección suroeste y, los de menor tamaño dispersos de manera irregular; 5) pequeños fragmentos riparios que bordean el margen de los cauces y escurrimientos menores, de las cuales muestran dependencia; 6) cobertura de manglar; su presencia se hace más significativa al margen de los límites del área de estudio, principalmente en dirección al norte; aunque, su presencia se pudo observar.
- La existencia de otras instalaciones en el área, ha provocado en la actualidad la existencia de una red de caminos de terracerías y carreteras que sirven de vía de comunicación entre instalaciones y entre algunos asentamientos humanos irregulares.
 - La existencia de estas instalaciones ha provocado el desarrollo de pequeños negocios y asentamientos irregulares sobre las carreteras y caminos.
 - Las instalaciones nuevas se construirán en zonas alejadas a comunidades y asentamientos irregulares identificados en el área contractual.
 - Los escenarios de riesgo evaluados tienen su origen en la pérdida de contención, para los cuales Petrofac tiene considerado las medidas predictivas y preventivas para evitarlos, sumando mayores esfuerzos en la implantación de

mayores medidas para el caso de los actos vandálicos que son factores comunes en la zona.

- De igual forma, Petrofac es partidario de un enfoque responsable hacia el medio, por lo que considera de forma rigurosa, contar con los equipos y medidas pertinentes para mitigar los eventos de derrames.
- Las evaluaciones de los escenarios con las características de **peor caso**, ocasionan radios de afectación, que principalmente abarcan zonas completamente cubiertas de pastizales.
- Lo más crítico de estas instalaciones, lo tienen los ductos, que por su trazo tocan mayor número de componentes ambientales: suelos por estar enterrados, contacto con cuerpos de agua relativamente permanentes o temporales, que en su mayoría son temporales por el tipo de suelo en donde se encuentran (estiaje e inundaciones según temporada). Sin embargo, por su importancia y por ser instalaciones vulnerables a actos vandálicos, Petrofac, contempla para las instalaciones, medidas preventivas que van desde los señalamientos de los derechos de vías, aplicación de protección anticorrosiva externa, protección catódica, monitoreo remoto de condiciones operativas en salidas y llegadas del ducto, vigilancia de condiciones en inter fases agua-aire y tierra-agua, hasta celajes aéreos con equipo de tripulación remota.
- Los radios considerados de alto riesgo causados por el viaje de una nube inflamable o explosiva pueden alcanzar, en algún momento dado y en función de las condiciones ambientales (cambio de dirección de vientos), el área de algunos asentamientos irregulares (casas muy dispersas). Sin embargo, considerando la dirección de los vientos reinantes, la probabilidad que se presente es muy baja. Tomando en cuenta esta posibilidad, Petrofac considera dentro de sus medidas la implementación de los equipos e instrumentación requeridos para detectar cualquier desviación operativa que dé lugar a un accidente de este tipo. Generará un plan de respuesta a emergencias para atender y mitigar los eventos que pudieran presentarse y contempla tener una comunicación efectiva interna y externa para reducir los tiempos de atención a cualquier eventualidad.

Por todo lo manifestado en cuestión de integración al medio, de medidas predictivas, preventivas y correctivas y del estatus ambiental actual en el área, ***se concluye en el presente Estudio de Riesgo Ambiental que las instalaciones a construir en el Área Contractual Santuario y El Golpe son completamente viables desde el punto de vista ambiental y social.***

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

Señalando desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

Considerando la magnitud del proyecto, el estatus conceptual de la ingeniería, así como los tipos de procesos (transporte, recolección, separación, compresión, deshidratación, bombeo e inyección) que se realizarán en cada una de las instalaciones que conforman al proyecto, se definió que la metodología para identificar los peligros sería el ¿Qué pasa sí? /What if (por sus siglas en inglés).

La metodología aplicada en conjunto con el personal involucrado en la ingeniería conceptual, personal conocedor de la operación de instalaciones similares en el campo y personal involucrado en la seguridad física, operativa e industrial, identificó que todas las desviaciones resultantes, tenían un factor común en su criticidad: la pérdida de contención del material.

La pérdida de contención en un árbol de válvulas, en un ducto, en un cabezal o en instalaciones de mayores capacidades, implica una fuga o un derrame del material y por ende, una alteración al medio en donde se ubica. Por tal razón, para evaluar el nivel de riesgo al ambiente, se simularon escenarios en puntos de interés por su cercanía a cruces carreteros, cruces con cuerpos de agua y cercanía a asentamiento humanos (irregulares en esta zona), independientemente de simularlos en puntos estratégicos de las instalaciones.

Es importante mencionar, que los escenarios resultantes se deben primordialmente a las restricciones que tiene la metodología de no considerar las salvaguardas, para con ello lograr enlistar una serie de situaciones que conlleven a identificar los puntos vulnerables y que requieran de alguna medida a implementar.

