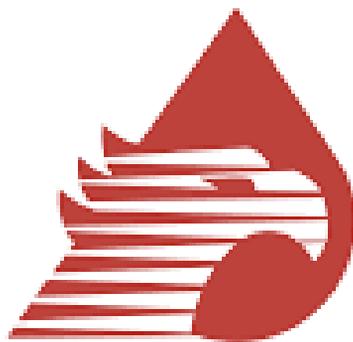


**AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD
INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO
AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS**

**ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL,
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGOS**



PEMEX®

POR EL RESCATE DE LA SOBERANÍA

P R O Y E C T O:

**“SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y
COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA
RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO
NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS
MARINOS DE LA RMSO”**



AEME

FEBRERO DE 2023

CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| 1. ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS..... | 2 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... | 2 |
| 1.1.1. Proyecto..... | 2 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO..... | 21 |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO..... | 46 |
| 1.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS..... | 46 |
| 1.4.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios | 46 |
| 1.4.1.1. Antecedentes de accidentes e incidentes..... | 46 |
| 1.4.1.2. Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgo | 53 |
| 1.4.1.3. Jerarquización de Escenarios de Riesgo..... | 74 |
| 1.4.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo. | 89 |
| 1.4.2.1. Análisis de Frecuencias | 89 |
| 1.4.2.2. Análisis de consecuencias..... | 89 |
| 1.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES..... | 113 |
| 1.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIÓN DE RIESGO. | 114 |
| 1.7. INTERACCIONES DE RIESGO. | 127 |
| 1.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO..... | 138 |
| 1.8.1. Sistemas de Seguridad..... | 138 |
| 1.8.2. Medidas preventivas. | 147 |
| 1.8.3. Recomendaciones Técnico-Operativas | 149 |
| 1.9. CONCLUSIONES. | 164 |
| 1.10. RESUMEN EJECUTIVO..... | 166 |

1. ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.1.1. Proyecto.

El proyecto se localiza dentro de la Terminal Marítima Dos Bocas (TMDB); dentro de un predio con superficie de 15,850.113 m². Como se muestra en la Figura 1.1.



Figura 1.1.- Ubicación del proyecto.

La superficie del proyecto está comprendida en las siguientes coordenadas (Tabla 1.1):

Tabla 1.1.- Coordenadas del área del proyecto.

| Cuadro de construcción | | | | | |
|------------------------|----|--------------------|---------|---|---|
| Lado | | Distancia (metros) | Vértice | Coordenadas UTM 15Q (ITRF 2008) | |
| EST | PV | | | X | Y |
| 1 | 2 | 92.481 | 1 | Coordenadas de ubicación (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP. | |
| 2 | 3 | 132.236 | 2 | | |
| 3 | 4 | 36.100 | 3 | | |
| 4 | 5 | 100.339 | 4 | | |
| 5 | 6 | 94.844 | 5 | | |
| 6 | 1 | 77.060 | 6 | | |

Fuente: Plano Levantamiento Topográfico Planimetría (PL-TOPO-01).

El Proyecto consiste en la construcción de un sistema de endulzamiento y compresión de gas en un predio de uso industrial, ubicado al interior de la TMDB, con una superficie de 15,850.113 m², la cual tendrá la función de reducir la cantidad de ácido sulfhídrico (H₂S) y dióxido de carbono (CO₂) presentes en el gas amargo; para la obtención de gas y posteriormente comprimirlo para ser enviado a los campos de la Región Marina Suroeste (RMSO), a través de un ducto marino existente desde la Terminal Marítima Dos Bocas (TMDB), en el municipio de Paraíso, Tabasco.

Fecha de programa de inicio de operaciones.

La fecha programa de inicio de operaciones es en abril del año 2024.

Criterios y normas considerados para la elaboración de bases de diseño.

El Proyecto está diseñado de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería expresadas en las normas y códigos aplicables de organismos reconocidos a nivel nacional e internacional de cada rama de la ingeniería involucrada en el proyecto. Entre los organismos considerados destacan las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) aplicables, además de los lineamientos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH). Por otra parte, a nivel internacional se han tomado en cuenta las normas y prácticas recomendadas del American Petroleum Institute (API), la American Society of Mechanical Engineers (ASME), International Standards Organization (ISO), entre otros, como se detalla posteriormente. A continuación, se enlistan de manera enunciativa más no limitativa las normas, códigos y estándares nacionales e

internacionales aplicables al Proyecto. A pesar de que cada institución es independiente una de la otra, trabajan en algunos casos de manera conjunta y, por ende, existen varias similitudes por lo que se elegirá la particularidad normativa a criterio del desarrollador. A continuación, se menciona algunos estándares técnicos nacionales e internacionales que son considerados de aplicación general.

| Número | Descripción |
|--|---|
| Generales | |
| Leyes y Reglamentos | |
| Reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo. | |
| Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. | |
| Reglamento para la protección al ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido. | |
| Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de impacto ambiental. | |
| Ley de Infraestructura de Calidad. | |
| Ley de Petróleos Mexicanos y su reglamento. | |
| Plan Rector de Automatización de la Región de Producción Marina Suroeste. | |
| Normas Oficiales Mexicanas | |
| NOM-001-SEDE-2012 | Instalaciones eléctricas (utilización). |
| 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-003-SEGOB-2011 | Señales y avisos para protección civil-Colores, formas y símbolos a utilizar |
| 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-008-SCFI-2002 | Sistema general de unidades de medida. |
| NOM-009-ENER-2014 | Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales |
| NOM-010-STPS-2014 | Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-reconocimiento, evaluación y control. |
| NOM-011-STPS-2001 | Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. |
| NOM-013-SCFI-2004 | Instrumentos de medición-manómetros con elemento elástico-Especificaciones y métodos de prueba. |
| NOM-014-ENER-2004 | Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 kW a 1,500 kW. límites, método de prueba y marcado. |

| Número | Descripción |
|-----------------------------|---|
| NOM-016-ENER-2016 | Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW. límites, métodos de prueba y marcado. |
| NOM-018-STPS-2015 | Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. |
| NOM-020-STPS-2011 | Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - funcionamiento - condiciones de seguridad. |
| NOM-022-STPS-2015 | Electricidad estática en los centros de trabajo – condiciones de seguridad. |
| NOM-025-STPS-2008 | Condiciones de iluminación 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-027-STPS-2008 | Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene. |
| NOM-031-STPS-2011 | Construcción - Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo. |
| NOM-063-SCFI-2001 | Productos eléctricos- conductores - requisitos de seguridad. |
| NOM-081-ECOL-1994 | “Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”. |
| NOM-081-SEMARNAT-1994 | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. |
| NOM-085-SEMARNAT-2011 | Contaminación Atmosférica-Niveles Máximos Permisibles de Emisión de los Equipos de Combustión de Calentamiento Indirecto y Su Medición. |
| NOM-085-ECOL-2011 | Contaminación atmosférica de fuentes fijas. |
| NOM-EM-003-ASEA-2016 | Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos, excepto para gas licuado de petróleo |
| NOM-093-SCFI-2020 | Válvulas de relevo de presión (seguridad, seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas en acero y bronce. |
| NOM-144-SEMARNAT:2017 | Que establece las medidas fitosanitarias y los requisitos de la marca reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías |
| Normas Mexicanas NMX | |
| NMX-B-254-CANACERO-2008 | Industria Siderúrgica - Acero Estructural - Especificaciones y Métodos de Prueba. |
| NMX-CH-003-1993-SCFI | Instrumentos de medición - manómetros de presión, vacuómetros y manovacuómetros indicadores y registradores con elementos sensores elásticos (instrumentos ordinarios) |
| NMX-J-010-ANCE-2015 | Conductores-Conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V-especificaciones. |
| NMX-J-023/1-ANCE-2007 | Cajas de registro metálicas y sus accesorios parte 1: especificaciones y métodos de prueba. |

| Número | Descripción |
|--|---|
| NMX-J-066-ANCE-2017 | Conductores - determinación de diámetro y área de la sección transversal de conductores eléctricos - método de prueba. |
| NMX-J-075/1:1994 | NMX-J-075/1-1994-ANCE Aparatos Eléctricos-Maquinas rotatorias- Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna, del tipo rotor en corto circuito en potencias de 0,062 a 373 kW. Especificaciones. |
| NMX-J-075/2:1994 | Aparatos Eléctricos-Maquinas rotatorias- Parte 2: Motores de inducción de corriente alterna, del tipo rotor en cortocircuito en potencias grandes. Especificaciones. |
| NMX-J-075/3:1994 | Aparatos eléctrico-Maquinas rotatorias- Parte 3: Métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna, del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 kW. |
| NMX-J-098-ANCE-1999 | Sistemas Eléctricos de Potencia-Suministro-Tensiones eléctricas |
| NMX-J-118/2-ANCE-2008 | Productos Eléctricos – Tableros de Distribución de Fuerza. |
| NMX-J-235/1-ANCE-2008 | Envolventes-envolventes para uso en equipo eléctrico-Parte 1: consideraciones no ambientales-especificaciones y métodos de prueba. |
| NMX-J-235/2-ANCE-2014 | Envolventes-envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico-Parte 2 requerimientos específicos-especificaciones y métodos de prueba. |
| NMX-J-451-ANCE-2011 | Conductores-Conductores con aislamiento termofijo-especificaciones. |
| NMX-J-529-ANCE-2012 | Grados de protección proporcionados por los envolventes (Código IP). |
| NMX-J-534-ANCE-2008 | Tubos (conduit) de acero tipo pesado para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios-especificaciones y métodos de prueba. |
| NMX-J-549-ANCE-2005 | Sistema de Protección contra Tormentas Eléctricas. |
| NMX-EC-17025-IMNC-2018 | Evaluación de la conformidad - requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración |
| NMX-EC-17025-IMNC-2018 | Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. |
| NMX-GR-004-1998-IMNC | Polipastos manuales-especificaciones generales. |
| NMX-GR-005-1998- IMNC | Polipastos manuales-pruebas. |
| NMX-O-140-1972 | Método de prueba hidrodinámica e hidrostática para bombas centrífugas. |
| NMX-O-141-1971 | Funcionamiento para bombas centrífugas. |
| Normas Internacionales (ISO, IEC) | |
| ISO 780: 2015 | Packaging — Distribution packaging — Graphical symbols for handling and storage of packages |
| ISO 834-1:1999 | Fire Resistance Tests – Elements of building construction |
| ISO 1461 2009 | “Recubrimiento de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y de acero” |
| 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-1940-2:1997 | Mechanical vibration — Balance quality requirements of rigid rotors — Part 2: Balance errors |

| Número | Descripción |
|-------------------|---|
| ISO 2314: 2018 | Gas turbines — Acceptance tests |
| ISO 3744: 2010 | Acoustics -- determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure -- engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane |
| ISO 3977-1: 2018 | Gas turbines — procurement — part 1: general introduction and definitions |
| ISO 3977-4: 2017 | Gas turbines — procurement — part 4: fuels and environment |
| ISO 3977-8: 2018 | Gas turbines — procurement — part 8: inspection, testing, installation and commissioning |
| ISO 3511: 1985 | Industrial process measurement control functions and instrumentation — Symbolic representation |
| ISO 4126-1:2014 | Safety devices for protection against excessive pressure - Part 1: Safety valves |
| ISO 4126-2:2018 | Safety devices for protection against excessive pressure-Part 2: Bursting disc safety devices |
| ISO 4126-6:2014 | Safety devices for protection against excessive pressure - Part 6: Application, selection and installation of bursting disc safety devices |
| ISO-4266-3: 2002 | Petroleum and liquid petroleum products — measurement of level and temperature in storage tanks by automatic methods — part 3: measurement of level in pressurized storage tanks (non-refrigerated) |
| ISO 5167-1/2:2022 | Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 1: General principles and requirements - Part 2: Orifice plates. |
| ISO 5208: 2015 | Industrial valves — pressure testing of metallic valves. |
| ISO 5209: 2019 | General purpose industrial valves — marking. |
| ISO 5210: 2017 | Industrial valves — multi-turn valve actuator attachments |
| ISO 5211: 2017 | Industrial valves — part-turn actuator attachments. |
| ISO 5389: 2017 | Turbocompressors — performance test code |
| ISO 5752: 2021 | Metal valves for use in flanged pipe systems — face-to-face and centre-to-face dimensions |
| ISO 6368: 2021 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — dry gas sealing systems for axial, centrifugal, and rotary screw compressors and expanders |
| ISO 7005-1: 2011 | Pipe flanges — part 1: steel flanges for industrial and general service piping systems) |
| ISO 7005-2:1998 | Metallic flanges — Part 2: Cast iron flanges |
| ISO 7121: 2016 | Steel ball valves for general-purpose industrial applications |
| ISO 8501-1-2007 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products-Visual Assessment of surface cleanliness-Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coating. |
| ISO 8501-2:1994 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 2: Preparation |

| Número | Descripción |
|-------------------|---|
| | grades of previously coated steel substrates after localized removal of previous coatings. |
| ISO 8501-3:2008 | Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 3: Preparation grades of welds, edges and other areas with surface imperfections. |
| ISO 8504-1:2019 | Preparation of steel substrates before applications of paints and related products-Surface preparation methods-Part 1 General principles. |
| ISO 8611: 2011 | Pallets for materials handling — Flat pallets — |
| ISO 8821 | Mechanical vibration — Balancing — Shaft and fitment key convention |
| ISO 9001: 2015 | Quality management systems – requirements |
| ISO 9223:2012 | Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Classification, determination and estimation |
| ISO 9355-2: 1999 | Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — part 2: displays |
| ISO 9712:2021 | Non-destructive testing-Qualification and certification of NDT personnel |
| ISO 9956-1:1995 | Specification and approval of welding procedures for metallic materials-Part 1: General rules for fusion welding |
| ISO 9956-2:1995 | Specification and approval of welding procedures for metallic materials-Part 2: Welding procedure specification for arc welding |
| ISO 10012: 2003 | Measurement management systems — requirements for measurement processes and measuring equipment |
| ISO 10418:2019 | Petroleum and natural gas industries —Offshore production installations - Basic surface process safety systems |
| ISO 10423:2022 | Petroleum and natural gas industries— Drilling and production equipment — Wellhead and tree equipment |
| ISO 10434-2020 | Bolted steel gate valves for the petroleum, petrochemical and allied industries – Second Edition. |
| ISO 10438-1: 2018 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — lubrication, shaft-sealing and control-oil systems and auxiliaries — part 1: general requirements |
| ISO 10438-2: 2018 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — lubrication, shaft-sealing and control-oil systems and auxiliaries — part 2: special-purpose oil systems |
| ISO 10438-3: 2018 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — lubrication, shaft-sealing and control-oil systems and auxiliaries — part 3: general-purpose oil systems |
| ISO 10439-1: 2020 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — axial and centrifugal compressors and expander-compressors — part 1: general requirements |
| ISO 10439-2: 2020 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — axial and centrifugal compressors and expander-compressors — part 2: non-integrally geared centrifugal and axial compressors |
| ISO 10440-2 | Petroleum and natural gas industries – rotary-type positive displacement |

| Número | Descripción |
|----------------------|--|
| | compressors – Part 2: packaged air compressors (oil-free) |
| ISO 10441: 2021 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — flexible couplings for mechanical power transmission — special-purpose applications |
| ISO 10494: 2018 | Turbines and turbine sets — measurement of emitted airborne noise — engineering/survey method |
| ISO 10497: 2010 | Testing of valves-fire type testing requirements. |
| ISO 10628: 2014 | Diagrams for the chemical and petrochemical industry |
| ISO 10790: 2015 | Measurement of fluid flow in closed conduits -Guidance to the selection, installation and use of Coriolis flowmeters (mass flow, density and volume flow measurements) |
| ISO 11042-1: 2017 | Gas turbines — exhaust gas emission — part 1: measurement and evaluation |
| ISO 11042-2: 2017 | Gas turbines — exhaust gas emission — part 2: automated emission monitoring |
| ISO 12944-1: 2017 | Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems |
| ISO-12944-5 2019 | “Pinturas y barnices - Protección anticorrosiva de estructuras de acero por sistemas de pintura protectores” |
| ISO 13194: 2011 | Box pallets — Principal requirements and test methods |
| ISO 13691: 2001 | Petroleum and natural gas industries — high-speed special-purpose gear units |
| ISO 13705:2012 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries- Fired heaters for general refinery service |
| ISO 13706:2011 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Air-cooled heat exchangers |
| ISO 13709: 2021 | Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries |
| ISO 13710: 2021 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — reciprocating positive displacement pumps |
| ISO 14313: 2007 | Industrias del gas natural y petróleo – sistemas de líneas de transporte – válvulas en líneas de transporte. |
| ISO 15156-1,2,3-2020 | 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 crass (corrosion-resistant alloys) and other alloys. |
| ISO 15761-2020 | Steel gate, globe and check valves for sizes DN 100 and smaller, for the petroleum and natural gas industries. |
| ISO 15848-1:2015 | Industrial valves — Measurement, test and qualification procedures for fugitive emissions — Part 1: Classification system and qualification procedures for type testing of valves |

| Número | Descripción |
|--------------------------|--|
| ISO 15848-2-2015 | Industrial valves — Measurement, test and qualification procedures for fugitive emissions — Part 2: Production acceptance test of valves |
| ISO-16812:2019 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Shell-and-tube heat exchangers |
| ISO 17292-2015 | Metal ball valves for petroleum, petrochemical and allied industries |
| ISO/TR 17671-1:2002 | Welding-Recommendations for welding of metallic materials-Part 1: General guidance for arc welding |
| ISO 21049: 2021 | Pumps — shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps |
| ISO 21940-11:2016 | Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 11: Procedures and tolerances for rotors with rigid behaviour |
| ISO-21940-14:2012 | Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 14: Procedures for assessing balance errors |
| ISO 21940-32:2012 | Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 32: Shaft and fitment key convention |
| ISO 22899-1:2007 | Determination of the resistance to jet fires of passive fire protection materials - Part 1: General requirements |
| ISO 23936-1: 2009 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — non-metallic materials in contact with media related to oil and gas production — part 1: thermoplastics |
| ISO 23936-2: 2011 | Petroleum, petrochemical and natural gas industries — non-metallic materials in contact with media related to oil and gas production — part 2: elastomers |
| ISO 24773 | Software and systems engineering — Certification of software and systems engineering professionals- Parts 1, 2 and 3 |
| ISO/IEC/IEEE 24765: 2017 | Systems and software engineering - Vocabulary |
| ISO/IEC 24773: 2021 | Software and systems engineering - Certification of software and systems engineering professionals. |
| IEC 60529: 2013 | Degrees of protection provided by enclosures (ip code). |
| IEC 60534: 2019 | Industrial-process control valves. (all parts last edition). |
| IEC 60534-2-1: 2011 | Industrial-process control valves - part 2-1: flow capacity - sizing equations for fluid flow under installed conditions. |
| IEC 60534-3-3: 1998 | Industrial-process control valves - part 3-3: dimensions end-to-end dimensions for buttweld, two-way, globe-type, straight pattern control valves. |
| IEC 60534-4: 2006 | Industrial-process control valves - part 4: inspection and routine testing. |
| IEC 60534-6-1: 1997 | Industrial-process control valves - part 6: mounting details for attachment of positioners to control valves - section 1: positioner mounting on linear actuators. |
| IEC 60534-6-2: 2000 | Industrial-process control valves - part 6-2: mounting details for attachment of positioners to control valves - positioner mounting on rotary actuators. |
| IEC 60534-8-3: 2010 | Industrial-process control valves - part 8-3: noise considerations - control valve aerodynamic noise prediction method. |

| Número | Descripción |
|---|--|
| IEC 60534-8-4: 2015 | Industrial-process control valves - part 8-4: noise considerations - prediction of noise generated by hydrodynamic flow. |
| IEC 60746-1: 2003 | Expression of performance of electrochemical analyzers – part 1: general. |
| IEC 60751: 2008 | Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors. |
| IEC 60770-3: 2014 | Transmitters for use in industrial-process control systems - part 3: methods for performance evaluation of intelligent transmitters |
| IEC 61000-6-2: 2019 | Electromagnetic compatibility (emc) - part 6-2: generic standards - immunity standard for industrial environments. |
| IEC 61000-6-4: 2018 | Electromagnetic compatibility (emc) - part 6-2: generic standards - immunity standard for industrial environments. |
| IEC 61131-1: 2003 | Programmable controllers- part 1: General information-Second Edition. |
| IEC 61131-2: 2017 | Programmable controllers- part 2: Equipment requirements and tests. – Second Edition; Corrigendum 1: 03 2004. |
| IEC 61131-3: 2013 | Programmable controllers- part 3: Programming Languages Second Edition. |
| IEC 61131-4: 2004 | Programmable controllers-part 4: User guidelines. First Edition - Second Edition. |
| IEC 61131-5: 2000 | Programmable controllers - Part 5: Communications. First Edition. |
| IEC 61506: 1997 | Industrial-process measurement and control – Documentation of application software |
| IEC-61508: 2010 | Functional Safety of Electrical/electronic/programmable Electronic Safety-Related Systems. |
| IEC-61511: 2020 | Functional Safety - Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector. |
| IEC 61746-2: 2010 | Calibration of optical time-domain reflectometers (otdr) - part 2: otdr for multimode fibres |
| IEC TR 61831: 2011 | On-line analyser systems - guide to design and installation |
| IEC 62591: 2016 | Industrial networks - wireless communication network and communication profiles - wirelessHART |
| Especificaciones particulares y estándares técnicos internas de PEMEX. | |
| PEMEX-EST-TI-022-2017 | Cable estructurado de telecomunicaciones |
| PEMEX-EST-TI-022-P2-2018 | Hardware de conexión para cable estructurado de telecomunicaciones |
| PEMEX-EST-0027/02-2017 | Pernos, espárragos, birlos y tuercas de acero de aleación y acero inoxidable para uniones en servicios a presión y alta o baja temperatura |
| PEMEX-EST-EM-028-2018 | Equipo y material mecánico – Adquisición - Recipientes sujetos a presión |
| PEMEX-EST-TD-032-P1-2018 | Sistemas de tuberías y sistemas de ductos – Adquisición - Conexiones y accesorios para sistemas de tuberías – Tubos |
| PEMEX-EST-TD-032-P2- | Sistemas de tuberías y sistemas de ductos – Adquisición - Componentes para |