Al simularse los escenarios de radiación y sobrepresión en el presente estudio de riesgo, a las condiciones ambientales presentes en el área y operativas de las instalaciones, se obtuvieron distancias cuya cobertura de riesgo sólo contemplan el daño por incendio y/o explosión sobre áreas cubiertas de pastizales y pequeños manchones de arbustos. La distancia más grande de la zona de alto riesgo por radiación es de 235.89 m para el peor caso y para el caso de sobrepresión, la distancia es de 448.69 m con una distancia del centro de explosión a 460.00 m. Considerando el recorrido de la nube y suponiendo un cambio de la dirección del viento reinante, si podemos considerar la exposición a un evento

de sobrepresión sobre asentamientos humanos (irregulares y dispersos). Sin embargo, es importante mencionar que los vientos reinantes están en sentido opuesto a los asentamientos, por lo que se considera que la probabilidad de que ocurra un evento de este tipo es muy poco probable, esto se puede apreciar en los diagramas de pétalos que se muestran en el **Anexo II-2**. Aún bajo esta condicionante, como ya se mencionó, Petrofac tiene como requerimiento en sus bases de usuarios, contemplar todas las salvaguardas mencionadas en la metodología ¿Qué pasa sí? y enlistadas en los Capítulos II y III del presente estudio de riesgo ambiental.

Para el caso de derrames, este se visualiza principalmente, en los ductos, que son más vulnerables a actos vandálicos, golpes externos o daños a la integridad del mismo por el tipo de material transportado y condiciones operativas presentes. Este escenario, actualmente se está reflejando como una problemática constante, no por su manejo o condiciones operativas, sino por los actos vandálicos que es una actividad que se acrecienta cada vez más en el área. Para ello, Petrofac considera reforzar las medidas predictivas y preventivas suficientes para atender los incidentes originados por situaciones operativas y aún más, reforzar e implementar medidas, equipos y programas de carácter correctivo, precisamente para atender los incidentes originados por la actividad delictiva.

Para atender los casos de derrames, Petrofac complementa su intervención con la activación de su plan de respuesta a emergencias y el plan táctico para atención a derrames, que implica ocupar al personal necesario y equipos especiales para la contención del hidrocarburo, ya sea en cuerpos de agua o en terrenos inundables o no inundables.

Para detectar y evitar cualquier eventualidad que implique una desviación en la operación de las instalaciones, Petrofac requiere en la construcción de las mismas, todas las medidas, equipos y dispositivos necesarios para prevenir incidentes de riesgos, independientemente del personal operativo capacitado que participará en el buen funcionamiento de las instalaciones.

Analizando todo lo anterior, **se concluye que los riesgos ambientales a generar por la construcción, operación, mantenimiento y conclusión de operaciones de las instalaciones en el Área Contractual Santuario y El Golpe, son completamente atenuados, tomando en cuenta todas las salvaguardas y medidas de índole predictivo y preventivo que requiere y establece para contar con instalaciones ambiental y socialmente responsables.**

IV.3. PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

A continuación, se presentan los informes técnicos (Tabla IV.3.1 a la Tabla IV.3.5).

Tabla IV.3-1 Sustancias involucradas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Densidad (g/cm ³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
Crudo	--	N/D	5.52	0.25 (1)	7.62 (2)	145	N/D	Líneas de descarga (LDD)
Crudo	--	N/D	19.32	2.5 (1)	20.32 (2)	23	7.04	Por cada oleogasoducto desde la pera al CSNE
Aceite	--	N/D	27.05	5.5 (1)	15.24 (2)	35	7.92	Oleoducto de BSS al CSNE
Aceite	--	N/D	64.4	7.3 (1)	20.32 (2)	50	7.92	Oleoducto de CSNE al CGPE
Gas natural	--	N/D	1,638.70	5.5 (1)	20.32 (2)	5	7.92	Gasoducto de BSS al CSNE
Gas natural	--	N/D	13,437.39	7.3 (1)	20.32 (2)	45	7.92	Gasoducto de CSNE al CGPE

Notas: Datos del Plan de Desarrollo Área Contractual: Santuario y El Golpe PF-MX-M2-SAN-GOL-037-2018 Rev. 3.0, de fecha 25-junio-2018.

Abreviaturas: N/D Dato no disponible. CSNE Complejo Santuario Noreste, CGPE Complejo El Golpe. BSS Batería de Separación Santuario

(1) Es un dato aproximado, dependerá de los trayectos definitivos.

(2) Estos valores son preliminares.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

IV-9

**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 Antecedentes de accidentes e incidentes.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2013	Tabasco, Méx.	Pozo Juspi 1005	Mezcla del Pozo	Fuga/ Derrame	Por degollamiento del niple en válvula de 1/2"Ø utilizada para la toma de presión de la línea de descarga.	S/D	No se describe en la base de datos
2013	Tabasco, Méx.	Pozo Terra No.123	Mezcla del Pozo	Fuga/ Derrame	Problemas operativos en la perforación del pozo Terra No.123 (Etapa de terminación)	S/D	El 21 de diciembre de 2013, a las 16:00 horas, quedo controlada la emergencia en el Pozo Terra No.123.
2012	Tabasco, Méx.	Pozo Jolote 43	Gas	Fuga de gas en tubing de 3/8"Ø	Aproximadamente a la 07:30 hrs, se detectó en el sistema de monitoreo, que en el pozo Jolote 43 se registró una caída de presión en la cabeza del pozo. El tubing de 3/8" Ø D.N. de los instrumentos donde se monitorean las presiones del pozo se encontraba degollado.	Briseo en área aproximada de 60 x 50 m al interior de la pera y de 20 x 150 m fuera de la misma.	Se procedió a cerrar la válvula de aguja de 1/2" Ø que alimenta al tubing de 3/8" Ø, posteriormente se sustitución el tubing de 3/8" Ø y finalmente se saneo el área afectada.
2012	Tabasco, Méx.	Mástil de perforación	Ninguna	Caída de un perno al piso de trabajo desde el segundo diamante del mástil	Siendo las 16:15 horas, cuando se realizaba la operación de perforar a 1000 m, se observa caer sobre el piso de perforación un perno del mástil, que se encontraba en el segundo diamante a una altura aproximada de 15 m, generado por la salida de su seguro (chaveta), cayendo aproximadamente a un metro de distancia del ITP de PEMEX	Sin daño alguno.	S/D

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-10



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 (continuación).

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2012	Tabasco, Méx.	Pozo Tecominoacán 807	Hidrocarburos	Fuga por niple de ½" Ø	Siendo las 09:30 hrs, en el pozo Tecominoacán 807 se observó una fuga de hidrocarburos; procedió a reportar rotura de niple de ½" Ø donde estaba conectado un arbolito de instrumentos para toma de muestras, manógrafo, equipo de telemetría de la cía. Valerus y el instrumento de monitoreo de la cía. MSSM.	No hubo daños personales, ni materiales. Los daños ambientales reportado fue el derrame de 0.44 bls (70 lts), en un área de 4 m ² dentro de la localización.	El ayudante de producción cerró la válvula de ½" Ø, controlando la fuga; posteriormente se sustituyó el niple dañado y se conectó nuevamente el arbolito de instrumentos.
2012	Tabasco, Méx.	Batería de Separación Jujo	Electricidad	Conato de Incendio en Gabinete eléctrico EC-102H1	Falla eléctrica instantánea provocando la suspensión de bombeo y que al restablecerse dio origen a una detonación en cuarto de control de motores (CCM-2) dañando el gabinete eléctrico.	Daño al Gabinete Eléctrico EC-102H1.	No se indica
2011	Tabasco, Méx.	Batería de Separación Tupilco I	Aceite	Briseo en Válvula de Presión Vacío del Tanque de Almacenamiento de 5000 BLS TV-1 y derrame de Agua-Aceite a los diques	Descontrol de una válvula automática (quedo abierta) del Separador SHG-1 generándose pase de gas al Tanque de Almacenamiento TV-1	Área de 70 x 4 metros	Se calibró válvula automática del Separador.

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-11



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 (continuación).

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2011	Tabasco, Méx.	Mástil de perforación	Ninguna	Degollamiento del codo de 90° del cuello de ganso del Stand Pipe	Al levantar la lecha de la funda después de engancharla, dado que el perforador levanta el block en forma rápida, este asciende con un movimiento oscilatorio, golpeando el cuello de ganso del Stand Pipe degollando el codo de 90° de la línea vertical, quedando sujetado por el tensor y el cable de 9/16"	No hubo daños, personales, ni ambientales.	Se aseguró el codo de 90° del stand pipe con estrobo y grillete para sacar la sarta a la superficie. Posteriormente se instaló nuevamente el cuello de ganso, y se efectuó el deslizamiento y corte de 300 metros de cable de 1 1/2" por encontrarse dañado.
2011	Tabasco, Méx.	Batería y Estación de Compresión Tecominoacán.	Aceite	Briseo en Quemador Ecológico	Falla de la válvula de venteo de 3" Ø de la descarga del módulo 2 de las maquinas 4, 5 y 6, que permitió el pase de líquidos al quemador.	Área de 80 x 120 metros	Plan de respuesta a emergencias. Se dio Aviso a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
2009	Poza Rica, Ver.	Oleogasoducto de 12 pulgadas del Cabezal Poza Rica XIX a Poza Rica X,	Aceite-Agua	Derrame	No se indica	Volumen derramado de aproximadamente 60 litros de aceite-agua.	Se procedió a instalar grapa y se realizaron pruebas de hermeticidad una vez rehabilitado el ducto. La situación quedó controlada a las 4 horas

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-12



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 (continuación).

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2007	Poza Rica, Ver.	Oleogasoducto de medición de 4 pulgadas, que va del pozo 54 Poza Rica al Cabezal de ex campo 19.	Gas	Fuga	No se indica	No se indica	Después del reporte de un olor a gas en la zona, se procedió a cerrar línea y a implementar las acciones de remediación necesarias.
2007	Álamo, Ver.	Oleogasoducto 12" de diámetro Potrero del Llano-Naranjos, kilómetro 1+600	Mezcla gas-aceite	Fuga	El oleogasoducto presentó fuga el cual quedo fuera de operación para realizar el estudio de su integridad física, cuando de manera inesperada una bolsa de gas se desprendió del ducto que era sometido a labores de limpieza, ocasionando intoxicación.	Intoxicación	El ducto quedo fuera de operación para no presentar riesgo para la población.
2002	Cárdenas, Tab.	Carcaza de bomba No.3 de Batería de Separación Cárdenas Norte.	Aceite	Incendio	Mal estado de válvula check ocasionando flujo inverso que hizo trabajar la bomba inversamente con calentamiento y daño de la misma.	Daño en bomba No. 3.	Plan de respuesta a emergencias. Desactivación de la energía eléctrica y enfriamiento con agua contra-incendio al cuerpo de la bomba.

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 (continuación).