| Número | Descripción |
|--|---|
| 2019 | sistemas de tuberías - Conexiones y accesorios |
| PEMEX-EST-TP-036-2018 | Tecnología de los procesos y proyectos – Contratación - Servicios de ingeniería para la clasificación de áreas eléctricas (clasificación de áreas peligrosas) |
| PEMEX-EST-CO-053-P1:2021 | Equipo y materiales para la corrosión - Adquisición – Pinturas y solventes para sistemas de recubrimientos |
| PEMEX-EST-IN-105-2020 | Sistemas instrumentados de monitoreo y control |
| PEMEX-EST-TD-142-2017 | Sistemas de tuberías y sistemas de ductos – Adquisición - Válvulas para sistemas de tuberías |
| PEMEX-EST-IC-150-2017 | Inspección, confiabilidad, mantenimiento – Contratación – Servicios de pruebas hidrostáticas |
| PEMEX-EST-0152-02-2016 | Actuadores de para válvulas |
| PEMEX-EST-TD-156-2020 | “Sistemas de tuberías y sistemas de ductos - Adquisición - Juntas y empaques”. |
| PEMEX-EST-IN-163-2018 | Válvulas de control con actuador tipo neumático. |
| PEMEX-EST-IN-164-2020 | Medidor de presión. |
| PEMEX-EST-IN-172-P1-2019 | Válvula de relevo de presión. |
| PEMEX-EST-0204-02-2016 | Válvulas de corte de emergencia y válvulas de bloqueo de emergencia (válvulas de aislamiento de activación remota). |
| PEMEX-EST-0211/02-2017 | Sistemas de tuberías y sistemas de ductos - Adquisición, válvulas para sistema de recolección, transporte y distribución por ductos. |
| PEMEX-EST-IN-241-2020 | Transmisores de señales de procesos. |
| PEMEX-EST-IN-245-2018 | Válvulas solenoide. |
| PEMEX-EST-IN-305-2018 | Válvulas reguladoras de presión. |
| Especificaciones técnicas particulares. | |
| ETP-050 | Especificación Técnica Particular 050 “Bombas centrífugas” |
| ETP-295 | Sistemas de recubrimientos anticorrosivos e identificación para instalaciones superficiales de plataformas marinas de PEMEX exploración y producción. |
| ET-296 | Especificación Técnica particular 296. Embalaje y marcado de equipo y materiales para su transporte a las instalaciones terrestres y costa afuera. |
| CFE | |
| MDOC - CFE - Diseño por sismo - 2015 | Manual de Diseño de Obras Civiles - CFE - Diseño por sismo. |
| MDOC - CFE – Diseño por viento - 2020 | Manual de Diseño de Obras Civiles - CFE - Diseño por viento. |
| Especificaciones extranjeras. | |
| API SPEC 5B | Threading, Gauging, and Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads. |

| Número | Descripción |
|-------------------------|---|
| API SPEC 5L-2018 | Line Pipe. |
| API SPEC 6D-2021 | Steel Gate, Plug, Ball, and Check Valves for Pipeline Service. |
| API STD 6FA-2020 | Standard for fire test for valves. |
| API SPEC 12J-2008 | Specification for Oil and Gas Separators. |
| API RP 14J-2001 | Recommended practice for design and hazards analysis for offshore production facilities. |
| API RP 14C: 2017 | Analysis, design, installation, and testing of safety systems for offshore production facilities. |
| API RP 14E-2000 (R2019) | Recommended Practice for design and installation of offshore production platform piping systems. |
| API RP 14G | Recommended Practice for Fire Prevention and Control on Fixed Open-type Offshore Production Platforms. |
| API RP 500-2012 | Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class i, division 1 and division 2. |
| API STD 520 P1-2020 | Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices Part I—Sizing and selection. |
| API STD 520 P2-2020 | Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices Part II—Installation. |
| API STD 521-2020 | Pressure-relieving and Depressuring Systems. |
| API STD 526-2017 | Flanged Steel Pressure-relief Valves. |
| API STD 527-2020 | Seat tightness of pressure relief valves. |
| API STD 540-2013 | Electrical installations in petroleum processing plants. |
| API- 541:2014 | Form wound squirrel cage induction motors 250 hp and larger. |
| API-RP-551-2016 | Process measurement instrumentation. |
| API-RP-552-2015 | Transmission systems. |
| API RP 554-2021 | Process control systems – Part 1 y Part 2. |
| API STD 594-2022 | Check valves: flanged, lug, wafer and butt-welding. |
| API STD 598-2016 | Valve inspection and testing. |
| API STD 599-2020 | Metal Plug Valves—Flanged, Threaded, and Welding Ends. |
| API STD 600-2021 | Steel gates valves, flanged and butt-welding ends. |
| API STD 602-2022 | Compact steel gate valves – flanged, threaded, welding and extended body ends. |
| API STD 603-2018 | Corrosion-resistant, Bolted Bonnet Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends. |
| API STD 607-2016 | Fire test for quarter-turn valves and valves equipped with nonmetallic seats. |
| API STD 608-2020 | Metal Ball Valves – Flanged, Threaded, and Welding Ends. |
| API STD 609-2021 | Butterfly valves: double – flanged, lug- and wafer – type. |

| Número | Descripción |
|-----------------------|--|
| API STD 610: 2021 | Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries. |
| API STD 613: 2021 | Special purpose gear units for petroleum, chemical and gas industry services. |
| API STD 614: 2022 | Lubrication, shaft-sealing and oil-control systems and auxiliaries |
| API RP 615-2020 | Valve selection guide. |
| API STD 616: 2011 | Gas turbines for petroleum, chemical, and gas industry services |
| API STD 617: 2022 | Axial and centrifugal compressors and expander-compressors |
| API STD 623-2021 | Steel Globe Valves—Flanged and Buttwelding Ends, Bolted Bonnets. |
| API STD 650: 2020 | Welded Tanks for Oil Storage. |
| API STD 661: 2018 | 7th Edition, July 2013 Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries - Air-cooled Heat Exchangers (Reaffirmation Notice, June 2018). |
| API STD 670: 2014 | Machinery protection system. |
| API STD 671: 2020 | Special-purpose couplings for refinery services. |
| API STD 674:2010 | Positive Displacement Pumps – Reciprocating. |
| API STD 675: 2021 | Positive displacement pumps—controlled volume for petroleum, chemical, and gas industry services. |
| API-STD-676:2009 | Positive displacement pumps rotary. |
| API STD 682: 2022 | Pumps - shaft sealing systems for centrifugal and rotary pump. |
| API RP-684:2005 | API Standard Paragraphs Rotordynamic Tutorial: Lateral Critical Speeds, Unbalance Response, Stability, Train Torsionals, and Rotor Balancing. |
| API STD 692:2018 | Dry Gas Sealing Systems for Axial, Centrifugal, and Rotary Screw Compressors and Expanders. |
| ANSI/ISA-S.5.1-2009 | Instrumentation symbols and identification. |
| API MPMS 5.6: 2002 | Measurement of liquid hydrocarbons by coriolis meters. |
| API MPMS 5.7: 2003 | Manual of petroleum measurement standards chapter 5 - metering - section 7 - testing protocol for differential pressure flow measurement devices. |
| API MPMS 7.1: 2017 | Liquid-in-glass thermometers. |
| API MPMS 7.2: 2018 | Portable electronic thermometers. |
| API MPMS 7.3: 2011 | Fixed automatic tank temperature systems. |
| API MPMS 7.4: 2018 | Dynamic temperature measurement. |
| API MPMS 8.2: 2019 | Standard practice for automatic sampling of petroleum and petroleum products. |
| API MPMS 14.3.2: 2016 | Orifice metering of natural gas and other related hydrocarbon fluids—concentric, square-edged orifice meters, part 2: specification and installation requirements. |
| API MPMS 22.2: 2017 | Testing protocols—differential pressure flow measurement devices. |
| API RP 2030 | Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum and Petrochemical Industries. |

| Número | Descripción |
|-------------------------|--|
| API MPMS TR 2570: 2010 | Standard guide for sediment and water determination in crude oil (ASTM D7829). |
| SSPC SP 16-2010 | Brush-Off Blast Cleaning of Coated and Uncoated Galvanized Steel, Stainless Steels, and Non-Ferrous Metals. |
| MSS SP 42-2013 | Corrosion resistant gate, globe, angle and check valves flanged and butt welding ends. |
| MSS SP 44-2019 | Steel pipeline flanges. |
| MSS SP-55-2011 | Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components - Visual Method for Evaluation of Surface Irregularities. |
| MSS SP-58:2018 | Pipe Hangers and Supports - Materials, Design, Manufacture, Selection, Application, and Installation. |
| MSS SP 61-2019 | Pressure testing of steel valves. |
| MSS SP 72-2010 | Ball valves with flanged or butt welding ends for general service. |
| MSS SP 75-2019 | Specification for high test wrought butt welding fittings. |
| MSS SP 95-2018 | Swage nipples and bull plugs. |
| MSS SP 97-2019 | Integrally reinforced forged branch outlet fittings – socket welding, threaded, and buttwelding end. |
| MSS SP 110-2010 | Ball valves threaded, socket-welding, solder joint, grooves and flared ends. |
| MSS SP-127:2014 | Bracing for Piping Systems: Seismic - Wind - Dynamic Design, Selection, and Application. |
| ASME BPVC-II-SET-2021 | Material Set (customary). |
| ASME BPVC-V-2021 | Nondestructive Examination. |
| ASME BPVC-VIII-SET-2021 | Section VIII -Pressure vessels set - 3 volumes (contains ASME section VIII - division 1, division 2 and division 3) |
| ASME BPVC-IX-2021 | Section IX-Welding, brazing, and fusing procedures; welders; brazers; and welding, brazing and fusing operators. |
| ASME B 1.1-2019 | Unified inch screw threaded. |
| ASME B 1.20.1-2018 | Pipe threads, general purpose (inch). |
| ASME B16.1-2020 | Gray iron pipe flanges and flanged fittings classes 25, 125, and 250. |
| ASME B16.5-2020 | Pipe flanges, and flanged fittings. |
| ASME-B16.9-2018 | Factory made wrought butt welding fittings. |
| ASME B16.10-2017 | Face to face and end to end dimensions of valves. |
| ASME B16.11-2016 | Forged fittings, socket - welding and threaded. |
| ASME B16.20-2017 | Metallic gaskets for pipe flanges, ring - joint, spiral - wound and jacketed (95-errata 94). |
| ASME B16.25-2017 | Buttwelding ends. |
| ASME B16.34-2020 | Valves — Flanged, Threaded, and Welding End |

| Número | Descripción |
|-----------------------|---|
| ASME B16.36-2020 | Orifice flanges |
| ASME B16.42:2021 | Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings: Classes 150 and 300 |
| ASME B16.47-2020 | Large diameter steel flanges: NPS 26 through NPS 60 metric/inch standard. |
| ASME B16.48-2020 | Line blanks. |
| ASME B18.2.1-2012 | Square, hex, heavy hex, and askew head bolts and hex, heavy hex, hex flange, lobed head, and lag screws (inch series). |
| ASME B18.31.2-2019 | Metric Continuous and Double-End Studs. |
| ASME B18.2.1-2012 | Square, hex, heavy hex, and askew head bolts and hex, heavy hex, hex flange, lobed head, and lag screws (inch series). |
| ASME B31.3: 2020 | Process Piping |
| ASME B31.4-2019 | Liquid transportation systems for hydrocarbons, liquid petroleum gas, anhydrous ammonia, and alcohols. |
| ASME B31.8-2020 | Gas transmission and distribution piping system. |
| ASME B31.9:2020 | Building Services Piping |
| ASME B36.10-2022 | Welded and seamless wrought steel pipe. |
| ASME B36.19-2022 | Stainless steel pipe. |
| ASME B1.20.1: 2018 | Pipe threads, general purpose (inch) |
| ASME-PTC-10: 2009 | Performance test code on compressors and exhausters |
| ASME PTC 22: 2014 | Performance test code on gas turbines |
| ASME B40.100-2013 | Pressure gauges and gauge attachments |
| ASME B40.200-2008 | Thermometers, direct reading and remote reading |
| ASME B73.1 | Horizontal End Suction Pumps for Chemical Process |
| ASME MFC-11-2006 | Measurement of fluid flow by means of coriolis mass flowmeters |
| ASME MFC-16-2014 | Measurement of liquid flow in closed conduits with electromagnetic flowmeters |
| ASME PTC 19.3 TW-2016 | Thermowells |
| ASTM A36/A36M-2019 | “Standard specification for carbon structural steel” |
| ASTM A53/A53M-2020 | Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped, zinc-coated, welded and seamless. |
| ASTM A105/ A105M-2021 | Standard specification for carbon steel forgings for piping applications. |
| ASTM A106/A106M-2019 | Seamless carbon steel pipe for high-temperature service. |
| ASTM A123/A123M-2017 | Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products. |
| ASTM A153/A153M-2016 | Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware. |
| ASTM A182/A182M-2021 | Standard specification for forged or rolled alloy-steel pipe flanges, forged fittings, and valves and parts for high-temperature service. |

| Número | Descripción |
|--------------------------|---|
| ASTM A193/A93M-2020 | Alloy-steel and stainless bolting materials for high-temperature service. |
| ASTM A194/A194M:2022 | Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both. |
| ASTM A216/A216M-2021 | Standard specification for steel castings, carbon, suitable for fusion welding, for high-temperature service. |
| ASTM A234/A234M-2019 | Piping fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and high temperature service. |
| ASTM A240/A240M-2022 | Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications |
| ASTM A269/A269M-15A-2019 | Standard specification for seamless and welded austenitic stainless steel tubing for general service. |
| ASTM A307:2021 | Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60 000 PSI Tensile Strength. |
| ASTM A350/A350M-2018 | Standard Specification for forgings, carbon a low-alloy steel, requiring notch toughness testing for piping components. |
| ASTM A351/A351M-2018 | Standard Specification for Castings, Austenitic, Austenitic-Ferritic (Duplex), for Pressure-Containing Parts. |
| ASTM A385/A385M-2020 | Standard Practice for Providing High-Quality Zinc Coatings (Hot-Dip). |
| ASTM A516/A516M-2017 | Standard Specification for pressure vessel plates, carbon steel, for moderate- and lower-temperature service. |
| ASTM A694/A694M-2016 | Standard Specification for carbon and alloy steel forgings for pipe flanges, fittings, valves, and parts for high-pressure transmission service. |
| ASTM A1016/A1016M-2018 | Standard specification for general requirements for ferritic alloy steel, austenitic alloy steel, and stainless steel tubes. |
| ASTM B62-2017 | Standard specification for composition bronze or ounce metal castings. |
| ASTM B209-2014 | Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate |
| ASTM B766-1986(R2015) | Standard Specification for electrodeposited coatings of cadmium |
| ASTM B994/B994M-2015 | Standard Specification for nickel-cobalt alloy coating |
| ASTM F436:2011 | Standard Specification for Hardened Steel Washers. |
| ACI 318:2019 | Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) - Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19). |
| AISC 325-17 | Steel Construction Manual AISC 15th Edition |
| AISC 325-15 Edición 2017 | “Manual de Construcción en Acero” |
| ASCE/SEI 7-22 | Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures |
| AWS D1.1/D1.1M:2020 | Structural Welding Code - Steel |
| IMCA 5ª EDICION 2014 | “Manual de Construcción en Acero” |

| Número | Descripción |
|-------------------------------|---|
| ISA 5.5 -1985 | Graphic Symbols for Process Displays |
| ISA S20-1981 | Specification forms for process measurement and control instruments, primary elements and control valves. |
| ISA-TR96.05.01-2008 | Partial stroke testing of automated block valves |
| ISA 7.0.01-1996 | Quality standard for instrument air |
| ANSI-B16-11:2021 | Socket welded & threaded pipe fittings. |
| ANSI-PTC-10:1997 | Compressors and exhausters, powers test codes. |
| ANSI C80.5 | American National Standard For Electrical Rigid Metal Conduit—Aluminum (ERMC-A). |
| ANSI/MSS-SP-55:2011 | Quality Standard For Steel Castings For Valves, Flanges, Fittings, And Other Piping Components - Visual Method For Evaluation Of Surface Irregularities |
| ANSI/MSS-SP-75:2019 | High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fittings |
| ANSI/ISA S5.1:2022 | Instrumentation Symbols and Identification. |
| ANSI/ISA S71.01-1985 | Environmental conditions for process measurement and control systems: Temperature and Humidity. |
| ANSI/ISA S71.04 -2013 | Environmental conditions for process measurement and control systems: Airborne contaminants. |
| ANSI/ISA S84.00.01-2004 | Application of safety instrumented systems for process industries. |
| AWS D1.1/D1.1M:2020 | Structural Welding Code - Steel |
| IEEE STD 112:2017 | Standard test procedure for polyphase induction motors and generators. |
| IEEE-141-1993 | Recommended practice for electric power distribution for industrial plants. |
| IEEE-142-2007 | Recommended practice for grounding of industrial and commercial power systems. |
| NBIC Edicion 2021 | “National Board Inspection Code” (Codigo de Inspeccion de la Junta Nacional) |
| NACE MR0103–2015 | Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments. |
| NACE MR0175/ ISO 15156-1:2020 | 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 |
| NEC (NFPA-70): 2017 | NATIONAL ELECTRIC CODE ART. 500 Y 501 |
| NEC 500: 2017 | INSTRUMENT LOCATION IN HAZARDOUS AREAS |
| NEMA MG-1:2021 | Motors and generators. |
| NEMA ICS 6,2011 | Industrial Control and Systems: Enclosures |
| NFPA 496-2021 | Standard for purged and pressurized enclosures for electrical equipment. |
| NFPA 497-2021 | Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas. |

| Número | Descripción |
|-----------------------|--|
| NFPA 1 HDBK-2018 | Fire code handbook. |
| NFPA FPH-2008 | Fire protection Handbook. |
| NFPA 13:2022 | Standard for the Installation of Sprinkler Systems. |
| NFPA 24:2022 | Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances. |
| OSHA | Standards for eight-hour noise exposure |
| PIP STC01015 2017 | Structural Design Criteria |
| SAE – ANSI B92.1:1996 | Involute Splines and Inspection |
| SSPC SP 16-2020 | Brush-Off Blast Cleaning of Coated and Uncoated Galvanized Steel, Stainless Steels, and Non-Ferrous Metals |
| TEMA 10ª Edicion | “Standards of the Tubular Exchangers Manufacturers Association” |
| UL 6A-2013 | Standard for safety electrical rigid metal conduit - aluminum, red brass and stainless steel. |
| UL 83-2017 | Standard for safety thermoplastic-insulated wires and cables |
| UL 299-2012 | Dry chemical fire extinguishers |
| UL 698A-2018 | Standard for industrial control panels relating to hazardous (classified) locations |

Accesos (marítimos y terrestres) del Proyecto.

En la figura 1.2 se muestra el croquis de localización de la vía de acceso al predio, siendo esta terrestre, tipo carretera, de administración estatal denominada Paraíso – Dos Bocas, teniendo como punto de partida la ciudad de Paraíso, Tabasco, donde se recorre una distancia de 9.2 kilómetros para acceso a la TMDB, hasta llegar específicamente a la calle 8 C entronque Calle de Acceso Rumbo a Quemador CB-800, donde posteriormente se toma la calle que da acceso al Proyecto en estudio.



Figura 1.2.- Vías de acceso al proyecto.

Autorizaciones oficiales en materia de Impacto y Riesgo Ambiental.

En la siguiente tabla se mencionan las autorizaciones con las que cuenta la TMDB en materia de impacto y riesgo ambiental.