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2002	Tabasco, Méx.	Área de quemadores lado Oeste de Batería de Separación Jujo.	Aceite y gas	Fuga y derrame	Grieta en tubo del tanque de sello al quemador y falta de mantenimiento en el sistema de quemadores.	2.5 hectáreas contaminadas y dren al arroyo Zalaya.	Mantenimiento mayor al sistema de quemadores.
2002	Cárdenas, Tab.	Unidad No. 5 en la Estación de Compresión Paredón.	Gas y aceite lubricante.	Incendio	Falla mecánica con el desprendimiento de un alabe con el choque con otras sistemas provoca vibración, ocasionando ruptura de sello con fuga de gas y aceite lubricante.	Daño parcial al turbocompresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores apagaron el incendio con extintores y agua contra-incendio.
2001	Cárdenas, Tab.	Unidad No. 2 en la Estación de Compresión Paredón.	Gas y aceite lubricante.	Incendio	Falla mecánica en el incrementador de velocidad, ocasionando ruptura de sello con fuga de gas y aceite lubricante.	Daño parcial al turbocompresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores apagaron el incendio con extintores y agua contra-incendio.
1996	Cárdenas, Tab.	Unidad No. 1 en la Estación de Compresión Paredón.	Gas y aceite lubricante.	Incendio	Falla de la flecha de acoplamiento, ocasionando ruptura de sello con fuga de gas y aceite lubricante.	Daño parcial al turbocompresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores apagaron el incendio con extinguidores y agua contra-incendio.

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

IV-14



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 (continuación).

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1996	Tabasco, Méx.	Motobomba centrífuga horizontal No. 1 de la Batería de Separación Jujo.	Aceite	Incendio	Falla mecánica de un balero de la bomba que ocasionó desajustes por alta vibración.	Daño total de la bomba No. 1 y daño parcial a bomba No.2.	Plan de respuesta a emergencias. Paro total del bombeo de aceite.
1995	Tabasco, Méx.	Turbocompresora No.9 de la Estación de Compresoras Jujo.	Aceite de lubricación.	Incendio	Falla mecánica y ruptura del muñón incrementado de velocidad por amarre.	Daño al compresor.	Plan de respuesta a emergencias. Los operadores bloquearon la unidad y apagaron el fuego.
1992	Tabasco, Méx.	Tanque de medición TM-1 e incendio en el mismo, en Batería de Separación Bellota.	Crudo	Desprendimiento de techo	Se omitió realizar barrido de aire en línea de 16" a quemador ya que los vapores del tanque formaron mezcla explosiva, que al encender el quemador llevo la flama hasta el tanque.	Desprendimiento de cúpula, daño en el tanque, ruptura de cámara de espuma y daño a tuberías y sistemas eléctricos y de alumbrado.	Enfriamiento del tanque con hidrantes monitores hasta su apagado.
1988	Tabasco, Méx.	Válvulas de seguridad	Gas amargo	Fuga	No se dio seguimiento a procedimientos de aislamiento de equipos para su mantenimiento y no uso de sistemas de respiración autónoma.	Muerte por intoxicación y caída de un trabajador causándole un traumatismo craneoencefálico.	Traslado inmediato del herido al centro hospitalario más cercano.

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-15



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-2 (continuación).

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1987	Tabasco, Méx.	Batería de Separación Cárdenas Norte.	Vapores de ácido sulfhídrico	Intoxicación por vapores (muerte)	Inexperiencia del trabajador, fatiga por periodo largo de trabajo (39 horas) y mal estado de equipo de respiración autónoma.	Muerte del trabajador.	Búsqueda y rescate del trabajador por otros trabajadores.
1986	Tabasco, Méx.	Turbocompresora No.303-5, de la Estación de Compresión el Golpe.	Gas combustible	Desprendimiento de tapa del separador-filtro de gas combustible	Alta corrosión en tornillo, espárragos, tubería y válvulas (Falta de mantenimiento) y ausencia de válvulas de seguridad en el recipiente.	Ninguna.	Paro y aislamiento de la turbocompresora. Paro de la unidad.
1982	Tabasco, Méx.	Tanque de almacenamiento TV-2, en Batería de Separación Paredón	Vapores del aceite almacenado.	Incendio en tanque de almacenamiento TV-2	Descargas eléctricas (rayos) en contacto con los vapores emanados en las válvulas presión vacío del tanque.	Daños a válvulas presión vacío.	Enfriamiento en tanque TV-2 con cortinas de agua contra-incendio.
1981	Tabasco, Méx.	Tanque TV-1 de 55,000 barriles de la Batería de Separación Paredón.	Aceite.	Incendio iniciado en la motobomba centrífuga horizontal No. 4.	Falla mecánica de la válvula check y retroceso de flujo, causando flujo inverso en la bomba y por tanto sobrecalentamiento de la misma.	Daño por quemaduras de segundo grado a un trabajador. Daño total de bombas, cabezales, patín de medición y daños parciales a subestación eléctrica, presa API y tanque de almacenamiento TV-1.	Plan de respuesta a emergencias. Paro total de la instalación.

Fuente: Base de datos Petrofac. S/D Sin dato o descripción.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-3 Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado*
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
1	1	ERA_ACSG_PC-01-LDD PERAS 3"		X	X	X	LDD	¿Qué pasa si?	Paisaje y Vegetación
2	2	ERA_ACSG_PC-02-OLGD PERA-CSNE 8"		X	X	X	OLGD PERA	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje y Vegetación
3	3	ERA_ACSG_PC-03-OLD BSS-CSNE 6"		X	X	X	OLD BSS	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje y Vegetación
4	4	ERA_ACSG_PC-04-OLD CSNE-CGPE 8"		X	X	X	OLD CSNE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje y Vegetación
5	5	ERA_ACSG_PC-05-GSD BSS-CSNE 8"	X		X	X	GSD BSS	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje, aire y Vegetación
6	6	ERA_ACSG_PC-06-GSD CSNE-CGPE 8"	X		X	X	GSD CSNE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje, aire y Vegetación

*Los componentes ambientales mencionados, son afectados de manera moderada en cada uno de los escenarios.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018

IV-17



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-3 (continuación).

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
7	7	ERA_ACSG_CA-01-LDD PERAS-Fuga 0.6"		X	X	X	LDD PERAS	¿Qué pasa si?	Paisaje y Vegetación
8	8	ERA_ACSG_CA-02-OLGD PERA-CSNE-Fuga 1.6"		X	X	X	OLGD PERA-CSNE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje y Vegetación
9	9	ERA_ACSG_CA-03-OLD BSS-CSNE-Fuga 1.2"		X	X	X	OLD BSS-CSNE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje y Vegetación
10	10	ERA_ACSG_CA-04-OLD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"		X	X	X	OLD CSNE-CGPE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje y Vegetación
11	11	ERA_ACSG_CA-05-GSD BSS-CSNE-Fuga 1.6"	X		X	X	GSD BSS-CSNE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje, aire y Vegetación
12	12	ERA_ACSG_CA-06-GSD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	X		X	X	GSD CSNE-CGPE	¿Qué pasa si?	Hidrología superficial, Paisaje, aire y Vegetación

*Los componentes ambientales mencionados, son afectados de manera moderada en cada uno de los escenarios.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-18



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-4 Estimación de consecuencias.

No. de falla	No. de evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada (m ³ /s, m ³ o kg)		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (Nota 1)	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		X 10 ⁻⁵	X 10 ⁻⁶
													Distancia (m) Nota (2)	Distancia (m) Nota (3)
1	ERA_ACSG_PC-01-LDD PERAS 3"	X		221,130.01	kg	Líquido			x			PHAST 7.11	235.89	448.69
2	ERA_ACSG_PC-02-OLGD PERA-CSNE 8"	X		840,978.49	kg	Líquido		x				PHAST 7.11	229.86	312.87
3	ERA_ACSG_PC-03-OLD BSS-CSNE 6"	X		1,751,009.50	kg	Líquido		x				PHAST 7.11	122.40	225.10
4	ERA_ACSG_PC-04-OLD CSNE-CGPE 8"	X		4,098,198.16	kg	Líquido		x				PHAST 7.11	192.25	327.30
5	ERA_ACSG_PC-05-GSD BSS-CSNE 8"	X		752,677.08	kg	Gas			x			PHAST 7.11	34.81	34.40
6	ERA_ACSG_PC-06-GSD CSNE-CGPE 8"	X		30,760,882.53	kg	Gas			x			PHAST 7.11	73.90	90.19

Nota (1) Los datos corresponden solo a la zona de alto riesgo, no a la zona de amortiguamiento.

(2) Este valor corresponde a la zona de alto riesgo con mayor radio de afectación por radiación a 5 kw/m².

(3) Este valor corresponde a la zona de alto riesgo con mayor radio de afectación por sobrepresión a 1 psi. Este valor no incluye la distancia al centro de explosión.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. 1 y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-19



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-4 (continuación).

No. de falla	No. de evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada (m ³ /s, m ³ o kg)		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo (Nota 1)	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		X 10 ⁻⁵	X 10 ⁻⁶
													Distancia (m) Nota (2)	Distancia (m) Nota (3)
7	ERA_ACSG_CA-01-LDD PERAS-Fuga 0.6"		X	7,099.14	kg	Líquido				x		PHAST 7.11	62.07	88.73
8	ERA_ACSG_CA-02-OLGD PERA-CSNE-Fuga 1.6"		X	38,068.80	kg	Líquido				x		PHAST 7.11	138.15	147.93
9	ERA_ACSG_CA-03-OLD BSS-CSNE-Fuga 1.2"		X	20,423.76	kg	Líquido				x		PHAST 7.11	87.48	138.47
10	ERA_ACSG_CA-04-OLD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"		X	43,053.00	kg	Líquido				x		PHAST 7.11	134.36	186.03
11	ERA_ACSG_CA-05-GSD BSS-CSNE-Fuga 1.6"		X	772.64	kg	Gas				x		PHAST 7.11	18.17	29.53
12	ERA_ACSG_CA-06-GSD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"		X	6,256.74	kg	Gas				x		PHAST 7.11	53.62	70.59

Nota (1) Los datos corresponden solo a la zona de alto riesgo, no a la zona de amortiguamiento.

(2) Este valor corresponde a la zona de alto riesgo con mayor radio de afectación por radiación a 5 kw/m².

(3) Este valor corresponde a la zona de alto riesgo con mayor radio de afectación por sobrepresión a 1 psi. Este valor no incluye la distancia al centro de explosión.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-20



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-5 Criterios utilizados.

No. de falla	No. de evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación térmica		Otros criterios
		IDHL	TLV ₈	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	PSI	PSI	kw/m ²	kw/m ²	
1	ERA_ACSG_PC-01-LDD PERAS 3"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
2	ERA_ACSG_PC-02-OLGD PERA-CSNE 8"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
3	ERA_ACSG_PC-03-OLD BSS-CSNE 6"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
4	ERA_ACSG_PC-04-OLD CSNE-CGPE 8"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
5	ERA_ACSG_PC-05-GSD BSS-CSNE 8"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
6	ERA_ACSG_PC-06-GSD CSNE-CGPE 8"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
7	ERA_ACSG_CA-01-LDD PERAS-Fuga 0.6"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
8	ERA_ACSG_CA-02-OLGD PERA-CSNE-Fuga 1.6"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
9	ERA_ACSG_CA-03-OLD BSS-CSNE-Fuga 1.2"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-21



**Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad:
Análisis de Riesgo**



Tabla IV.3-5 (continuación).