Tabla 1.2.- Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental de la TMDB.

| Fecha: | Núm. de resolución: | De: | Para: |
|---|---------------------|---|---|
| 10-abril-1995 | 798 | Instituto Nacional de Ecología (INE) | Ing. José Antonio Ceballos Soberanis. Director General de PEP. |
| Descripción: | | | Observaciones: |
| El Instituto Nacional de Ecología (INE), otorga la resolución en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental a la TMDB. | | | Cumplimiento a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y su Reglamento. |
| 25-febrero-2003 | PO-PD-27-075-2003 | Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) | Ing. Luis Ramírez Corzo. Director General de PEP. |
| Descripción: | | | Observaciones: |
| La Subsecretaría de Gestión Ambiental y la DGGIMAR, otorga la resolución en Materia de Riesgo Ambiental. | | | Cumplimiento a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y su Reglamento. |

| Fecha: | Núm. de permiso | De: | Para: |
|--|-------------------|---|---|
| Año 2015 | SENER-TP-001-2015 | Secretaría de Energía / Dirección General de Petrolíferos | Primo Luis Velazco Paz Representante de Pemex Exploración y Producción. |
| Descripción: | | | Observaciones: |
| Permiso de tratamiento de petróleo de la instalación Terminal Marítima Dos Bocas | | | Cumplimiento a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y su Reglamento. |

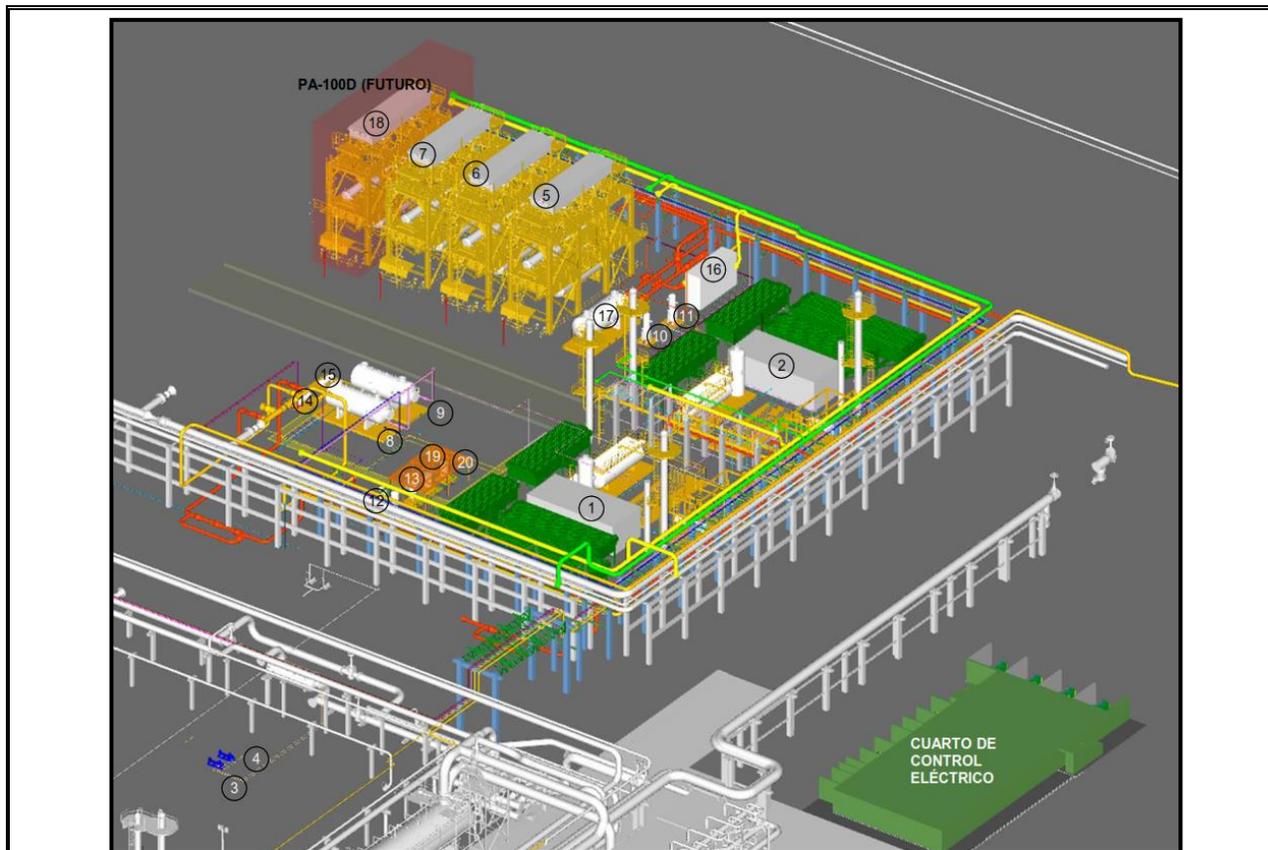
Compatibilidad con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano.

De acuerdo con el programa municipal de desarrollo urbano del municipio de Paraíso el proyecto es compatible con el uso de suelo Industrial dado que se encuentra dentro de la TMDB, con una política de consolidación, esta política se enmarca para el fortalecimiento de la estructura funcional de las ciudades, buscando consolidar las áreas urbanas aumentando la densidad en los centros de población, fomentando el aprovechamiento del suelo vacante y servido, potencializando el uso eficiente de la infraestructura y del equipamiento buscando definir la resiliencia urbana.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proceso de endulzamiento de gas natural se refiere a la purificación del gas, eliminando especialmente el ácido sulfhídrico (H₂S) y el dióxido de carbono (CO₂), el primero debido a que es altamente corrosivo en presencia de agua y el segundo tiene un impacto negativo al ambiente por ser un gas de efecto invernadero. Al gas natural se le conoce como gas amargo debido principalmente a la presencia de dióxido de carbono y ácido sulfhídrico (CO₂ y H₂S) dentro de su composición; estas sustancias son indeseables, por lo que es necesario removerlas por medio de un proceso de endulzamiento para obtener las propiedades deseadas para su uso industrial o comercial. Una vez libre de contaminantes se le denomina gas dulce (Perry y O'Maloney, 2003). A continuación, se hace una descripción de las características y ubicación general de los equipos del Proyecto nuevo “Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO”. (Ver Tabla 1.3).

Tabla 1.3a.- Descripción y ubicación general de los equipos del Proyecto.



| Identificación o clave | Descripción | Capacidad |
|---|--|------------|
| ENDULZAMIENTO DE GAS AMARGO | | |
| PA-101A (1) | Sistema de endulzamiento de gas amargo | 100 MMPCSD |
| PA-101B (2) | | |
| Cada Paquete de Endulzamiento de Gas, PA-101 A/B consta de dos secciones: <ul style="list-style-type: none"> • Sección de endulzamiento de gas • Sección de regeneración de amina | | |
| FA-100 (17) | Separador general de succión | |
| COMPRESIÓN DE ALTA PRESIÓN | | |
| PA-100A (5) | Paquete de Compresión De Alta Presión | 100 MMPCSD |
| PA-100B (6) | Paquete de Compresión De Alta Presión | |
| PA-100C (7) | Paquete de Compresión De Alta Presión | |
| PA-100D (18) | Paquete de Compresión de Alta Presión a Futuro | --- |
| REGULACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE GAS COMBUSTIBLE | | |
| FA-500 (10) | Acumulador de Gas Combustible | |
| FA-600 (11) | Separador de Gas Combustible | |
| PV-100A/B (16) | Sistema de Regulación de Gas Combustible | |

| GAS DE SELLOS | | |
|----------------------------|---|--|
| PA-101A/B/C (22) | Paquete de Acondicionamiento de Gas Sello | |
| PAQUETES AUXILIARES | | |
| PA-1200 (14) | Paquete de Drenaje Presurizado | Conexión en cabezal existente. de 4" Ø |
| PA-1300 (15) | Paquete de Drenaje Atmosférico | Conexión en cabezal existente. de 4" Ø |
| PA-1400 (8) | Paquete de Condensados de Media Presión | |
| PA-1500 (9) | Paquete de Condensados De Baja Presión | |
| PA-600 (12) | Paquete de Aire de Instrumentos | 350 CFM |
| PA-203 (3) | Paquete de Tratamiento de Agua Residual | Capacidad 5 m ³ |
| PA-6600 (21) | Paquete de Agua Desmineralizada | |
| PA-800A (13) | Paquete de Inyección de Químicos | |
| PA-800B (19) | Paquete de Inyección de Hidratos | |
| PA-800C (20) | Paquete de Inyección de Corrosión | |
| MG-01 (23) | Generador de Emergencia | |

Tabla 1.3b.- Características de equipos principales del Proyecto.

| Descripción | TAG | Año Fab. | Capacidad en m ³ | Dimensiones | Código de diseño | Materiales de construcción | Tiempo de vida útil | Sustancia manejada | Estado físico de la sustancia | Presión de prueba hidrotática kg/cm ² | Flujo de diseño y operación n. | Presión de diseño y operación n. Kg/cm ² | Temperatura de diseño y operación n. °C | Síntesis de control, síntesis de seguridad y medios de contención n. | Ubicación |
|--|------------|----------|------------------------------|-------------|--|--|---------------------|--------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------|---|---|---|-----------|
| | | | | | | | | | | | Min. /Normal/ Max. | Min. /Normal/ Max. | Min. /Normal/ Max. | | |
| Sistema de endulzamiento de gas amargo | PA-101 A/B | ND | 141584 1.8 m ³ /d | ND | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | 30 años | Gas amargo y condensados | Líquido y gas | ND | 1415841.8 m ³ /d | 60/80/85 | 25/40/60 | Sistema de alivio de presión Sistema de drenaje presurizado. Sistema Digital de Monitoreo y Control de Proceso (SDMCP). Sistemas instrumentados de seguridad. Sistema de agua contra incendio Sistema de gas y fuego (SG&F) Sistema de supresión de fuego | TMDB |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|----|------------------------------|----|--|--|---------|--|----------------|----|---|---|--|---|------|
| Sistema de compresión de Alta presión | PA-100 A/B/C | ND | 141584 1.8 m ³ /d | ND | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | 30 años | Gas Dulce con flexibilidad para manejar gas amargo | Gas | ND | 1415841.8 m ³ /d | Succión: 60/80/85 Descarga : 157/161/171 | Succión: 25/40/60 Descarga : 40/50/80 | Sistema de alivio de presión Sistema de drenaje presurizado. Sistema Digital de Monitoreo y Control de Proceso (SDMCP). Sistemas instrumentados de seguridad. Sistema de agua contra incendio Sistema de gas y fuego (SG&F) Sistema de supresión de fuego | TMDB |
| Separador general de succión | FA-100 | ND | 4.3 m ³ | ND | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Acero Inox. | 30 años | Gas Dulce con flexibilidad para manejar gas amargo | Gas y líquidos | ND | Líquidos: 21.3 m ³ /h Gas: 0.56 m ³ /s | 80/85 | 40/60 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de presión Instrumentos de temperatura. | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|----|--------------------|--------------------------------|--|-------------|---------|--|----------------|----|---|---------|--------|--|------|
| Separador de succión de compresión | FA-101 ABC | ND | 2.0 m ³ | Long. 3.048 m Diam. 0.914 m | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Acero Inox. | 30 años | Gas Dulce con flexibilidad para manejar gas amargo | Gas y líquidos | ND | Líquidos: 12.0 m ³ /h Gas: 0.19 m ³ /s | 80/85 | 40/60 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de presión Instrumentos de temperatura. | |
| Separador de descarga de compresión | FA-102 ABC | ND | 2.0 m ³ | Long. 3.048 m Diam. 0.914 m | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Acero Inox. | 30 años | Gas Dulce con flexibilidad para manejar gas amargo | Gas y líquidos | ND | Líquidos: 12.0 m ³ /h Gas: 0.19 m ³ /s | 161/171 | 50/141 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de presión Instrumentos de temperatura. | |
| Separador de gas combustible | FA-500 | ND | 0.9 m ³ | Long. 3.048 m Diam. 0.610 m | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Acero Inox. | 30 años | Gas dulce | Gas y Líquidos | ND | Gas: 178 m ³ /h Líquidos: 0.22/5.34 m ³ /h | 40/50 | 21/40 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de presión Instrumentos de temperatura. | TMDB |
| Acumulador de gas combustible | FA-600 | ND | 0.9 m ³ | Long. 3.048 m Diam. 0.610 m | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | Acero Inox. | 30 años | Gas dulce | Gas y Líquidos | ND | Gas: 178 m ³ /h Líquidos: 0.22/5.34 m ³ /h | 38.4/50 | 60/94 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de | TMDB |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|----|--------------------|--------------------------------|--|----|---------|-------------|----------|----|-----------------------------------|----|-------|--|--------------------------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | presión Instrumentos de temperatura. | |
| Separador de condensados | FA-421 0A | ND | 1.6 m ³ | Long. 2.438 m Diam. 0.914 m | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | ND | 30 años | Condensados | Líquidos | ND | Líquidos: 13.2 m ³ /h | 50 | 85 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de presión Instrumentos de temperatura. | TMDB | |
| Separador de condensados | FA-421 0b | ND | 5.6 m ³ | Long. 3.048 m Diam. 1.524 m | Las especificadas en las bases de diseño del proyecto. | ND | 30 años | Condensados | Líquidos | ND | Líquidos: 92.74 m ³ /h | 30 | 39/60 | Válvula de seguridad Instrumentos de nivel Instrumentos de presión Instrumentos de temperatura. | TMDB | |

Endulzamiento de gas.

El gas amargo húmedo de alta presión es alimentado a los paquetes PA-101 AB, a una presión de 80 kg/cm² man y 40 °C. primero se envía a los separadores de gas amargo FA-101 AB, que deben contar con internos de alta eficiencia que permitan retirar cualquier líquido presente. En seguida, el gas amargo se dirige al fondo de las torres absorbedoras, DA-101 AB, para ponerse en contacto a contracorriente con la solución de amina regenerada (amina pobre), la cual se alimenta, a contraflujo, por la parte superior de las torres. La solución acuosa de MDEA (Metildietanolamina) absorbe selectivamente el H₂S y parte del CO₂ presentes en la corriente de gas amargo. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Interconexiones de Gas Amargo de Alimentación, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-310 en **Anexo “2.3”** tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.3.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

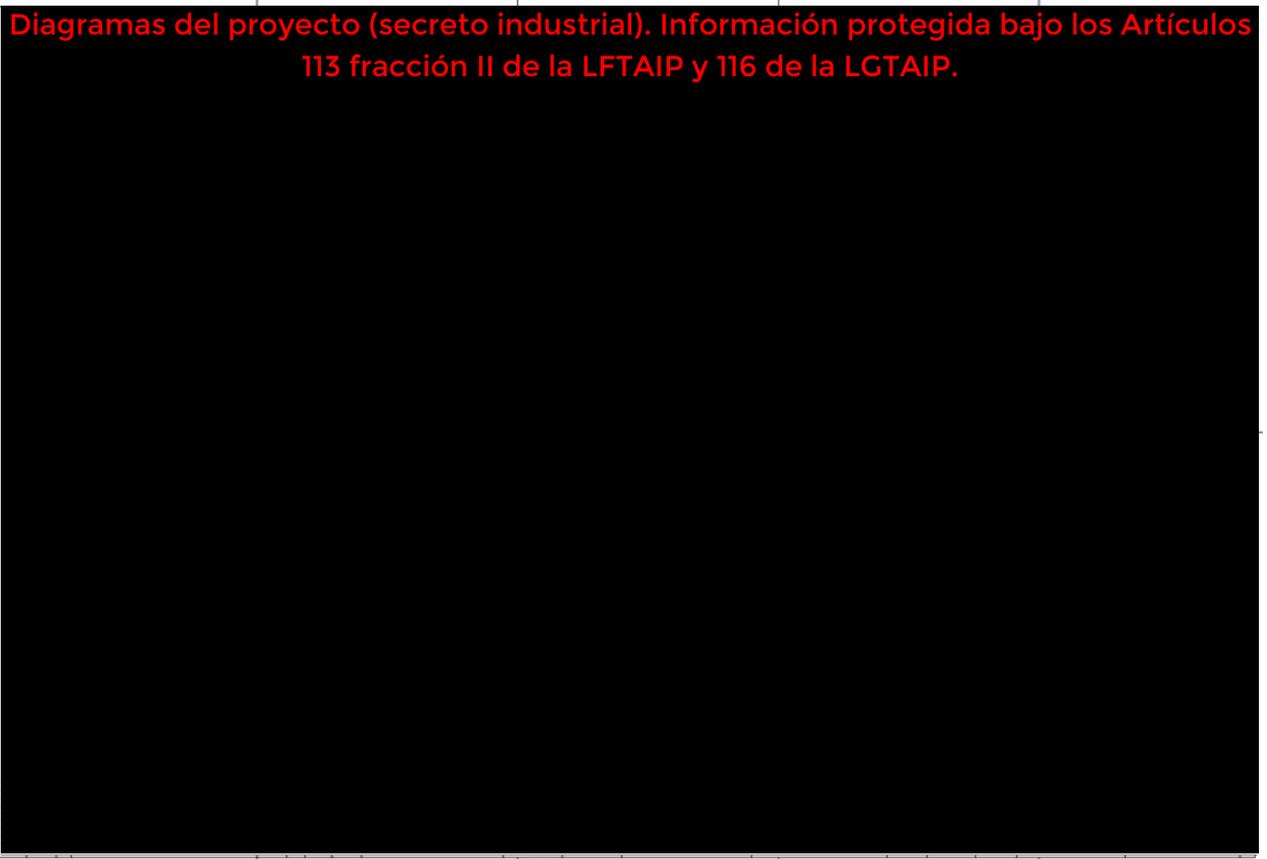


Figura 1.3.- Diagrama de Interconexiones de Gas Amargo de Alimentación a Sistema de Endulzamiento (diagrama ilustrativo).

El gas dulce fluye desde el domo de las torres a través de un eliminador de niebla de alta eficiencia para minimizar el arrastre de MDEA y se dirige a los separadores de gas dulce, FA-102 AB, los cuales también deben contar con internos de alta eficiencia para asegurar la máxima recuperación de MDEA. Finalmente, el gas dulce se envía al sistema de compresión. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Paquete de Endulzamiento. PA-101A, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-311 y Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Paquete de Endulzamiento. PA-101B, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-312 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.4 y 1.5.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

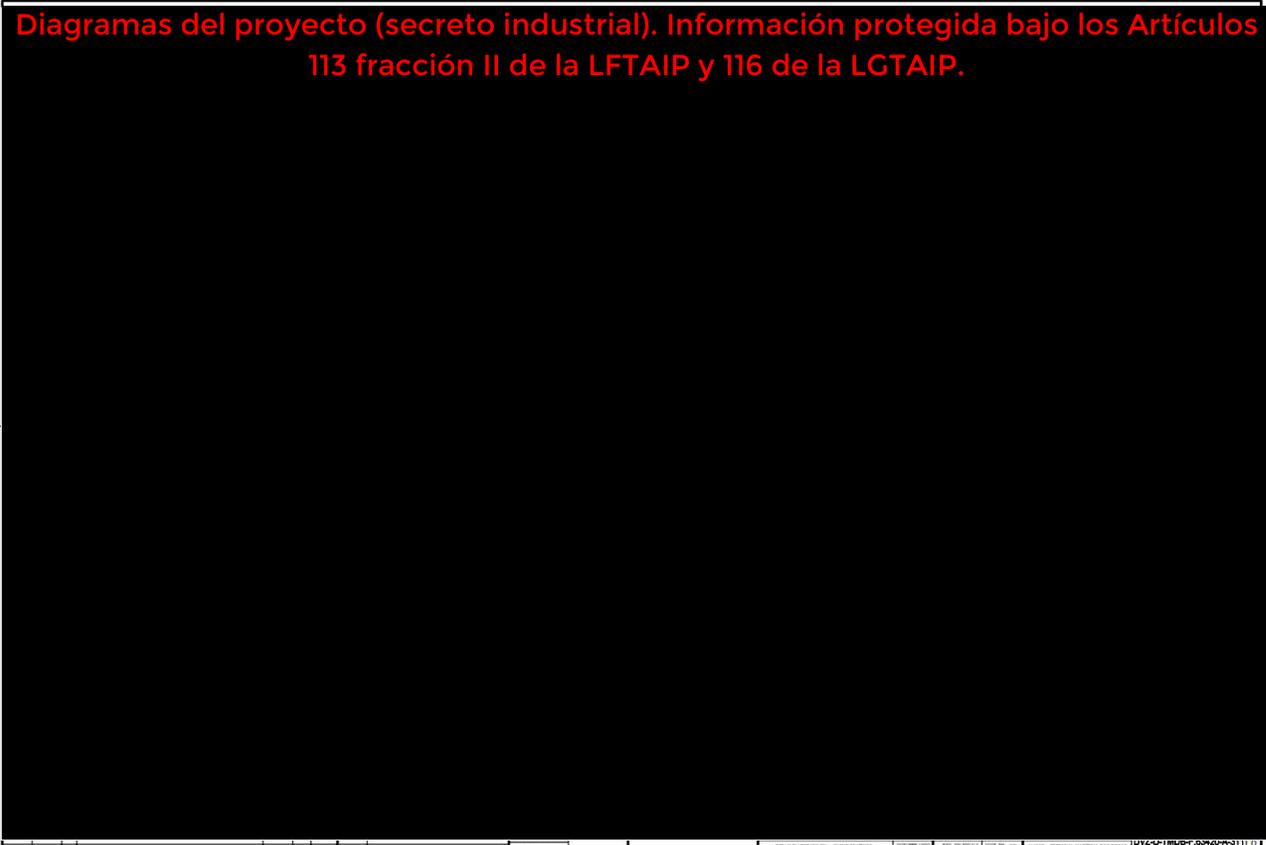


Figura 1.4.- Diagrama de Paquete de Endulzamiento PA-101A (diagrama ilustrativo).

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 1.5.- Diagrama de Paquete de Endulzamiento PA-101B (diagrama ilustrativo).

Regeneración de Metildietanolamina (MDEA).

La amina rica procedente de la torre DA-101AB se envía al tanque de desorción de hidrocarburos a control de nivel, posteriormente la MDEA se envía al filtro de MDEA rica para después pasar a precalentamiento en el intercambiador de MDEA rica/MDEA pobre EA-101 AB, intercambiando calor con la MDEA pobre proveniente de los calentadores de las torres regeneradoras EA-102 AB, para entonces alimentarse por la parte superior a la torre regeneradora DA-102 AB, donde se realizará la desorción de los gases ácidos. El fondo de la torre se calentará con el calentador o reboiler de la torre EA-102 AB.