No. de falla	No. de evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación térmica		Otros criterios
		IDHL	TLV ₈	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	PSI	PSI	kw/m ²	kw/m ²	
10	ERA_ACSG_CA-04-OLD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
11	ERA_ACSG_CA-05-GSD BSS-CSNE-Fuga 1.6"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²
12	ERA_ACSG_CA-06-GSD CSNE-CGPE-Fuga 1.6"	NA	NA	1.5	F, A/B	0.5	1	1.4	5	5C/D, 8.33D, 3PSI, 37.5kw/m ²

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. 1 y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. Orden de Compra No. 4100001630.

DICIEMBRE 2018
IV-22



V. IDENTIFICACIÓN DE LOS 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

Se elaborarán los planos que se describen en la presente guía. Deberán contener por lo menos: el título; el número o clave de identificación; los nombres y firmas de quien lo elaboró, de quien lo revisó, y de quien lo autorizó; la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas; escala, y orientación.

Los planos deberán ser legibles y presentarse en hojas tamaño plano, describiendo y señalando las colindancias del proyecto, así como la ubicación de zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, hospitales, escuelas, parques, mercados, centros religiosos, áreas naturales protegidas, y zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.) indicando claramente el distanciamiento a las mismas.

El presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) está basada en la información conceptual de las obras a realizar en el Área Contractual Santuario y El Golpe por lo que, siguiendo el orden de lo requerido en cada capítulo, se señalan las siguientes precisiones:

En el capítulo I se solicita incluir los planos de arreglo general de la planta, pero el estudio no se trata de solo una planta sino de varias obras, entonces, para describir la distribución, ubicación y filosofías de funcionamiento de las obras se tienen esquemas, mapas y planos que describen la ubicación, topología y trazo de las instalaciones involucradas en el área contractual en estudio.

En los **Anexos I-1, I-2, I-3 y I-5**, podemos encontrar los documentos arriba mencionados y que a continuación, se enlistan.

En el **Anexo I-1**, se encuentran los mapas correspondientes a:

- a) Área Contractual Santuario y El Golpe.
- b) Área espacial de los proyectos.
- c) Ubicación de los proyectos.

En el **Anexo I-2**, se presentan de manera más específica:

- a) Plano de localización general del Complejo Santuario Noreste.
- b) Esquemas de ductos y líneas de descargas de las macroperas.

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- c) Croquis de ubicación de los proyectos.

En el **Anexo I-3** se presentan esquemas relacionados con el proyecto del sistema contra incendio que se pretende diseñar para el Complejo Santuario Noreste:

- a) Esquema de localización de equipos.
- b) Esquema de la infraestructura.
- c) Esquema de la red contra incendio.

Generalmente se emplean los diagramas de flujo de proceso para describir las condiciones de operación en la que los procesos se llevarán a cabo en un proyecto o instalación, tal como flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación. También en estos documentos se puede conocer el estado físico de la(s) sustancia(s) que se manejan. En el **Anexo I-5** se adjuntan diferentes diagramas de flujo de procesos del Complejo Santuario Noreste, estos varían debido a que se proponen diferentes alternativas en el manejo de flujo de los pronósticos de producción.

Por otro lado, para conocer las tuberías, componentes y sistemas de control de un equipo, proceso o sistema se generan los documentos comúnmente conocidos como diagramas de tubería e instrumentación (DTI). Para efecto de este apartado y como se ha mencionado a lo largo de este estudio, la información disponible de los proyectos se encuentra en la fase conceptual, por lo que solo se cuentan con algunos dibujos o esquemas que describen a las obras en estudio.

Los diagramas y esquemas a los que se hacen referencia se muestran en el **Anexo I-5**.

Para el desarrollo del capítulo II se tiene como alcance determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, en donde se plantean escenarios hipotéticos de los posibles eventos de riesgos que se pueden presentar en las obras en estudio e interpretar los resultado del análisis de las consecuencias (interacciones de riesgos y dimensiones de los efectos). Para hacer una descripción de la magnitud de los efectos de los escenarios hipotéticos planteados, se hace uso de la representación de los radios potenciales de afectación mediante, lo que en el ámbito del análisis de consecuencias se conoce como, diagramas de pétalos.

Estos diagramas de pétalos se localizan en el **Anexo II-2** de este estudio y contienen solo la representación de los escenarios simulados de los peores casos. Los radios de afectación para las fugas equivalentes al 20% de diámetro del ducto y que corresponden a

casos alternos, no se representan en los diagramas de pétalos ya que los puntos de fuga considerados son los mismos que los del peor caso. Por otro lado, los radios de afectación son más pequeños y se encuentran ya cubiertos por el área de afectación de los peores casos.

El capítulo III tiene como alcance indicar las medidas de seguridad y preventivas que en materia ambiental se requieren implementar para las obras en estudio y conforme a los resultados obtenidos en el análisis de consecuencias. En este capítulo se solicita que se anexen los planos que indiquen la localización de los equipos, dispositivos, y sistemas de seguridad con las que contarán las obras. Como se ha mencionado anteriormente, la información disponible de los proyectos se encuentra en la fase conceptual, y respecto a los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad solo se cuenta con la representación de lo que se ha descrito en el **Anexo I-3**.