La corriente gaseosa efluente del domo de la torre regeneradora fluye hacia el enfriador de gases ácidos EC-102 AB y posteriormente se envía al separador de gas ácido FA-105 AB. Del separador se extrae el agua condensada a control de nivel, que se alimenta como reflujo a la DA-102 AB por medio de la bomba GA-104 AB. Por otro lado, el gas ácido enfriado sale del acumulador y pasa por un control de presión para enviarlo a los recuperadores de vapor de la TMDB.

La amina pobre, que se obtiene por el fondo del calentador o reboiler EA-102 AB, se envía al intercambiador de MDEA rica/MDEA pobre EA-101AB por medio de la bomba GA-102 AB; en seguida, fluye hacia el enfriador de MDEA pobre EC-101 AB. Una vez enfriada, la amina pobre se envía al tanque de MDEA pobre FA-104 AB desde donde se bombeará mediante las bombas booster de MDEA GA-103 AB, una parte a filtración en filtros de cartucho y de carbón activado para remover cualquier compuesto producto de la descomposición térmica de la MDEA o hidrocarburo que pudiera causar espuma en la torre; la otra parte se envía, a la torre absorbidora de gas ácido DA-101 AB. Finalmente, en caso necesario, se hará la reposición de MDEA desde un tanque de almacenamiento, por medio de las bombas respectivas.

Sistema de compresión de gas amargo (PA-102 A/B/C).

El sistema de compresión de gas de alta presión recibe el gas proveniente de los paquetes de endulzamiento, PA-101 AB, a 59.6 kg/cm² man y 60 °C). En caso de que las endulzadoras estén fuera de operación, se cuenta con una derivación bypass en la alimentación al separador FA-100, para recibir el gas amargo directamente de L-5 o L-6, por lo que el sistema de compresión operará y se diseñará para servicio amargo. El gas dulce se alimenta al separador general de succión, FA-100, cuya función es separar los líquidos que pudiera contener la corriente de gas. El gas efluente de este equipo se envía a los separadores de succión de compresión de cada módulo, FA-101 AB/C, donde se eliminan las posibles trazas de líquidos que no pudiera retener el separador, FA-100.

Los líquidos separados en estos recipientes se envían en conjunto con la corriente líquida efluente del FA-100 al paquete de tratamiento de condensados, PA-105.

El gas efluente de los separadores de succión FA-101 AB/C se envía a los compresores GB-100 AB/C, donde se incrementa su presión hasta 160 kg/cm² man. Los compresores cuentan líneas de recirculación para bajo flujo con control de presión (antisurge). Asimismo, se cuenta con controles de presión y medición para el envío de gas a desfogue, en la línea de salida de gas del tanque FA-100 y en el cabezal general de descarga de los paquetes de compresión de alta presión PA-100 AB/C.

El gas comprimido se envía a los aeroenfriadores EC-100 AB/C con la finalidad de disminuir su temperatura hasta 50 °C, para posteriormente enviarse a los separadores FA-102 AB/C, donde se separa el condensado que se pudiera formar por el enfriamiento.

Los líquidos recuperados se envían a control de nivel a un cabezal recolector de condensados, desde donde fluyen hacia el Paquete de Condensados de Alta Presión, PA-1400. El gas comprimido y libre de líquidos es enviado al cabezal de descarga en el gasoducto de bombeo neumático para inyección a pozos en campos costa afuera. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Sistema de Compresión de Alta Presión “Tren A” PA-100A, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-317, Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Sistema de Compresión de Alta Presión “Tren B” PA-100B, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-318 y Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Sistema de Compresión de Alta Presión “Tren C” PA-100C, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-319 en el Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.6, 1.7 y 1.8.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

Figura 1.6.- Diagrama de Sistema de Compresión de Alta Presión “Tren A” PA-100A (diagrama ilustrativo).

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

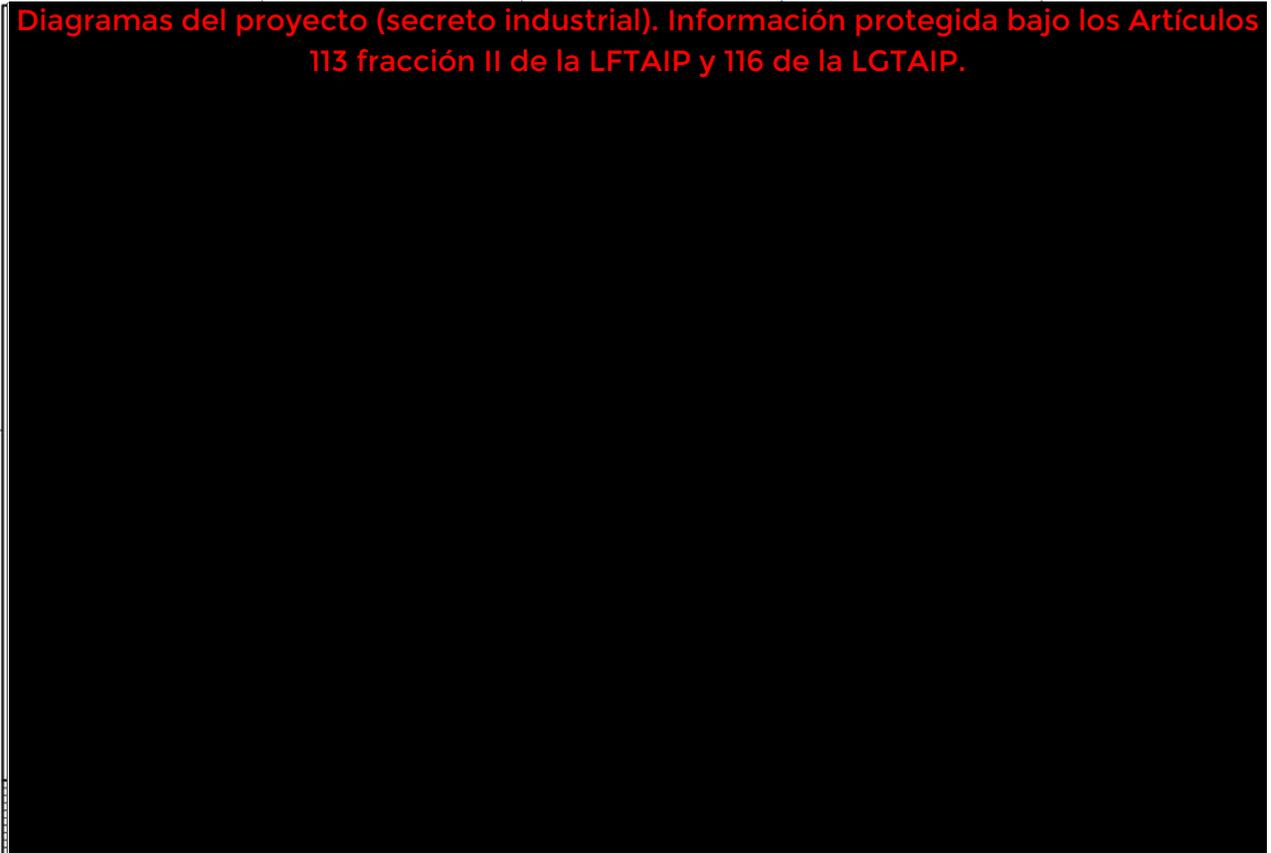


Figura 1.7.- Diagrama de Sistema de Compresión de Alta Presión “Tren B” PA-100B (diagrama ilustrativo).

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

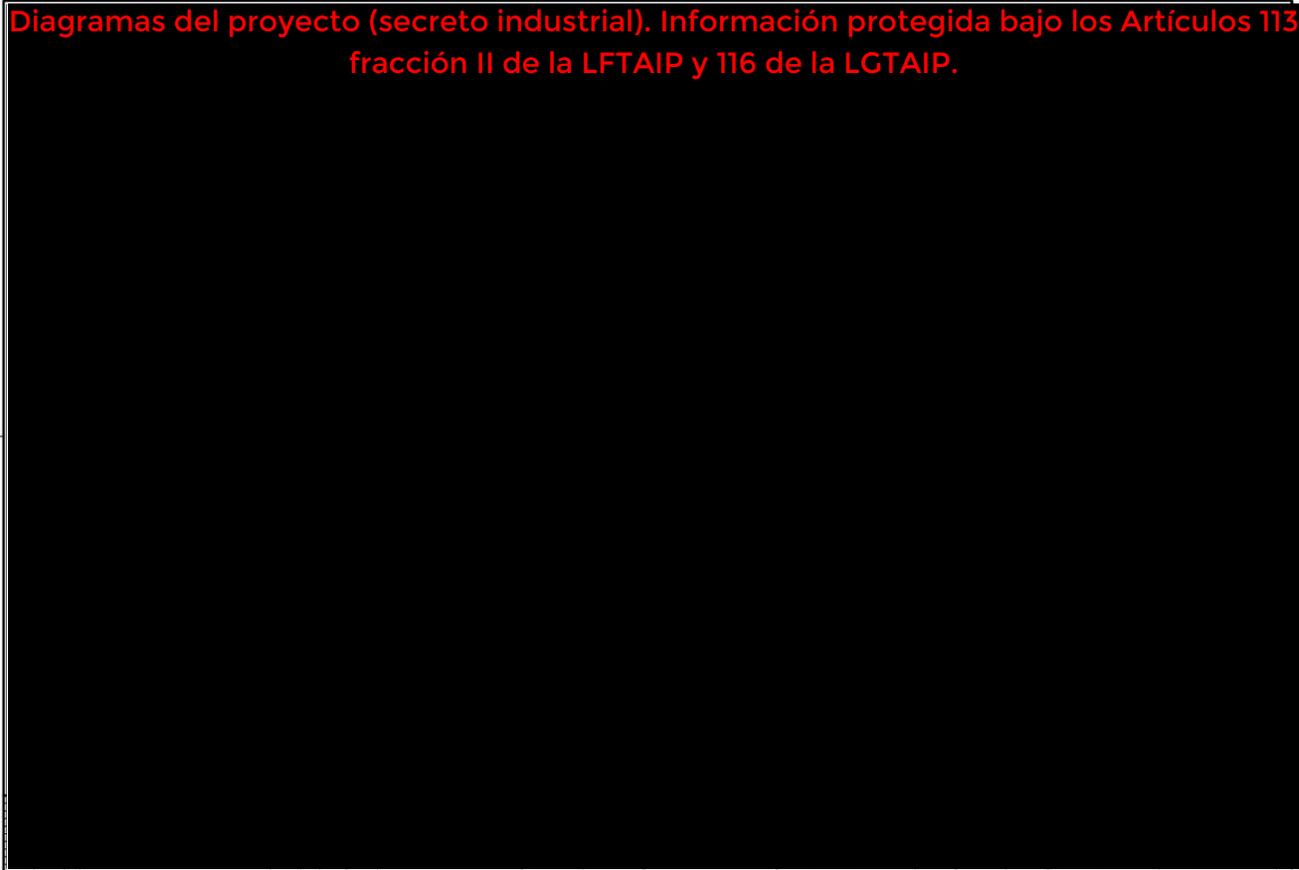


Figura 1.8.- Diagrama de Sistema de Compresión de Alta Presión “Tren C” PA-100C (diagrama ilustrativo).

Acondicionamiento de gas combustible (PA-500).

La corriente de gas procedente de la sección de endulzamiento ingresa al PA-500 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible en donde en primer término pasa por un regulador de presión donde se baja la presión hasta 40 kg/cm² man. y posteriormente entra al Separador de Gas Combustible FA-500, en donde se le separan los líquidos formados por el enfriamiento del gas debido a la expansión de éste en el regulador de presión, los cuales son enviados intermitentemente a control de nivel (ON/OFF), previa medición, al paquete PA-1500 que está fuera de este paquete.

El gas separado en el FA-500 se envía al filtro coalescedor de gas combustible FG-103/R en donde se le eliminan los sólidos y líquidos que pudiera arrastrar el gas, los posibles líquidos separados se integran a control de nivel de manera intermitente, previa medición, a la corriente de líquidos del separador FA-500 que se envía al paquete mencionado; el gas filtrado pasa a través del calentador eléctrico de gas combustible EC-103, en donde se le incrementa la temperatura hasta 60 °C lo suficiente para mantenerse alejada de la temperatura de rocío en las subsecuentes expansiones y proporcionar la temperatura requerida por las turbinas y demás servicios. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Acondicionamiento de Gas Combustible (1 de 2). PA-500, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-315 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.9.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

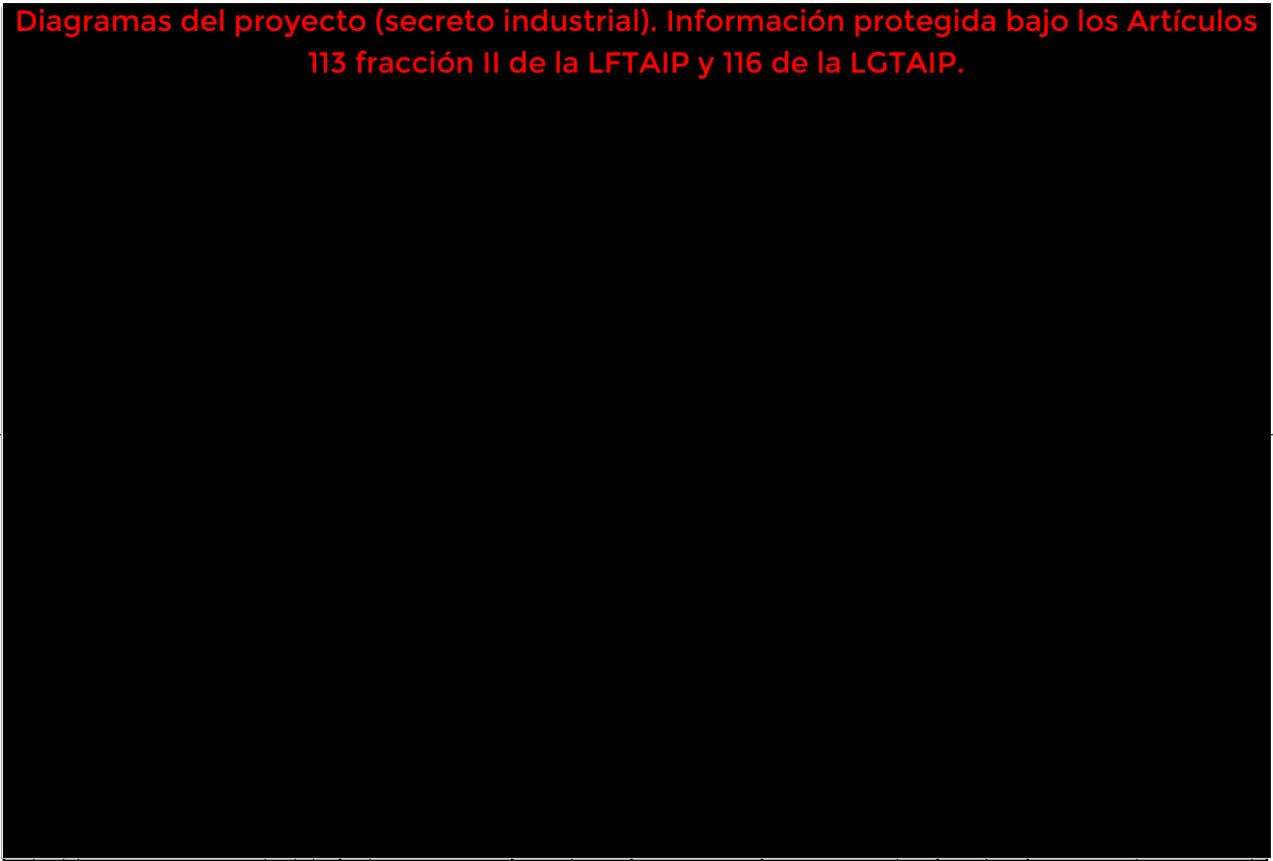


Figura 1.9.- Diagrama de Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (1 de 2). PA-500 (diagrama ilustrativo).

El gas caliente procedente del calentador EC-103 se envía al Acumulador de Gas Combustible FA-600 para estabilizar la presión ante cambios de demanda de los diferentes consumidores, de ahí se envía al cabezal general de donde se distribuye a los siguientes servicios, previa medición y regulación de presión:

- Gas combustible a turbocompresores.
- Gas combustible a rehervidores de MDEA
- Gas combustible a Servicios, tales como: pilotos de quemador, gas de barrido de cabezal de desfogue y gas a drenaje a presión.

Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Acondicionamiento de Gas Combustible (2 de 2). PA-500, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-316 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.10.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

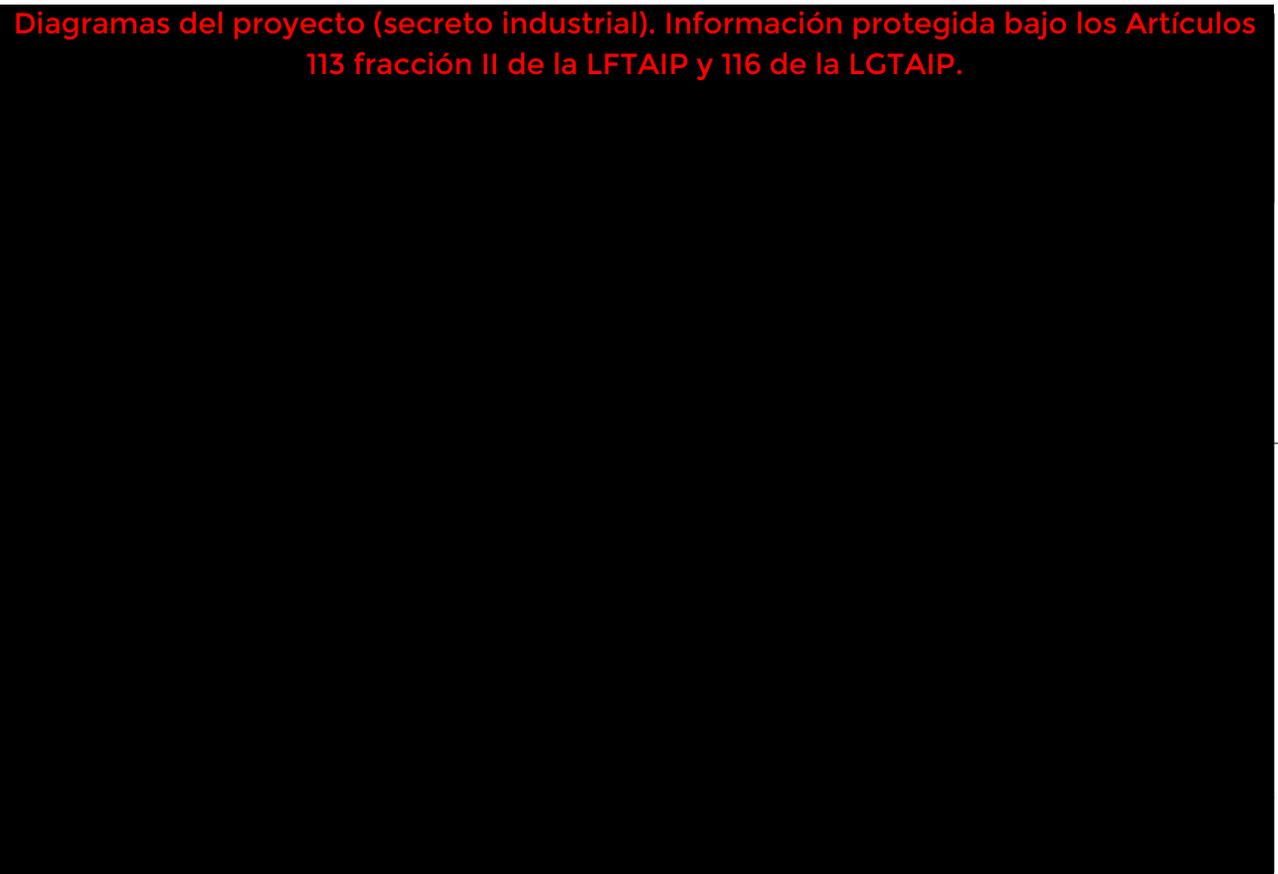


Figura 1.10.- Diagrama de Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (2 de 2). PA-500 (diagrama ilustrativo).

Acondicionamiento de condensados.

Paquete de condensados de alta presión.

Los líquidos que provienen de los separadores de descarga, FA-102AB/C, de los módulos de compresión de alta presión, PA-100AB/C, son enviados al separador, FA-4210A en forma intermitente, el cual opera a una presión de 85.0 kg/cm². Los líquidos recibidos se acumulan en el separador hasta un nivel máximo, posteriormente son desalojados hacia el separador de presión intermedia FA-4210B a través de una válvula que abre y cierra (ON/OFF). El separador de condensados, FA-4210A, tiene un control de presión de rango dividido y que por medio de un sistema de inertización con gas inerte nitrógeno o gas combustible, mantiene una presión constante en el equipo y el gas separado se envía al sistema de desfogue. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Paquete de Condensados de Media Presión PA-1400, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-324 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.11.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

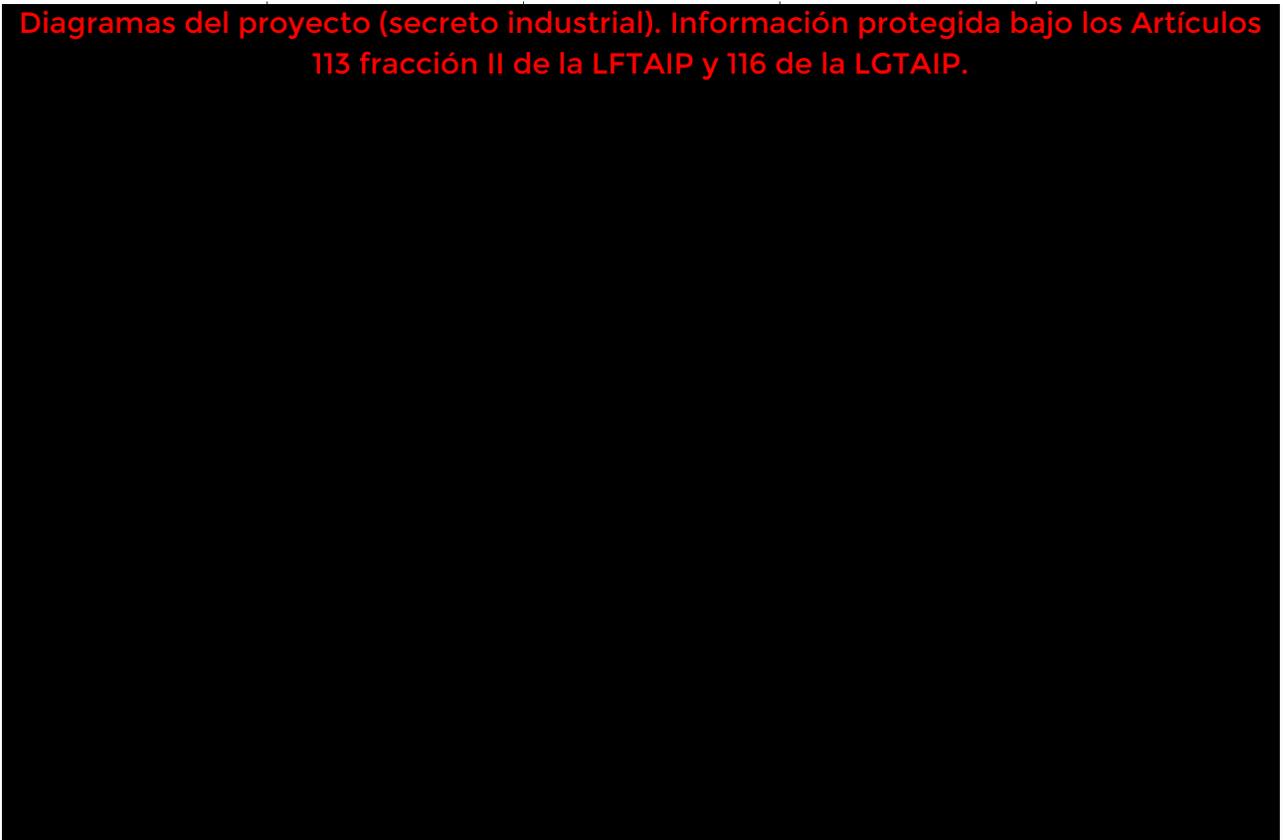


Figura 1.11.- Diagrama de Paquete de Condensados de Media Presión PA-1400 (diagrama ilustrativo).

Paquete de condensados de presión intermedia.

Los líquidos que provienen del separador, FA-4210A, y de los separadores de los paquetes de endulzamiento, de los separadores de succión de los módulos de compresión de alta (PA-100) y de los separadores del sistema de acondicionamiento de gas combustible, son enviados al separador, FA-4210B en forma intermitente, el cual opera a una presión de 30.0 kg/cm². Los líquidos recibidos se acumulan en el separador hasta un nivel máximo, posteriormente son desalojados hacia al separador bifásico existente, FA-6200, a través de una válvula que abre y cierra (ON/OFF). Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Paquete de Condensados de Baja Presión PA-1500, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-325 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.12.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

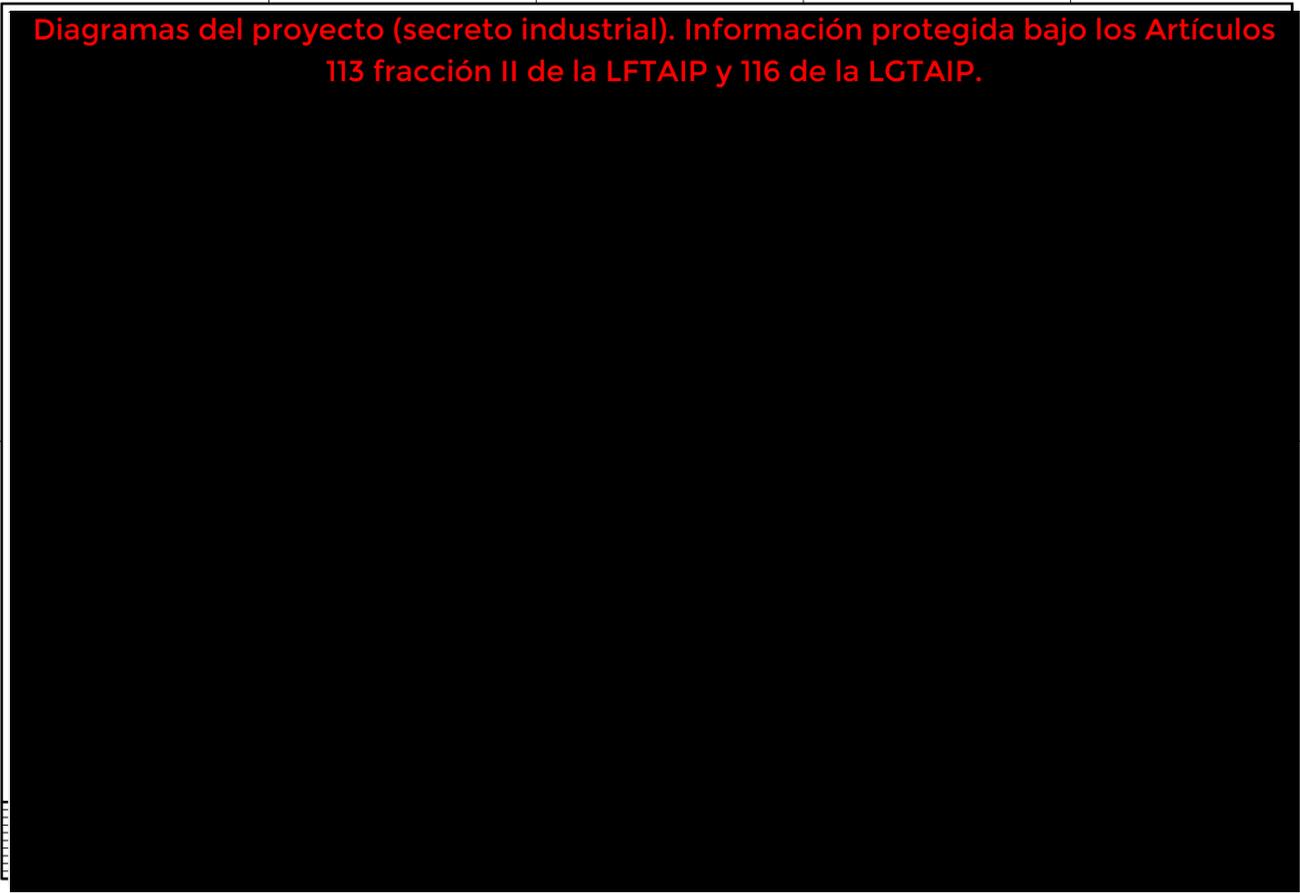


Figura 1.12.- Diagrama de Paquete de Condensados de Baja Presión PA-1500 (diagrama ilustrativo)

Servicios auxiliares.

- Sistema de Paquete Agua Desmineralizada.

La función del sistema es acondicionar el agua de servicios a agua desmineralizada, la cual será empleada principalmente para:

- El servicio de lavado de turbinas de los Paquetes de Compresión PA-100 A/B/C.
- La Reposición en tanques de MDEA de la Endulzadora, de acuerdo con lo indicado en los Paquetes de Endulzamiento, PA-101A y PA-101B

Los equipos de proceso que conforman el Paquete de Agua Desmineralizada, PA-203, se indican a continuación:

- Filtros Preliminares.
- Paquete de agentes químicos
- Unidad de Osmosis Inversa.
- Tanque de almacenamiento
- Bombas de circuito
- Bombas de trasiego
- Bombas de agua filtrada a unidad de osmosis inversa
- Unidad de Electrodesionización.

Se suministrará agua al paquete PA-203 del sistema de agua de servicios de la Terminal Marítima de Dos Bocas.

El agua será tratada en tres etapas, la primera de ellas por medio de un sistema de filtración con el propósito de eliminar el cloro y los sólidos disueltos presentes con el objeto de no dañar las membranas de ósmosis inversa, las cuales forman parte de la segunda etapa de tratamiento.

Una vez filtrada el agua, se debe enviar a la segunda etapa de tratamiento por medio de un sistema de bombeo a la unidad de ósmosis inversa con el objetivo de eliminar las sales presentes en el agua.

Finalmente, la tercera etapa de tratamiento consta en enviar el agua proveniente de la unidad de osmosis inversa, a la Unidad de electrodesionización (E-Cell), para obtener una calidad en el agua de menos de 1 ppm de STD. Posterior a ello, el agua se envía a un tanque de almacenamiento. Para evitar que el agua desmineralizada se contamine, el tanque debe contar con un sistema de inertización con gas nitrógeno o gas combustible. La distribución del agua desmineralizada para los servicios de lavado de turbinas y reposición de agua para MDEA en las unidades de endulzamiento de gas se realizará a través de bombas de trasiego desde el tanque de almacenamiento. Por último, el agua de rechazo proveniente de las unidades de ósmosis inversa, electrodesionización y del tanque de almacenamiento, será enviada por medio de un cabezal hacia el Paquete de tratamiento de agua congénita PA-200 (existente). Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Sistema de Agua Desmineralizada, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-355 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.13.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

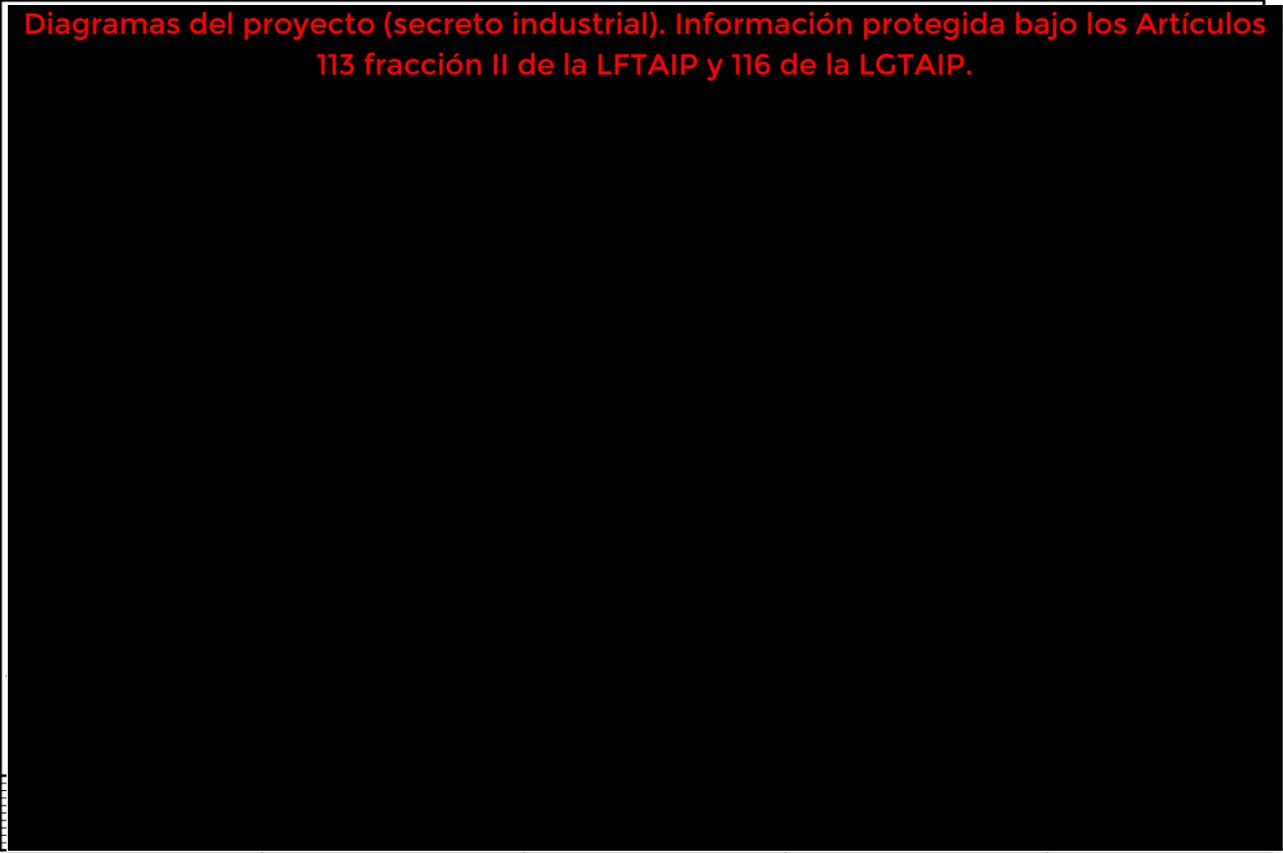


Figura 1.13.- Diagrama de Sistema de Agua Desmineralizada (diagrama ilustrativo).

Paquete de aire de planta e instrumentos.

El paquete de compresión y secado de aire de planta e instrumentos estará integrado por: dos (2) compresores de doble tornillo libre de aceite, uno para operación normal y el otro de relevo MA-600/R; tanque acumulador de aire de planta FA-600, tanque acumulador para el aire de instrumentos FA-601, un secador de aire a base de alúmina activada con ciclo regenerativo, de doble torre SA-600, y la instrumentación asociada. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Aire de Instrumentos y Aire de Planta, PA-600, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-351 en Anexo "2.3" tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.14.

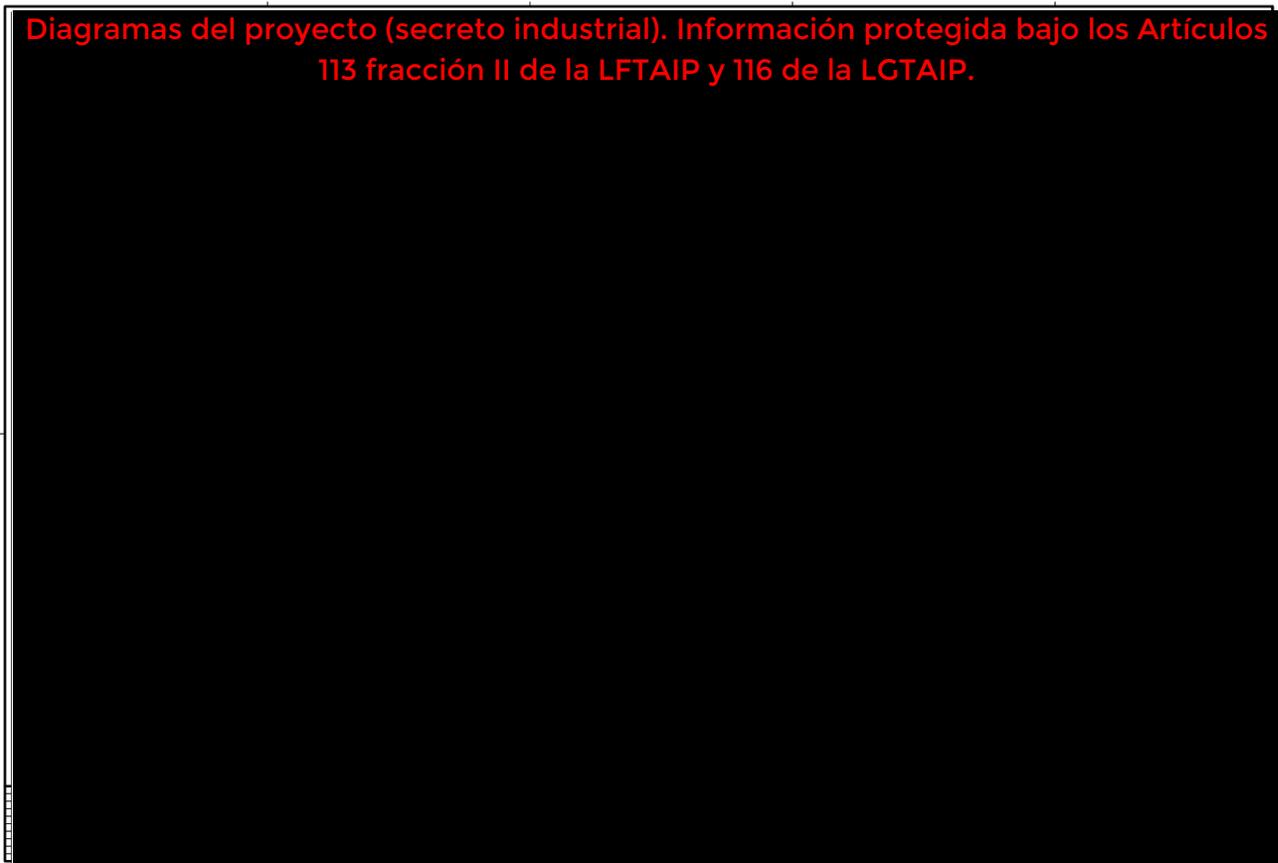


Figura 1.14.- Diagrama de Aire de Instrumentos y Aire de Planta, PA-600 (diagrama ilustrativo).

Paquete de Inyección de químicos.

Se contará con un paquete de inyección de hidratos y otro de inhibidor de corrosión los cuales estarán integrados por un pequeño tanque de almacenamiento provisto de indicador de nivel, bombas dosificadoras y tuberías para su inyección y protección de los equipos de proceso. En el caso del inhibidor de hidratos es mezcla de alcoholes diseñada para controlar la formación de hidratos en el gas.

El inhibidor de corrosión como su nombre lo indica para protección contra corrosión interna de tuberías y equipos. Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Paquetes de Inyección de Químicos PA-800A/PA-800B, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-352 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.15.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

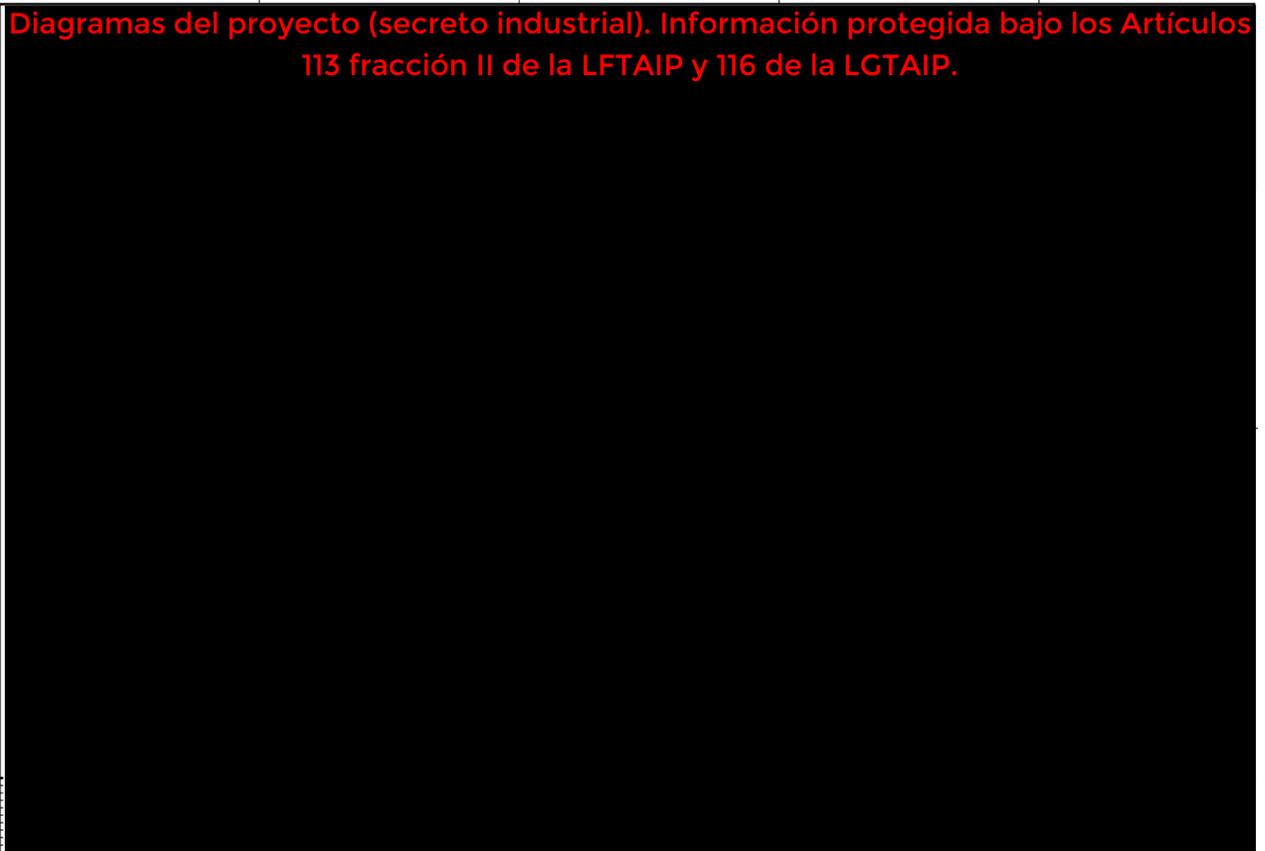


Figura 1.15.- Diagrama de Paquetes de Inyección de Químicos PA-800A/PA-800B (diagrama ilustrativo).