V.1.2. Fotografías

Integrar un anexo fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desea destacar del proyecto. El anexo fotográfico deberá acompañarse de un plano en el que se indiquen los puntos y direcciones de las tomas, mismas que se deberán identificar con numeración consecutiva y relacionarse con el texto.

Para atender el presente apartado, consultar el Anexo **II-3** en donde se encuentra el documento correspondiente a la memoria fotográfica del estudio con los respectivos requerimientos solicitados. Las fotografías que se muestran en este anexo corresponden al recorrido realizado por personal de BIESSA y Petrofac en el área del proyecto y complementada con la información proporcionada por Petrofac, correspondiente a los recorridos hechos para los informes de pre-factibilidad ambiental llevados a cabo por personal de Petrofac, durante el periodo del 03 al 27 de agosto de 2018.

Cabe mencionar que, como complemento a esta memoria fotográfica en el Anexo II-3 se exponen varios croquis donde se señalan los puntos de interés que están relacionados con parte de las fotografías mostradas en la memoria, Los puntos de interés son principalmente con respecto a la cercanía de los proyectos con cruces carreteros, cruces con cuerpos de agua y la existencia de asentamientos humanos irregulares.

V.1.3. Videos

De manera opcional se puede anexar una videocasete con grabación del sitio. Se deberá identificar la toma e incluir la plantilla técnica que describa el tipo de toma (planos generales, medianos, cerrados, etc.), así como un plano donde se ubiquen los puntos y dirección de las tomas y los recorridos con cámara encendida.

Este apartado no aplica, ya que no se requirió de toma de videos para el presente estudio.

V.2. OTROS ANEXOS

Presentar las memorias y documentación que se utilizó para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

- a) Documentos legales. Copia de autorizaciones, concesiones, escrituras, etc.*
- b) Cartografía consultada (INEGI; Secretaría de Marina; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación, etc.)*
- c Autorizaciones y permisos.*
- d) Memorias descriptivas de la(s) metodología(s) utilizada(s). e) Memoria técnica de la(s) modelación(es).*
- f) Memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrico, y sistema contra incendio.*
- g) Análisis de posibles riesgos de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos y subterráneos, que incluya:*
 - *Caracterización de los materiales o residuos que serán manejados o depositados en el sitio, anexando la información toxicológica de las sustancias peligrosas identificadas.*
 - *Identificación de los niveles de contaminación en el medio (agua, agua subterránea, agua superficial, suelo, sedimentos, etc.).*
 - *Características ambientales que afectan el destino y transporte de los contaminantes.*
 - a. Geológicas y geohidrológicas (realizar los estudios geológicos, geofísicos e hidrológicos del sitio).*
 - b. Topográficas.*
 - c. Corrientes superficiales (permanentes y temporales). d. Atmosféricas (dirección de los vientos dominantes, velocidad del viento, etc.)*
 - *Población potencialmente expuesta.*
 - *Biota potencialmente expuesta.*
 - *Identificar los puntos, rutas y vías de exposición hacia la población y biota expuesta.*
 - *Con base en la información anterior, analizar el comportamiento de los contaminantes en el ambiente (entre otros aspectos, detectar el tiempo en que llegaría una concentración de sustancias a los mantos freáticos que pudiera causar problemas de contaminación) y su afectación hacia la biota y la población, por su exposición cronológica a los mismos. Estimar la concentración por la exposición a los contaminantes.*
 - *Recomendaciones para reducir la exposición y afectaciones hacia el ambiente.*

A continuación, se presentan todos los documentos que se ocuparon, generaron o que sirven de referencia para sustentar lo mencionado en algunos apartados del estudio.

Anexo I-1 Mapas de contexto del proyecto

ERASG-01 Mapa de cuadrantes del Área Contractual Santuario y El Golpe
ERASG-02 Mapa del área espacial de los proyectos
ERASG-03 Mapa de ubicación de los proyectos

Anexo I-2 Planos y esquemas generales de proyectos

ERASG-A2A Plano de localización general del Complejo Santuario Noreste
ERASG-A2B Esquemas de ductos y líneas de descargas de las macroperas
ERASG-A2C Croquis de ubicación de proyectos

Anexo I-3 Esquemas del sistema contra incendio

ERASG-A3A Esquema del Sistema Contra incendio Complejo SNE
(Localización de equipos)
ERASG-A3B Esquema del Sistema Contra incendio Complejo SNE
(Infraestructura)
ERASG-A3C Esquema del Sistema Contra incendio Complejo SNE (Red)

Anexo I-4 Hojas de datos de seguridad

HDS Agua congénita Santuario Noreste
HDS Crudo Santuario Noreste
HDS Gas Natural Santuario Noreste

Anexo I-5 Ingeniería conceptual

I-5A Diagrama de flujo de proceso DFP CSNE_Rev_1
I-5B Balance de materia y energía CSNE_107672-HMB-P-0001_Rev1
I-5C Listado de equipos CSNE_107672-EQL-P-0001_Rev2
I-5D Esquema de la infraestructura de la Macropera SAN 401
I-5E Esquema de la infraestructura de la Macropera SAN 502
I-5F Esquema de la infraestructura de la Macropera SAN 601
I-5G Esquema de la infraestructura de la Macropera SAN 702

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- I-5H Propuesta de arreglo típico de amarre de pozos
- I-5I Propuesta de arreglo típico de una pera de producción
- I-5J Propuesta del sistema de transporte a través de ductos

Anexo I-6 Criterios técnicos

- I-6A Procedimiento de Control de Trabajo (CoW)
- I-6B Procedimiento DCO-GDOESSSPA-CT-001.2011 criterios similar
- I-6C Guía de análisis de riesgos emitido por la ASEA DIC 2017
- I-6D Guía operativa GO-SS-TC-0002-2015
- I-6E Guía técnica 800-16400-DCO-GT-75 Rev. 2_2015
- I-6F Procedimiento IES_COR_AA_X_001_rev00

Anexo I-7 Acta constitutiva GMAER

- I-7 Acta de Conformación del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER)

Anexo I-8 Análisis ¿Qué pasa sí?

- I-8 Hojas de trabajo de la metodología ¿Qué pasa sí?

Anexo I-9 Información requerida para análisis de consecuencias

- I-9A Información requerida para análisis de consecuencias
- I-9B Datos de especificación de Escenarios de Riesgo

Anexo II-1 Informe técnico

- II-1 Informe Técnico ERA ACSG

Anexo II-2 Análisis de consecuencias

- ERASG-A11A Memoria técnica de las simulaciones del software PHAST
- ERASG-A11B Diagramas de pétalos

Anexo II-3 Memoria fotográfica

MF Memoria fotográfica
ERASG-A12B Croquis de ubicación de tomas fotográficas

Referencias

- 800/16000/DCO/GT/015/10 Guía técnica para Aseguramiento de Calidad Rev.1 01/01/2010
- 800/16000/DCO/GT/017/10 Guía técnica para Integridad Mecánica Rev.1 01/01/2010
- 800-16000-DCO-GT-074 Guía Técnica para Análisis de Costo Beneficio, de recomendaciones emitidas en los Análisis de Riesgos. Rev. 0_2012.
- 800-16400-DCO-GT-75 Guías técnicas para realizar Análisis de Riesgos de Proceso. Rev. 2_2015.
- Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2016 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.--México: INEGI, 2016.
- API 510. Pressure Vessel Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair and Alteration. June 2006.
- API 570. Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems. November 2009.
- API RECOMMENDED PRACTICE 14C. Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms.
- API RECOMMENDED PRACTICE 14J. Recommended Practice for Design and Hazards Analysis for Offshore Production Facilities.
- COMERI 144 Rev. 2_2010. Lineamientos para realizar Análisis de Riesgos de Proceso, Análisis de Riesgos de Ductos y Análisis de Riesgos de Seguridad Física en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
- CREUS SOLE A. Fiabilidad y seguridad (Cap.7) Barcelona, Ed. Marcombo S.A., 1992 y REASON, J. L'erreur humaine París, Presses Universitaires de France, 1993.
- DCO-GDOESSSPA-CT-001 Rev. 1_2011. Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos.
- GO-SS-TC-0002-2015. Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los Proyectos y/o instalaciones de PEMEX Exploración y Producción. Mayo 2015.
- GO-SS-TC-0003-2015 Guía Operativa para el Emplazamiento a Paro Seguro de las Instalaciones, Equipos y/o Sistemas en Condiciones Críticas de Seguridad.
- IES_COR_AA_X_001 HSE&AI Risk Management Process Rev. 00_noviembre 2016. Petrofac México (PMX).

Información de Carácter reservado.

Art. 13 Frac. I y IV; Art 14 Frac. I. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.

Realizado para **PETROFAC MÉXICO S.A. de C.V.** por Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. ©2013. **Orden de Compra No. 4100001630.**

- ISO 17776. Petroleum and natural gas industries-offshore production installations - major accident hazard management during the design of new installations.
- J.M. Storch de García MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS.
- JAYET, LEPLAT, GUILLERMAIN, MAZET, MARIOTON, PONDAVEN, ABELA, ROGER, MAZEAU DOSSIER: Fiabilité et erreurs humaines Performances humaines & techniques, Septembre-octobre 1993, nº 66.
- Joaquim Casal / Elena Montiel / Eulália Planas / Juan A. Vílchez. Análisis de riesgo en instalaciones industriales / Ediciones UPC. Septiembre 1999
- Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Área contractual Santuario y El Golpe, Capítulo IV, diciembre 2018.
- NOM-028-STPS-2012. Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.
- NRF-018-PEMEX-2014. Análisis de Riesgos.
- Phast Professional 7.11, Det Norske Veritas.
- PMX-SAHSE&AI-ER-02 Control de trabajo (CoW) Rev. 04_mayo 2017. Integrated Energy Services, Petrofac México (PMX).
- SFD-PMX-BU-001, Construcción del Complejo Santuario Noreste, Rev. 0, 24 de abril de 2018, Petrofac.
- SFD-PMX-BU-006, Construcción de amarres de pozos, cabezales de producción, ductos de transporte para el manejo de la producción, red de bombeo neumático y líneas de inyección de agua, en Área de Asignación Santuario, Rev. 0, 10 de mayo de 2018, Petrofac.
- SFD-PMX-BU-007, Construcción de un oleoducto y un gasoducto de Batería Santuario a Complejo El Golpe, Rev. 0, 29 de mayo de 2018. Petrofac.
- SFD-PMX-BU-008, Diseño y construcción de peras para obras de perforación de pozos en el Área de Asignación Santuario, Rev. 0, 27 de abril de 2018, Petrofac.
- PF-MX-M2-SAN-GOL-037-2018, Suficiencia de información: Proyecto de Plan de Desarrollo (2018-2042) Área contractual Santuario y El Golpe, Rev. 3, 25 de junio de 2018, Petrofac.