Paquete de regulación de gas combustible.

Los equipos de proceso que conforman el Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible son los siguientes:

- EC-103 1 Calentador eléctrico de gas combustible
- FA-500 1 Separador de gas combustible
- FA-600 1 Acumulador de gas combustible
- FG-103/R 2 Filtro coalescedor de gas combustible

El sistema operará de la siguiente forma: la corriente de gas procedente de la sección de endulzamiento se alimenta al PA-500 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible en donde en primer término se pasa por un regulador de presión donde se baja la presión hasta 40 kg/cm² y posteriormente se alimenta al Separador de Gas Combustible FA-500, en donde se le separan los líquidos formados por el enfriamiento del gas debido a la expansión de éste en el regulador de presión, los cuales son enviados intermitentemente a control de nivel (ON/OFF), previa medición, al paquete PA-1500 que está fuera de este paquete.

El gas separado en el FA-500 se envía al filtro coalescedor de gas combustible FG-103/R en donde se le eliminan los sólidos y líquidos que pudiera arrastrar el gas, los posibles líquidos separados se integran a control de nivel de manera intermitente, previa medición, a la corriente de líquidos del separador FA-500 que se envía al paquete mencionado; el gas filtrado pasa a través del calentador eléctrico de gas combustible EC-103, en donde se le incrementa la temperatura hasta 60 °C lo suficiente para mantenerse alejada de la temperatura de rocío en las subsecuentes expansiones y proporcionar la temperatura requerida por las turbinas y demás servicios.

El gas caliente procedente del calentador EC-103 se envía al Acumulador de Gas Combustible FA-600 para estabilizar la presión ante cambios de demanda de los diferentes consumidores, de ahí se envía al cabezal general de donde se distribuye a los siguientes servicios, previa medición y regulación de presión:

- Gas combustible a turbocompresores.

- Gas combustible a rehervidores de MDEA.
- Gas combustible a servicios, tales como: pilotos de quemador, gas de barrido de cabezal de desfogue y gas a drenaje a presión.

Ver Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de Regulación de Gas Combustible e Interconexión de Gas Amargo y Ácido, clave DVZ-D-TMDB-F.63420-A-314 en Anexo “2.3” tamaño 60 x 90 cm y Figura 1.16.

Diagramas del proyecto (secreto industrial). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción II de la LFTAIP y 116 de la LGTAIP.

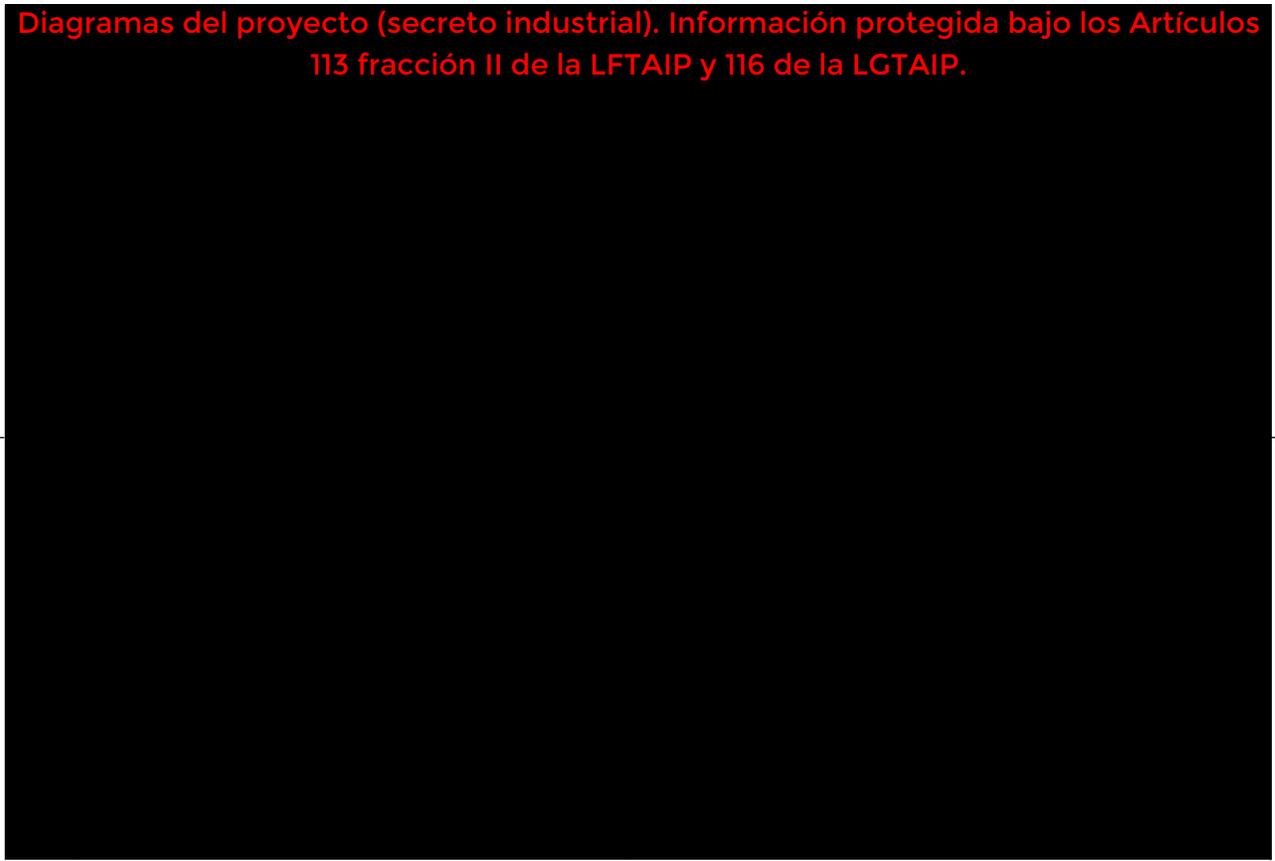


Figura 1.16.- Diagrama de Regulación de Gas Combustible e Interconexión de Gas Amargo y Ácido (diagrama ilustrativo)

En la tabla (Tabla 1.4) siguiente se muestran las sustancias a manejar en el presente proyecto:

Tabla 1.4. Resumen de sustancias peligrosas.

| Nombre químico de la sustancia (IUPAC) | Núm. CAS (Chemical Abstracts Service) | Flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD) | Concentración | Características | | | | | | Capacidad total | | Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (unidad) | |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|-------------------|--|---|----------------|
| | | | | C | R | E | T | I | B | Capacidad nominal | No. de unidades de almacenamiento | | |
| Gas amargo | ND. | 100 MMPCSD | Metano: 74 % H ₂ S: 5% | X | | X | X | X | | | 100 MMPCSD (flujo constante) | No se almacena | No se almacena |
| Gas dulce | ND. | 95 MMPCSD | Metano: 80.6% Etano: 10 % | | | X | | X | | | 95 MMPCSD (flujo constante) | No se almacena | No se almacena |
| Gas combustible | ND. | 5 MMPCSD | Metano: 81.6% Etano: 10 % | | | X | | X | | | 5 MMPCSD (flujo constante) | No se almacena | No se almacena |
| Condensado amargo | ND. | 3.17 m ³ /h | Agua: 77.2 % | X | | | X | X | | | 76 m ³ /día (flujo constante) | No se almacena | No se almacena |
| Dietanolamina | 111-42-2 | 480 galones/minuto | Dietanolamina: 50 % | X | | | X | X | | | 1000 L | ND | 1000 L |

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad, DFP y Balance de Materia y Energía.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

La descripción del entorno se describe en el capítulo IV, apartado IV.2 del capítulo IV de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

1.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios

1.4.1.1. Antecedentes de accidentes e incidentes.

La Gerencia de Transporte de Hidrocarburos, Región Marina Suroeste, cuenta con una estadística de los eventos de fugas, derrames y accidentes que se han presentado en la Terminal Marítima Dos Bocas, durante el periodo 2003 – 2012. (Ver tabla 1.5).

Tabla 1.5.- Antecedentes de accidentes e incidentes en la TMDB

| No. | Fecha | Ciudad y/o país | Instalación | Sustancia involucrada | Evento | Causas | Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros) | Acciones realizadas para su atención |
|-----|-------|------------------|-------------|-----------------------|--------|--|--|--|
| 1 | 2003 | Paraíso, Tabasco | Desfogue | Condensados | Fuga | Apertura total de la válvula de relevo al quemador de la batería de separación por falta de suministro de aire de instrumentos, con el consecuente arrastre y quema de líquidos. | Medio, calidad del aire | Reparación de servicio auxiliar aire de instrumentos |
| 2 | 2003 | Paraíso, Tabasco | Desfogue | Condensados | Fuga | Un descontrol en el proceso de transporte de hidrocarburos ocasionó una saturación de la corriente de gas con líquido, dicho gas al ser expulsado por el quemador no alcanza a quemarse produciéndose una precipitación ligera de líquidos en el área de quemadores. | Medio, calidad del aire y suelo | Control del evento |

| No. | Fecha | Ciudad y/o país | Instalación | Sustancia involucrada | Evento | Causas | Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros) | Acciones realizadas para su atención |
|-----|-------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--|--|--|
| 3 | 2003 | Paraíso, Tabasco | Drenaje aceitoso | Vapores de crudo | Explosión e incendio | Personal de la Compañía JACOR realizaba corte con equipo de oxiacetileno para retirar montenes de soporte en la parte superior del cobertizo de la Casa de Bombas No. 2; del cual cayó una chispa en un registro aceitoso, provocando una explosión y posteriormente un incendio en el mismo | Medio, suelo y aire | Control del evento y limpieza del drenaje aceitoso |
| 4 | 2004 | Paraíso, Tabasco | Desfogue | Condensados | Fuga | Saturación de líquidos en sistema de desfogue | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 5 | 2005 | Paraíso, Tabasco | Casa de Bombas CB-5E | Crudo | Derrame | Falla en línea de 48" Ø que transporta crudo ligero de CB-5E hacia tanques de deshidratación | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 6 | | | Trampa de Diablos Norte | Crudo | Derrame | Falla en vástago de la válvula de 36" Ø en interconexión de línea No. 3 con línea No. 4 en la Trampa de Diablos Norte | Mínimo, suelo | Control del evento |

| | | | | | | | | |
|----|--|--|---|------------------|----------|---|-------------------------|--|
| 7 | | | Desfogue | Condensados | Fuga | Arrastre de crudo proveniente de la batería de separación, lo cual origina un descontrol total en el proceso de endulzamiento, con el consecuente arrastre y quema de líquidos en quemadores. | Medio, calidad del aire | Control de la batería de separación a condiciones normales |
| 8 | | | Drenaje aceitoso de tanques de almacenamiento | Vapores de crudo | Incendio | Incendio en una lona que tapaba el registro aceitoso al Sur del TV-2004 | Mínimo, suelo y aire | Control del evento y limpieza del drenaje aceitoso |
| 9 | | | Trampa Diablos Norte | Crudo | Derrame | Falla en el cordón de soldadura de la línea No. 2 L-36" Ø de crudo maya descarga de casa de Bombas 5T. | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 10 | | | Trampa Diablos Norte | Crudo | Derrame | Derrame de crudo por línea de 36" Ø en Trampa Diablos Norte, al retirarse un tapón de venteo de 3/4" Ø para verificar el contenido de la línea, previo a realizar empaque y prueba hidrostática | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 11 | | | Motocompresor # 16 | Gas | Fuga | Se detecta fuga de gas en motocompesor #16 en las tapas | Mínimo, aire | Reparación |

| | | | | | | | | |
|----|------|--|---------------------------------|----------------|---------|---|---------------|--------------------|
| | | | | | | de las válvulas calientes. | | |
| 12 | | | Paquete de calentamiento CF-01C | Aceite térmico | Derrame | Falla de integridad mecánica en paquete de calentamiento CF-01C. | Mínimo, suelo | Reparación |
| 13 | | | Casa de Bombas 5E | Crudo | Derrame | Falla en la interface de línea de 36" Ø descarga de CB-5E y el TV-5004. | Mínimo, suelo | Remediación |
| 14 | | | Barcaza 1 | Gas | Fuga | Falla en el cabezal de succión de 48" Ø | Mínimo, aire | Control del evento |
| 15 | 2008 | | Tanque de almacenamiento | Crudo | Derrame | Derrame de crudo proveniente de los registros aceitosos lado Sur del TV-2006, contaminando banqueta y canal pluvial. | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 16 | | | Casa de Bombas CB-2 | Crudo | Derrame | Derrame de crudo Maya en disparo de 4" Ø de la línea de 36" Ø que maneja crudo Maya pre-deshidratado (segunda etapa) de casa de Bombas 2 a los tanques de almacenamiento TV-5003 y 5004 | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 17 | | | Casa de Bombas CB-5E | Crudo | Derrame | Derrame en línea de 36" Ø descarga de crudo ligero en CB-5E, que se | Mínimo, suelo | Control del evento |

| | | | | | | | | |
|----|------|--|--------------------------|------------------|---|---|---------------|--------------------|
| | | | | | ubica en la trinchera de concreto de ductos al este de la casa de Bombas 5E | | | |
| 18 | | | Sistema de calentamiento | Agua aceitosa | Derrame | Derrame de agua aceitosa en línea de 36" Ø, en codo ascendente del sistema de calentamiento | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 19 | 2012 | | Batería de separación | Crudo | Derrame | Derrame en ducto de 24" Ø de la corriente que conforman los campos Puerto Ceiba, Tajón, Yaxche y Xanab | Mínimo, suelo | Control del evento |
| 20 | | | Planta Eléctrica | Gas combustible | Fuga | Fuga de gas combustible en línea de 4" Ø para alimentar al turbogenerador 4 de la planta eléctrica de la TMDB, por falla de válvula de alivio | Mínimo, aire | Control del evento |
| 21 | | | Planta Endulzadora | Vapores de amina | Fuga | Fuga de vapores de amina pobre en planta endulzadora | Mínimo, aire | Control del evento |
| 22 | | | Planta Eléctrica | Condensados | Fuga | Fuga en línea de 6" Ø de retorno de condensados de planta eléctrica hacia el rectificador FB-6103 de estabilizado | Mínimo, aire | Control del evento |
| 23 | | | Compresoras | Gas | Fuga | Fuga de gas en línea de 4" Ø desalojo de | Mínimo, aire | Control del evento |

| | | | | | | | | |
|----|--------------------------|---------------------------------------|--|---------------|-----------|---|--|------------------------------------|
| | | | | | | condensados de baja primer paso de compresión | | |
| 24 | | | Casa de Bombas 5E | Agua aceitosa | Flamazo | Flamazo en registro aceitoso de la CB-5E, ubicado en la trinchera rack de tubería frente a la Motobomba eléctrica No. 1 | Mínimo, aire y suelo | Control del evento |
| 25 | 19 de noviembre de 1984 | San Juan Ixhuatepec, Estado de México | Esferas de almacenamiento | Gas | Explosión | Fuga de gas | Entre 500 y 600 personas muertas, evacuación de mas de 60,000 personas y un radio de afectación de mas de 1 km | Evacuación Control del incendio |
| 26 | 19 de diciembre de 2010 | San Martín Texmelucan Puebla. | Ducto | Combustible | Explosión | Toma clandestina | 30 personas muertas, 53 lesionados y más de 100 viviendas dañadas | Evacuación Control del incendio |
| 27 | 18 de diciembre del 2012 | Reynosa, Tamaulipas | Ducto en el Centro Receptor de Gas y Condensados | Gas | Explosión | Ruptura del ducto | 30 personas muertas | Evacuación Control del incendio |

Fuente: Pemex Exploración y Producción, Región Marina Suroeste.

1.4.1.2. Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgo.

Metodologías de identificación y jerarquización.

Con base en los objetivos y alcances del ER así como a la información obtenida, se definió que, la metodología a aplicar, para la identificación y la evaluación de los riesgos del proyecto “Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO”, sea:

Servicios Auxiliares:

- **What If?**

Procesos:

- **HazOp.**

Metodología What If?

Esta metodología debe involucrar el análisis de las desviaciones posibles del diseño, construcción, modificación u operación, así como cualquier preocupación acerca de la seguridad del proceso. Debe promover la lluvia de ideas acerca de escenarios hipotéticos con el potencial de causar consecuencias de interés (eventos no deseados con impactos negativos).

Debe ser aplicada con el apoyo de un grupo multidisciplinario de la instalación. El resultado debe ser una lista en forma de tabla de las situaciones peligrosas, sus consecuencias, salvaguardas y opciones posibles para la prevención y/o mitigación de consecuencias.

Descripción

La metodología de Análisis ¿Qué pasa sí? tiene el enfoque de una lluvia de ideas en la cual el grupo multidisciplinario familiarizado con el proceso formula preguntas o manifiesta preocupaciones acerca de posibles eventos indeseados. Este análisis no es un proceso estructurado como algunas otras metodologías. En su lugar, este requiere que el analista adapte el concepto básico a la aplicación específica. Muy poca información se ha publicado acerca del método de Análisis ¿Qué pasa sí? o de su aplicación. De cualquier forma, es frecuentemente utilizado por la industria en sus etapas tempranas o durante la vida de un proceso y tiene buena reputación entre aquellos especialistas que lo aplican. El concepto del Análisis ¿Qué pasa sí? anima al grupo de evaluación de riesgos a pensar en preguntas que empiecen con “¿Qué pasa si ...?”. Cualquier proceso puede ser manifestado, aun si no es parafraseado como pregunta. Por ejemplo:

- ¿Qué pasa si la bomba A detiene su funcionamiento durante el arranque?
- ¿Qué pasa si el operador abre la válvula B en lugar de la válvula A?

Generalmente, se registran todas las preguntas y luego éstas se dividen dentro de áreas específicas de investigación (generalmente relacionadas con las consecuencias de interés), como la seguridad eléctrica, protección contra incendios o seguridad del personal. Cada área es subsecuentemente direccionada a un equipo de una o más personas expertas. Las preguntas se formulan con base en la experiencia y aplicando los diagramas y descripciones de procesos existentes. Para una planta en operación, la investigación incluye entrevistas con el personal de la planta no representado en el grupo multidisciplinario de evaluación de riesgos. Puede no haber un patrón específico u orden para las preguntas, a menos que el líder suministre un patrón lógico como una división del proceso dentro de sistemas funcionales. Las preguntas pueden direccionarse a cualquier condición no normal relacionada con la planta, no solo componentes de falla o variaciones de proceso.

Propósito

El propósito del Análisis ¿Qué pasa sí? es identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos de accidentes específicos que pueden producir una consecuencia indeseable. Un grupo multidisciplinario y experimentado identifica las posibles situaciones de accidente, sus consecuencias y las medidas de seguridad existentes, entonces se sugieren alternativas de reducción de riesgos. El método puede involucrar la revisión de posibles desviaciones del diseño, construcción, modificación o de operaciones.

Esto requiere un entendimiento básico de la intención del proceso, junto con la habilidad de combinar mentalmente las posibles desviaciones del diseño que podrían resultar en un accidente. Este es un procedimiento poderoso si el personal es experimentado; de otra manera, los resultados serán probablemente incompletos.

Tipo de Resultados

En su forma más simple, la metodología del Análisis ¿Qué pasa sí? genera una lista de preguntas y respuestas acerca del proceso. Esto puede resultar además en una lista tabular de situaciones peligrosas (no categorizadas o con implicaciones cuantitativas para los escenarios de accidentes potenciales), sus consecuencias, medidas de seguridad y opciones posibles para la reducción de riesgo.

Requerimientos de Recursos

Puesto que el Análisis ¿Qué pasa sí? es muy flexible, se puede ejecutar en cualquier etapa de la vida del proceso, usando cualquier información del proceso y conocimiento disponible. Para cada área del proceso, dos o tres personas deben ser asignadas para ejecutar el análisis, aunque se prefiere un equipo más grande. Es mejor usar un equipo grande para procesos complejos, dividiendo los procesos en piezas más pequeñas, que usar un grupo pequeño por largo tiempo en todo el proceso.

El tiempo y el costo de un Análisis ¿Qué pasa sí? son proporcionales a la complejidad de la planta y el número de áreas a ser analizadas. Una vez que la organización ha ganado experiencia con él, el método del Análisis ¿Qué pasa sí? puede volverse un medio rentable de evaluación de riesgos durante cualquier fase del proyecto.

Aplicación de la Técnica

La metodología de Análisis ¿Qué pasa sí? comúnmente se utiliza en las siguientes etapas de la vida de un proyecto: diseño conceptual, operación de la planta piloto, ingeniería de detalle, construcción y arranque, operación de rutina, expansión o modificación, investigación de incidentes, desmantelamiento.

Enfoque Técnico.

La metodología del Análisis ¿Qué pasa sí? es una revisión creativa a una lluvia de ideas de un proceso u operación. El analista de riesgos revisa el proceso o actividad en las reuniones que giran alrededor de los temas de seguridad identificados por el analista. Cada miembro del grupo multidisciplinario de análisis de riesgos es animado a formular preguntas ¿Qué pasa sí? o traer a la mesa de discusión temas específicos que les preocupan. La metodología de Análisis ¿Qué pasa sí? puede ser usada para revisar virtualmente cualquier aspecto del diseño de la instalación y operación. Es una metodología de análisis de riesgos muy poderosa si el personal que analiza tiene experiencia, de otra manera los resultados serán probablemente incompletos. El Análisis ¿Qué pasa sí? de sistemas simples puede fácilmente ser dirigido por una o dos personas; un proceso más complejo demanda de un equipo más grande y más reuniones o bien más largas.

Un Análisis ¿Qué pasa sí? generalmente revisa el proceso, empezando con la introducción del material alimentado y siguiendo el flujo hasta el final del proceso (o el límite definido por el alcance del analista).

Los Análisis ¿Qué pasa sí? pueden también centrarse en un tipo particular de consecuencia (seguridad personal, seguridad pública o seguridad ambiental). El resultado de un Análisis ¿Qué pasa sí? generalmente direcciona a situaciones potenciales de accidente implicadas por las preguntas y temas propuestos por el equipo. Estas preguntas y temas generalmente sugieren las causas específicas para la identificación de situaciones de accidente. Un ejemplo de pregunta ¿Qué pasa sí? es:

“¿Qué pasa si el material está en la concentración incorrecta?”

Las preguntas y las respuestas, incluyendo los peligros, consecuencias, medidas de seguridad y posibles soluciones para los temas importantes, son todos documentados.

Procedimiento de Análisis.

Después de que se ha definido el alcance de estudio el análisis ¿Qué pasa sí? consiste en los siguientes pasos:

- Preparación para la revisión,
- Ejecución de la revisión, y
- Documentación de los resultados.

Preparación de la Revisión.

La información necesaria para el Análisis ¿Qué pasa sí? incluye la descripción del proceso, diagramas de tubería e instrumentación, dibujos y procedimientos de operación. Es importante que toda la información esté disponible para el grupo multidisciplinario de análisis de riesgos, preferiblemente antes de las reuniones del grupo.

Si una planta existente es revisada, el equipo revisor puede entrevistar adicionalmente a personal responsable de las operaciones, mantenimiento, instalaciones u otros servicios. Además, si el grupo está llevando a cabo la reunión ¿Qué pasa sí? del análisis en sitio, ellos pueden visitar la planta para obtener una mejor idea de las instalaciones, construcción y operación. Así, antes de que la revisión comience, las visitas y entrevistas deben ser concertadas.

La última parte es la preparación de algunas preguntas preliminares para el Análisis ¿Qué pasa sí? para las juntas de análisis. Si este análisis es una actualización de una revisión anterior o una revisión de una modificación de la planta, cualquier pregunta listada en el reporte del estudio previo puede ser usada. Para plantas nuevas o aplicaciones de primera vez, las preguntas preliminares deben ser desarrolladas por los miembros del equipo antes de las reuniones, a pesar de que preguntas adicionales formuladas durante las reuniones son esenciales. El pensamiento de causa y efecto usado en otros tipos de estudios pueden ayudar a formular las preguntas.

Ejecución de la Revisión

Las reuniones de revisión deben empezar con una explicación básica del proceso dado por el personal de la planta quienes tienen todo el conocimiento de la misma y de sus procesos. La presentación debe también describir las medidas de seguridad de la planta, equipo de seguridad, y procedimientos de control de salud.

El proceso es revisado por los miembros del grupo quienes comentan las principales preocupaciones de seguridad. Sin embargo, el equipo puede no limitarse para preparar preguntas ¿Qué pasa sí? En lugar de eso, ellos deben usar su experiencia combinada con la interacción de equipo para articular cualquier tema que ellos creen necesario para asegurar que la investigación es rigurosa. El equipo no debe presionarse y no debe trabajar muchas horas consecutivamente. Idealmente, un equipo debe reunirse por no más de seis horas por día. Las reuniones del equipo ¿Qué pasa sí? que duren más de una semana consecutiva no son deseables.

Hay dos maneras de que las reuniones pueden ser llevadas a cabo. Una de ellas a veces preferida es primero listar los temas de seguridad y preguntas, entonces empezar a considerarlas. Otra manera es considerar cada pregunta y tema al mismo tiempo, con el equipo determinando lo significativo de cada situación. Ambas maneras pueden funcionar, pero es preferible listar las preguntas antes de responderlas para prevenir

interrupciones al momento creativo del grupo. Si el proceso es complejo o largo, puede ser dividido en pequeños segmentos así el equipo no gasta varios días consecutivos solo en listar las preguntas. A veces, el equipo pensará en preguntas adicionales como resultado de sus consideraciones iniciales.

Inicialmente, el líder del equipo debe delinear el alcance propuesto del estudio y el equipo debe de estar de acuerdo con él. El equipo generalmente procede desde el principio del proceso hasta el final del mismo, aunque el líder en evaluación de riesgos puede ordenar el análisis en cualquier orden lógico que se ajuste a las necesidades. Entonces las respuestas del equipo se direccionan a un tema o se indica que se requiere más información e identifica el peligro, consecuencias potenciales, medidas de seguridad, y posibles soluciones. En el proceso, se añaden nuevas preguntas ¿Qué pasa sí? Se vuelven aparentes durante el análisis. Algunas veces las respuestas propuestas son desarrolladas por individuos fuera de la reunión inicial y se realizan modificaciones.

Documentación de Resultados

Como en cualquier estudio, la documentación es la clave para transformar los hallazgos del equipo en medidas de prevención, mitigación o reducción del peligro. El equipo de evaluación de riesgos generalmente desarrolla una lista de sugerencias para mejorar la seguridad del proceso de análisis basado en resultados tabulares de Análisis ¿Qué pasa sí? Algunas compañías documentan sus Análisis ¿Qué pasa sí? con un estilo narrativo en lugar de una tabla.

Producto Esperado.

Las tablas ¿Qué pasa sí? o las preguntas en estilo narrativo y las respuestas generadas por el análisis son los productos normales del Análisis ¿Qué pasa sí? Estos resultados deben ser revisados con los directivos para asegurar que los hallazgos se transmiten a aquellos que son los responsables finales de cualquier acción llevada a cabo. A veces el equipo puede proveer a los directivos explicaciones más detalladas de las recomendaciones del análisis.

METODOLOGÍA HAZOP.

Es una metodología cualitativa, que de manera sistemática identifica los riesgos de posibles desviaciones durante la operación, así como sus consecuencias y causas en función de las protecciones existentes, con la finalidad de emitir las recomendaciones necesarias que permitan disminuir la probabilidad de un evento no deseado o mitigar los efectos de las afectaciones.

En el caso particular del Análisis de Riesgo, se aplicará el método de HazOp en su modalidad Desviación por Desviación (DBD), el cual consiste en analizar solo aquellas desviaciones que presentan consecuencias de interés, omitiendo en el registro las demás desviaciones cuyas afectaciones no son relevantes en función del peligro que representan.

¿Por qué se hace un Estudio de Riesgo (ER)?

- Nos permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción de accidentes.
- Se establece una política de prevención de accidentes, a partir de la identificación de peligros y del análisis de la vulnerabilidad de las instalaciones.
- Va a contribuir a cuantificar los riesgos, frente a un potencial de alto peligro.
- Nos proporciona una base para la planificación de las medidas preventivas y para reducir la vulnerabilidad.
- Se constituye en un elemento importante en el diseño, para la adopción de medidas de prevención específicas.
- Constituye una garantía para la inversión.

El análisis HazOp se aplica en reuniones multidisciplinarias a cada sección de la instalación denominada NODO, por medio de palabras guía con las que se indica la desviación respecto a las variables de proceso, aplicando una lluvia de ideas, en cada evaluación, lo que genera una revisión detallada de las instalaciones.

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

Paralelamente a las desviaciones se deben indicar conforme a la modalidad Desviación – Desviación, las consecuencias posibles de estas desviaciones y posteriormente las causas de estas desviaciones.

Recopilación y Análisis de la Información.

Para llevar a cabo la metodología se revisaron y analizaron los DTI, DFP, bases de diseño, especificaciones técnicas del proyecto.

Desarrollo de la metodología HazOp.

El análisis HazOp es un método estructurado, sistemático y a la vez creativo, para identificar peligros y problemas operativos, que resultan de desviaciones de la intención de diseño y que pueden acarrear consecuencias indeseables. Un líder experimentado guía al equipo de análisis a través del diseño de la instalación, utilizando un conjunto de “palabras guías”.

Estas palabras guía se aplican a las secciones o nodos del proceso y se combinan con parámetros específicos del proceso para identificar desviaciones potenciales de la operación concebida de la instalación.

El análisis HazOp es un estudio profundo, sistemático y fácil de usar, que a la vez permite a los miembros del equipo utilizar su experiencia con creatividad y aumenta la probabilidad de descubrir la existencia de peligros únicos o imprevisibles en los procesos. El producto del análisis HazOp es un estudio de las variables del proceso, detallado, eficiente y que se puede auditar.

Terminología del análisis HazOp.

La tabla 1.6 introduce la terminología y las definiciones que se utilizan durante las sesiones del HazOp.

Tabla 1.6.- Terminología HazOp.

| Término | Definición |
|-----------------|---|
| Intenciones | Expectativas de cómo debe operar el proceso y/o como se debe llevar a cabo una actividad. |
| Desviaciones | Estados de operación que se apartan de las intenciones del diseño. |
| Causas | Razones que explican porque ocurren las desviaciones. |
| Consecuencias | Efectos potenciales de las desviaciones. |
| Salvaguardas | Medidas diseñadas para prevenir las causas o bien mitigar las consecuencias de las desviaciones. |
| Recomendaciones | Sugerencias para efectuar cambios en el diseño, cambios en los procedimientos o para realizar estudios complementarios. |

Procedimiento del análisis HazOp.

Una vez que se ha formado el equipo de análisis (con expertos en el diseño de la instalación, experiencia en las operaciones del sistema y de los equipos, experiencia en la inspección y mantenimiento de los equipos, conocimiento de la química del proceso, conocimiento de los objetivos de la seguridad y de los procedimientos y experiencia y conocimiento en la técnica HazOp) y se ha recopilado la información que se utilizará durante el análisis (diagramas de tuberías e instrumentación, diagrama mecánico de la instalación, hojas de seguridad, procedimientos operativos, procedimientos de emergencia, historial de accidentes, plano de localización general, entre otros), entonces se está preparado para aplicar la técnica HazOp.

Para aplicar la técnica HazOp, el equipo de análisis de riesgo divide los procesos en secciones lógicas (nodos) para el análisis. Secciones típicas de un proceso es, por ejemplo, un recipiente, una tubería con una bomba, etc. El equipo entonces revisa cada una de las secciones del proceso de acuerdo los siguientes pasos de análisis:

1. El líder elige una sección o nodo del proceso.
2. El experto en el proceso explica el equipo de análisis de riesgo, las intenciones del diseño de la sección elegida.
3. El líder aplica las palabras guía (Tabla 1.7) a los parámetros del proceso (por ejemplo, presión, flujo, temperatura, nivel, composición) y la combina para formar desviaciones razonables (Tabla 1.8).
4. El equipo considera las posibles consecuencias de cada una de las desviaciones.
5. Si hay consecuencias de interés, el equipo debe identificar las causas posibles de esa desviación.
6. Si el equipo descubre causas posibles, entonces debe identificar todas las salvaguardas existentes y debe decidir si el riesgo es aceptable o no aceptable.
7. Si el riesgo no se considera aceptable, el equipo de análisis emite recomendaciones para reducirlo (reducir la frecuencia o la severidad de las consecuencias).
8. Se repiten los pasos del 3 al 7 para cada palabra guía.
9. Se repiten los pasos del 3 al 8 para todos los parámetros de proceso.
10. Se repiten los pasos del 3 al 9 para todas las secciones del proceso hasta completar cada una de las secciones.
11. Se registran los resultados del análisis.

Tabla 1.7.- Palabras guía HazOp.

| Palabras Guía | Significado | Comentarios |
|---------------|--------------------------------------|---|
| No | Negación de la intención del diseño. | No flujo. No transferencia. No agitación. No secado. No neutralización. |

| Palabras Guía | Significado | Comentarios |
|----------------------|--------------------------|---|
| Más /alto / largo | Incremento cuantitativo. | Alta o mayor presión. Alta temperatura. Alto flujo. Alta agitación. Alta concentración. Alto nivel. Adición de demasiado material X. Tiempo de alimentación demasiado largo. |
| Menos / bajo / corto | Decremento cuantitativo. | Baja presión. Baja temperatura. Bajo flujo. Baja agitación. Baja concentración. Bajo nivel. Adición de muy poco material X. Tiempo de alimentación demasiado corto. |
| Así como / además | Incremento cualitativo. | Adición de material X además del material Y. Se añaden contaminantes. |
| Parte de | Decremento cualitativo. | Se cierran dos de las tres válvulas. Se para sólo una parte del proceso. |
| Inverso, revertido | Opuesto lógico. | Flujo inverso o revertido. |
| Otro, en vez de | Sustitución completa. | Adición de material X en vez de material Y. Se cierra la válvula 1 en vez de la 2. |

Tabla 1.8.- Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección.

| Desviación | Tipo de sección | | | | |
|----------------------------|-----------------|---------|--------|---------|--------------------------------|
| | Reactor | Columna | Tanque | Tubería | Cambiador de calor |
| Flujo alto/bajo/no | | | | X | X (aire, proceso, combustible) |
| Flujo inverso/mal dirigido | | | | X | |
| Alto/bajo nivel | X | X | X | | |
| Alto/bajo interfase | X | | X | | |
| Alta/baja/inversa presión | X | X | X | X | X (horno, proceso) |
| Alta/baja Temperatura | X | X | X | X | X (horno, aire) |
| Alta/baja reacción | X | | | | |
| Mezcla baja/no/tardía | X | | | | |
| Pérdida de ignición | | | | | X |
| Contaminación | X | X | X | X | X (combustible, aire) |
| Fuga o escape de tubos X X | X | X | X | X | X (proceso) |
| Fuga o escape | X | X | X | X | X (combustible) |
| Arranque / paro | X | X | X | X | X |
| Mantenimiento y muestreo | | | | | |

Documentación del HazOp.

Es importante documentar el análisis para apoyar las buenas decisiones de riesgo, para preservar los resultados del análisis para su uso futuro (en revalidaciones) como evidencia de que el estudio se realizó de acuerdo con buenas prácticas y para apoyar otras actividades relacionadas con la administración de riesgos (como la elaboración de procedimientos operativos, la administración del cambio, la investigación de incidentes, etc.).

Análisis HazOp de los procedimientos.

Es conveniente incluir en el análisis de riesgo los procedimientos previamente seleccionados para la ejecución de maniobras en todas las etapas del proceso.

Los procedimientos deben seleccionarse de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Historial de accidentes e incidentes.
2. Complejidad del procedimiento.
3. Los riesgos inherentes en llevar a cabo dicha actividad (es decir, si hay que realizar la actividad en caso de emergencia).

Para analizar los procedimientos operativos de los procesos seleccionados por el equipo de análisis de riesgo, se utiliza una extensión lógica de la técnica de análisis HazOp. Los procedimientos individuales se analizan también usando palabras guía. Las palabras guía de la tabla No. 1.9 se aplican a cada uno de los pasos del procedimiento para identificar los posibles errores humanos que un operador puede cometer durante la ejecución de ese paso del procedimiento. El equipo de análisis de riesgo debe determinar las características del equipo, del entorno laboral, de los instrumentos y de los procedimientos mismos que pueden contribuir a la comisión de errores humanos.

Tabla 1.9.- Palabras guías para los pasos de los procedimientos.

| Palabras guía | Definición |
|-------------------------------------|--|
| Falta de paso en el procedimiento. | El paso no está presente en el procedimiento actual, a pesar de su importancia para poder alcanzar la intención del procedimiento en condiciones seguras. |
| No se realiza el paso. | El paso no se ejecuta, se completa parcialmente, o bien se ejecuta demasiado tarde. |
| El paso se realiza incorrectamente. | El paso se ejecuta sobre otro dispositivo o de manera diferente a la especificada. También puede significar que otra acción se realiza simultáneamente con este paso, o que el paso se ejecuta fuera de secuencia. |

Asuntos específicos del análisis.

Considerando el amplio rango de factores que pueden contribuir a incidentes potenciales en los procesos el equipo de análisis de riesgo también realizó un análisis comprensivo de los procesos que se lleva a cabo en la instalación y sus operaciones en los que se trataron temas mencionados como los que a continuación se muestran:

Peligros en los procesos.

Utilizando la técnica de identificación de riesgos HazOp, el equipo identificó y evaluó los riesgos asociados debidos a la naturaleza misma de los materiales procesados a las condiciones de los procesos y a la magnitud de los inventarios. La experiencia de los miembros del equipo de análisis de riesgo en la operación de los procesos contribuyó a garantizar una cobertura global de los riesgos de los procesos.

El equipo de análisis de riesgo analizó los riesgos en los procesos para varios modos operativos, incluyendo la operación normal, arranque, paro normal y la pérdida de servicios auxiliares críticos. Los peligros de interés incluyen todos aquellos que pueden generar una liberación de material peligroso que resulte en cuatro tipos de consecuencias hacia un receptor que se ha establecido, estas consecuencias son:

- Daños o heridas graves a las personas (Seguridad y salud de los vecinos).
- Impacto al Medio Ambiente (Efectos en el Centro de Trabajo, Efectos fuera del Centro de Trabajo, Descargas y Fugas).
- Afectación al Negocio (Pérdida de producción, Daños a las instalaciones, Efecto Legal y Daños en propiedad a terceros).
- Afectación a la imagen (Atención de los medios al evento).

Incidentes previos.

En el transcurso de las sesiones de trabajo el equipo de análisis de riesgo discutió incidentes relevantes de acuerdo con su experiencia, lo que permitió que se consideraran como podrían ocurrir problemas adicionales a los expuestos o en su caso, probablemente volver a repetirse por presentar las mismas condiciones en la instalación de acuerdo a lo descrito del evento.

Controles de ingeniería y administrativos.

La aplicación de las técnicas de análisis utilizadas en este estudio estableció como primer paso que se tiene un control estricto de los controles administrativos y de ingeniería en las diferentes partes de los procesos en cuanto a su efectividad de mitigar, prevenir, detectar la liberación de sustancias peligrosas. En el HazOp se postularon las desviaciones en el proceso y se somete a análisis las posibles consecuencias de interés ya establecidas que de esta se derivan.

Uno de los ejemplos de control o referidas como salvaguardas que fueron consideradas para el análisis, incluyeron controles de ingeniería y de tipo administrativo (Válvulas de seguridad, sistema contra incendio, válvula automática doble no retroceso, válvula interna con actuador neumático, medidor de flujo másico y Plan de respuesta a Emergencias).

En la columna del HazOp “salvaguardas” se muestran estos tipos de controles, siendo oportuno señalar que en las sesiones y el reporte HazOp se consideraron e hicieron mención y referencia, de salvaguardas genéricas en donde sean respectivamente aplicables para eventos de liberación de sustancias químicas peligrosas cuando por tener características y condiciones similares se pueden expresar y contemplar en referencias accesibles y factibles.

Cuando el equipo de análisis no encontró un control de tipo administrativo o de ingeniería o en su caso se evaluó con carencia para mitigar las consecuencias, emitió recomendaciones para mejorar, complementar o en su caso implantar física o ejecutivamente las acciones necesarias para mitigar las consecuencias.

Consecuencias de falla en los controles.

La técnica HazOp implica la documentación de los escenarios de las consecuencias de interés más verosímiles, para lo cual no se considera la actuación o activación de las salvaguardas existentes; este enfoque es para evaluar el máximo nivel de riesgo y las peores consecuencias de acuerdo con las fallas totales de los controles administrativos y de ingeniería, una vez documentadas las consecuencias se identifican todos los controles administrativos y de ingeniería para proteger a la instalación contra dicho escenario, siendo reiterativo que cuanto más sean identificadas y calificadas las consecuencias mayor deberá ser la existencia de los controles administrativos, los de ingeniería y su confiabilidad. La identificación de escenarios que conllevan a consecuencias de menor impacto respecto a las establecidas y que se identificaron, fueron evaluadas, pero solamente las que llegaron a ser consideradas como las de mayores consecuencias de interés, fueron asentadas en el análisis.

Aplicación del análisis HazOp y What If.

En la Tabla 1.10 se describe la relación de nodos y desviaciones analizados para la metodología HazOp y en la tabla 1.11 los sistemas y subsistemas de la metodología What If.

Tabla 1.10.- Lista de nodos y desviaciones para el análisis HazOp.

| Nodo | Desviación | No. Escenario | |
|--|------------------|---------------|---------|
| Nodo: 1. Desde el gasoducto de alimentación de gas del sistema de compresión de alta presión de línea 6 (TIE IN-02), patín de endulzamiento PA-101A/B sección endulzamiento (separador FA-101A/B, torre absorbidora DA-101A/B hasta la descarga del Separador de gas dulce FA-102 A/B hacia separador de succión general FA-100. | Alta presión | 1.1.1.1 | |
| | Baja presión | | 1.2.1.1 |
| | | | 1.2.2.1 |
| | | | 1.2.3.1 |
| | | | 1.2.4.1 |
| | | | 1.2.5.1 |
| | Alto nivel | 1.3.1.1 | |
| | Bajo nivel | 1.4.1.1 | |
| | Alta temperatura | | 1.5.1.1 |
| | | | 1.5.2.1 |
| | Fuga/Ruptura | | 1.7.1.1 |
| | | | 1.7.2.1 |
| | | | 1.7.3.1 |

| Nodo | Desviación | No. Escenario |
|---|--|---------------|
| Nodo:2. Gas amargo sin pasar por el proceso de endulzamiento hacia Separador General de succión FA-100 a través de línea 16"-GAM-31003-C-D33T1. | Composición fuera de especificación para servicios (turbomaquinaria) | 2.1.1.1 |
| Nodo: 3. Alimentación de gas dulce a separador general de succión FA-100 incluyendo las líneas de alimentación a los sistemas de compresión de alta presión Tren A, B, C (PA-100 A/B/C), alimentación al paquete de acondicionamiento de gas combustible PA-500 y al paquete de regulación. | Alta presión | 3.1.1.1 |
| | Baja presión | 3.2.1.1 |
| | | 3.2.2.1 |
| | | 3.2.3.1 |
| | | 3.2.4.1 |
| | Alto nivel | 3.3.1.1 |
| | No nivel | 3.3.2.1 |
| | Bajo flujo | 3.5.1.1 |
| | No flujo | 3.7.1.1 |
| | Fuga/Ruptura | 3.8.1.1 |
| | Nodo: 4. Sistema de regeneración de amina (FA-1052A, FD-1052A, FD-1152A, FD-1054A, FD-1055A, FD-1155A, intercambiadores de calor amina rica/amina pobre EA-1051A/1151A, bombas booster de amina GA-1051A/1151A, soloaire de amina EC-1052A, bombas de carga de amina GA-1054A/1154A, tanque acumulador de reflujo FA-1053A, bombas de reflujo GA-1052A/1152A, torre regeneradora de amina DA-1052A, reboiler de amina EA-1052A, soloaire condensador de reflujo E-1051A) | Fuga/Ruptura |
| Fuga/Ruptura | | 3.11.2.1 |
| Fuga/Ruptura | | 3.11.3.1 |
| Alta Presión FA-1052A | | 4.1.1.1 |
| Alto Nivel FA-1052A | | 4.3.1.1 |
| Bajo Nivel FA-1052A | | 4.4.1.1 |
| | | 4.4.2.1 |
| Alta Presión diferencial en filtros | | 4.7.1.1 |
| Baja Presión diferencial en filtros | | 4.8.1.1 |
| No Flujo en intercambiadores de calor EA-1051A ó EA-1151A | | 4.9.1.1 |
| Alta Temperatura en torre DA-1052A | | 4.10.1.1 |
| | | 4.10.2.1 |
| Baja Temperatura en torre DA-1052A | | 4.11.1.1 |
| Alta Temperatura en soloaire E-1051A | | 4.13.1.1 |
| | | 4.13.2.1 |
| | | 4.13.3.1 |
| | | 4.13.4.1 |
| | | 4.13.5.1 |
| Baja Temperatura en soloaire E-1051A | | 4.14.1.1 |
| Alta Presión en FA-1053A | | 4.15.1.1 |
| | | 4.15.2.1 |
| | | 4.15.3.1 |
| | | 4.15.4.1 |
| Baja Presión FA-1053A | 4.16.1.1 | |
| Alto Nivel FA-1053A | 4.17.1.1 | |
| | 4.17.2.1 | |
| No Nivel FA-1053A | 4.19.1.1 | |
| | 4.19.2.1 | |

| Nodo | Desviación | No. Escenario |
|--|---|---------------|
| | No Flujo GA-1052A o GA-1152A | 4.20.1.1 |
| | Alto Flujo en la descarga de bombas GA-1052A o GA-1152A | 4.21.1.1 |
| | Alta Presión en la descarga de bombas GA-1052A o GA-1152A | 4.22.1.1 |
| | Baja Presión en la descarga de bombas GA-1052A o GA-1152A | 4.23.1.1 |
| | Alta Presión en la descarga de bombas GA-1051A o GA-1151A | 4.24.1.1 |
| | Baja Presión en la descarga de bombas GA-1051A o GA-1151A | 4.25.1.1 |
| | Alto Flujo en la descarga de bombas GA-1054A o GA-1154A | 4.26.1.1 |
| | Alta Presión en la descarga de bombas GA-1054A o GA-1154A | 4.27.1.1 |
| | Baja Presión en la descarga de bombas GA-1054A o GA-1154A | 4.28.1.1 |
| | | 4.28.2.1 |
| | | 4.29.1.1 |
| | | 4.29.2.1 |
| | Fuga/Ruptura | 4.29.3.1 |
| | | 4.29.4.1 |
| 4.29.1.1 | | |
| 4.29.2.1 | | |
| Nodo: 5. Sistema de acondicionamiento de gas combustible PA-500. | Alta Presión en FA-500 | 5.1.1.1 |
| | Baja Presión en FA-500 | 5.2.1.1 |
| | Alto Nivel en FA-500 | 5.3.1.1 |
| | No Nivel en FA-500 | 5.4.1.1 |
| | Diferencial de Presión en Filtros FG-103/R | 5.5.1.1 |
| | Baja Temperatura en EC-103 | 5.7.1.1 |
| | Alta Presión en FA-600 | 5.8.1.1 |
| | Baja Presión en FA-600 | 5.9.1.1 |
| | Alto Nivel en FA-600 | 5.10.1.1 |
| | No Nivel en FA-600 | 5.11.1.1 |
| | Fuga/Ruptura | 5.12.1.1 |
| | | 5.12.2.1 |
| | | 5.12.3.1 |
| | | 5.12.4.1 |

| Nodo | Desviación | No. Escenario |
|--|---|---------------|
| Nodo: 6. Paquete de compresión de alta presión de gas amargo PA-100 A/B/C (separador de succión MBF-201, compresor CAE-301, enfriador HAL-302, separador de descarga MBF-401). | Alta Presión en la succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.1.1.1 |
| | | 6.1.2.1 |
| | Baja Presión en la succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.2.1.1 |
| | | 6.2.2.1 |
| | Alta Presión en la descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.3.1.1 |
| | Baja Presión en la descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.4.1.1 |
| | Alto Nivel en separador de succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.5.1.1 |
| | No Nivel en separador de succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.6.1.1 |
| | Alta Temperatura en el separador de descarga MBF-401 del PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.11.1.1 |
| Alto Nivel en separador de descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.13.1.1 | |
| | 6.13.2.1 | |

| Nodo | Desviación | No. Escenario | |
|---|--|---------------|----------|
| | No Nivel en separador de descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.14.1.1 | |
| | Bajo Flujo en la succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.16.1.1 | |
| | Fuga/Ruptura | | 6.17.1.1 |
| | | | 6.17.2.1 |
| | | | 6.17.3.1 |
| | | | 6.17.4.1 |
| | | 6.17.5.1 | |
| Nodo: 7. Sistema de recolección de condensados de alta presión (PA-1400). | Alta Presión | 7.1.1.1 | |
| | Baja Presión | 7.2.1.1 | |
| | | 7.2.2.1 | |
| | | 7.2.3.1 | |
| | Alto Nivel | 7.3.1.1 | |
| | No Nivel | 7.5.1.1 | |
| | Fuga/Ruptura | 7.11.1.1 | |
| 7.11.2.1 | | | |
| 7.11.3.1 | | | |
| Nodo: 8. Sistema de recolección de condensados de intermedia presión (PA-1500). | Alta Presión | 8.1.1.1 | |
| | Baja Presión | 8.2.1.1 | |
| | | 8.2.2.1 | |
| | | 8.2.3.1 | |
| | Alto Nivel | 8.3.1.1 | |
| | No Nivel | 8.5.1.1 | |
| | Fuga/Ruptura | 8.11.1.1 | |
| 8.11.2.1 | | | |
| 8.11.3.1 | | | |

Tabla 1.11.- Lista de Sistemas y subsistemas para el análisis What If.

| Sistema | Subsistema | No. de escenario |
|---|---|------------------|
| Sistemas auxiliares del Sistema de Endulzamiento Compresión en la TMDB. | Sistema de inhibidor de corrosión. | 1.1.1.1 |
| | | 1.1.2.1 |
| | Sistema de inhibidor de hidratos. | 1.2.1.1 |
| | Sistema de aire de instrumentos. | 1.3.1.1 |
| | Sistema de agua desmineralizada PA-203. | 1.4.1.1 |
| | Paquete drenaje presurizado PA-1200. | 1.5.1.1 |
| | Sistema de drenaje atmosférico PA-1300. | 1.6.1.1 |

Resultados del análisis HazOp/What If.

Las Hojas de trabajo resultado de la aplicación de la metodología HazOp y What If para el proyecto de “Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO”, se muestran en el **Anexo “1.6”**.

Recomendaciones HazOp/What If.

Durante el desarrollo del análisis de los escenarios, el grupo multidisciplinario realizó las recomendaciones que consideró necesarias para Prevenir, Reducir o Mitigar las consecuencias de cada desviación. En el **Anexo “1.6”**, se presentan dichas recomendaciones.

1.4.1.3. Jerarquización de Escenarios de Riesgo.

Método Matriz de Riesgo.

La jerarquización por Matriz de Riesgos es una técnica que permite clasificar por su grado de riesgo, los escenarios de peligro identificados.

Este estudio fue realizado con base a la matriz de riesgos de la Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos e instalaciones de PEMEX Exploración y Producción (GO-SS-TC-0002-2020, versión segunda).

La aplicación de los factores de Frecuencia y Consecuencia estimados para cada escenario permite obtener su Nivel de Riesgo y su ubicación dentro de las cuatro zonas en las que se ha dividido la matriz:

Tipo A.- Zona de Riesgo No Tolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a tipo C o de preferencia a tipo D, en un lapso menor a 90 días.

Tipo B.- Zona de Riesgo Indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse Controles Temporales Inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C.- Zona de Riesgo Aceptable con Controles: El riesgo es significativo, pero se pueden acompañar las acciones correctivas con el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D.- Zona de Riesgo Tolerable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas.

Durante este análisis, se toman en consideración los receptores de afectaciones del riesgo identificado: Personal, Población, Ambiente e Instalación/Producción (ver tabla 1.13).

A continuación, se muestran las tablas de los índices de frecuencia y consecuencia empleados para identificar el índice de riesgo de cada evento o escenario planteado (Tabla 1.12, Tablas 1.13).

Tabla 1.12.- Niveles de frecuencia.

| Clasificación | Tipo | Descripción de la frecuencia de ocurrencia |
|---------------|---------------------|--|
| F6 | Muy frecuente | Ocurre una o más veces en un año |
| F5 | Frecuente | Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años |
| F4 | Poco frecuente | Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años |
| F3 | Raro | Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años |
| F2 | Muy raro | Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación. |
| F1 | Extremadamente raro | Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro |

Fuente: Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos e instalaciones de PEMEX Exploración y Producción. GO-SS-TC-0002-2020, versión segunda.

Tabla 1.13.- Niveles de consecuencia.

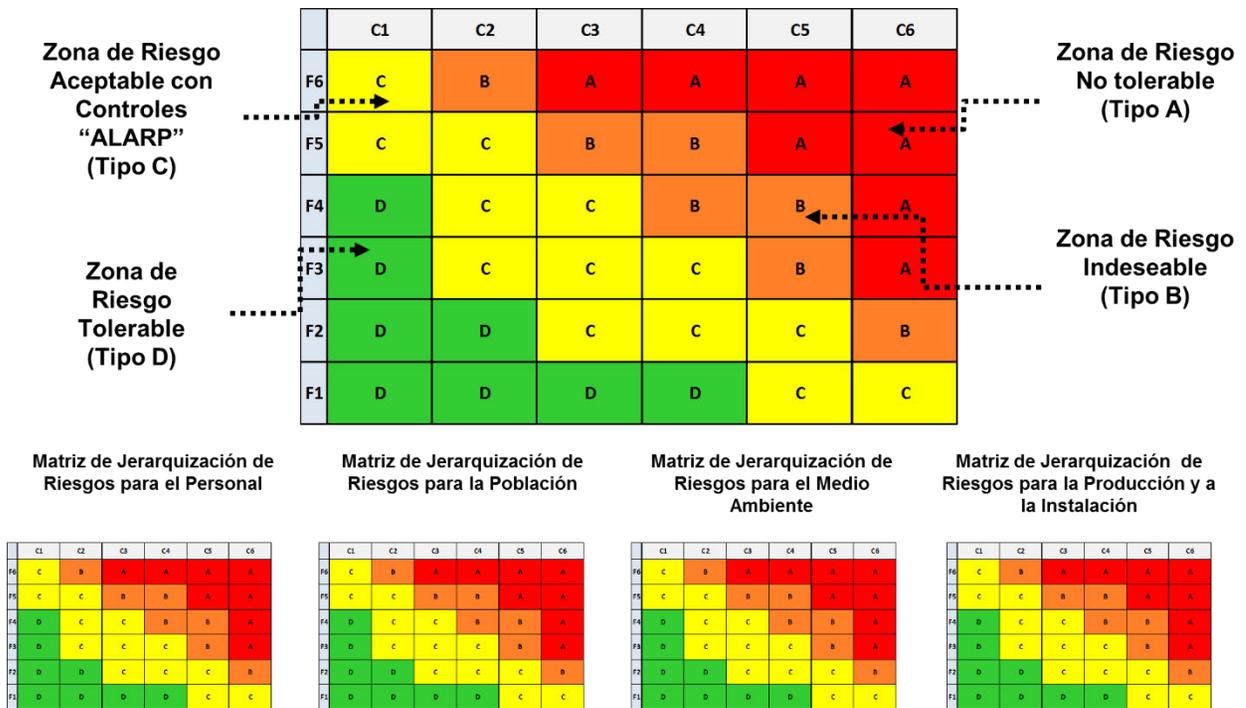
| Categoría de la consecuencia (Impacto) | Daños al personal | Efectos en la población | Impacto ambiental | Perdida o diferimiento de producción (USD) | Daños a la instalación (USD) |
|--|---|--|--|--|------------------------------|
| 6 (Catastrófico) | Lesiones o daños físicos que pueden generar más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

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

Fuente: Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos e instalaciones de PEMEX Exploración y Producción. GO-SS-TC-0002-2020, versión segunda.

A continuación, se muestran la matriz de riesgos (Tabla 1.14) y la clasificación de riesgos (Tabla 1.15) aplicadas durante las reuniones multidisciplinarias.

Tabla 1.14.- Matriz para la estimación del índice de riesgo.



Fuente: Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos e instalaciones de PEMEX Exploración y Producción. GO-SS-TC-0002-2020, versión segunda.

Tabla 1.15.- Clasificación de riesgos.

| ÍNDICE DE RIESGO | CLASIFICACIÓN |
|------------------|--------------------------------|
| A | NO TOLERABLE |
| B | INDESEABLE |
| C | ACEPTABLE CON CONTROLES |
| D | TOLERABLE |

Fuente: Guía Operativa para realizar Análisis de Riesgos de Procesos en los proyectos e instalaciones de PEMEX Exploración y Producción. GO-SS-TC-0002-2020, versión segunda.

La aplicación de las Frecuencias del escenario y la Consecuencia esperada para cada uno de los receptores, Personal, Ambiente, Negocio e Imagen, se representan en su respectiva matriz, la cual contiene los criterios del documento normativo para cada una de las cuatro clasificaciones de riesgo representadas por medio de colores Rojo, Naranja, Amarillo y Verde, correspondientes al Riesgo Intolerable, Riesgo Indeseable, Riesgo Aceptable con Controles y Riesgo Razonablemente Aceptable, respectivamente como se muestra en las tablas 1.16, 1.17, 1.18 y 1.19.

Conforme a los resultados de clasificación de riesgos, se deberán considerar los siguientes criterios en las conclusiones del análisis:

- En caso de que la ponderación de escenarios por frecuencia y consecuencia exceda la región Riesgo Aceptable con controles (Amarilla), es decir, que los escenarios se encuentren en la región de Riesgos Indeseables (Naranja) y Riesgos Intolerables (Roja); se debe considerar, realizar una identificación de los escenarios, a los cuáles se les debe considerar invariablemente en el análisis de consecuencias y recomendar el desarrollo de un análisis detallado de frecuencia.
- Para los escenarios que se ubican la región de Riesgos Aceptables (verde) y Riesgo Aceptable con controles (amarilla), se debe considerar la atención a las recomendaciones generadas en la identificación de riesgos, con la finalidad de evitar la degradación de la seguridad y su condición de riesgo se desplace a la definida como Indeseable o Intolerable.

Evaluación de la frecuencia y consecuencia de los escenarios.

Se evaluaron los escenarios de riesgo identificados para el proyecto “Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO”. A continuación, se presentan dichos resultados, los cuales fueron clasificados en la Matriz de Riesgo que se indica en la tabla 1.16.

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al personal, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla 1.16.- Matriz de riesgo por daños al Personal.

| | | CONSECUENCIA | | | | | |
|----------------|----|--|---|----|----|----|----|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| FRECUENCIA/AÑO | F6 | HazOp: 1.3.1.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 4.13.1.1, 6.11.1.1, 6.13.2.1, 6.16.1.1 (7) | | | | | |
| | F5 | HazOp: 2.1.1.1, 3.7.1.1, 3.8.1.1, (3) | HazOp: 4.29.4.1, 5.12.2.1, 6.17.2.1, 8.11.2.1, (4) | | | | |
| | F4 | HazOp: 1.2.2.1, 3.2.1.1, 3.2.4.1, 3.3.1.1, 3.3.2.1, 3.5.1.1, 4.3.1.1, 4.4.2.1, 4.14.1.1, 4.15.4.1, 4.16.1.1, 4.19.2.1, 4.20.1.1, 4.22.1.1, 4.24.1.1, 4.27.1.1, 5.4.1.1, 5.7.1.1, 5.10.1.1, 5.11.1.1, 6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.2.1.1, 6.3.1.1, 6.5.1.1, 6.6.1.1, 6.13.1.1, 6.14.1.1, 7.1.1.1, 7.2.1.1, 7.2.2.1, 7.2.3.1, 7.3.1.1, 7.5.1.1, 8.1.1.1, 8.2.1.1, 8.2.2.1, 8.2.3.1, 8.3.1.1, 8.5.1.1, (40) | HazOp: 1.7.1.1, 1.7.2.1, 3.11.1.1, 3.11.2.1, 4.1.1.1, 4.29.1.1, 4.29.2.1, 5.12.4.1, 6.17.5.1, 7.11.1.1, 7.11.2.1, 8.11.1.1, (12) | | | | |
| | F3 | HazOp: 1.1.1.1, 1.2.1.1, 3.1.1.1, 4.11.1.1, 4.13.5.1, 4.21.1.1, 4.28.2.1, 5.2.1.1, 5.9.1.1, 6.2.2.1, (10) What If: 1.1.1.1, 1.5.1.1, (2) | HazOp: 5.12.1.1, 6.17.1.1, 6.17.3.1, (3) | | | | |
| | F2 | HazOp: 1.2.3.1, 1.2.4.1, 1.2.5.1, 1.5.2.1, 3.2.2.1, 3.2.3.1, 4.4.1.1, 4.7.1.1, 4.8.1.1, 4.9.1.1, 4.10.1.1, 4.10.2.1, 4.13.2.1, 4.13.3.1, 4.13.4.1, 4.15.1.1, 4.15.2.1, 4.15.3.1, 4.17.1.1, 4.17.2.1, 4.19.1.1, 4.23.1.1, 4.25.1.1, 4.26.1.1, 4.28.1.1, 5.1.1.1, 5.3.1.1, 5.5.1.1, 5.8.1.1, 6.4.1.1, (30) What If: 1.1.2.1, 1.2.1.1, 1.3.1.1, 1.4.1.1, 1.6.1.1, (5) | HazOp: 1.7.3.1, 3.11.3.1, 4.29.3.1, 5.12.3.1, 6.17.4.1, 7.11.3.1, 8.11.3.1, (7) | | | | |
| | F1 | | | | | | |

En la matriz por daños al Personal (Tabla 1.16) se ponderaron 123 escenarios de riesgo, observando que la distribución de estos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo A (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo B (indeseable).
- 29 escenarios en la zona de riesgo C (aceptable con controles).
- 94 escenarios se ubican en la zona de riesgo D (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al ambiente, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla 1.17.- Matriz de riesgo por daños a la Población.

| | | CONSECUENCIA | | | | | |
|----------------|----|---|---|----|----|----|----|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| FRECUENCIA/AÑO | F6 | HazOp: 1.3.1.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 4.13.1.1, 6.11.1.1, 6.13.2.1, 6.16.1.1, (7) | | | | | |
| | F5 | HazOp: 2.1.1.1, 3.7.1.1, 3.8.1.1, 4.29.4.1, 5.12.2., 6.17.2.1, 8.11.2.1, (7) | | | | | |
| | F4 | HazOp: 1.2.2.1, 1.7.1.1, 1.7.2.1, 3.2.1.1, 3.2.4.1, 3.3.1.1, 3.3.2.1, 3.5.1.1, 3.11.1.1, 3.11.2.1, 4.1.1.1, 4.3.1.1, 4.4.2.1, 4.14.1.1, 4.15.4.1, 4.16.1.1, 4.19.2.1, 4.20.1.1, 4.22.1.1, 4.24.1.1, 4.27.1.1, 4.29.1.1, 4.29.2.1, 5.4.1.1, 5.7.1.1, 5.10.1.1, 5.11.1.1, 5.12.4.1, 6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.3.1.1, 6.5.1.1, 6.6.1.1, 6.13.1.1, 6.17.5.1, 7.1.1.1, 7.2.1.1, 7.2.2.1, 7.2.3.1, 7.3.1.1, 7.5.1.1, 7.11.1.1, 7.11.2.1, 8.1.1.1, 8.2.1.1, 8.2.2.1, 8.2.3.1, 8.3.1.1, 8.5.1.1, 8.11.1.1, (50) | HazOp: 6.2.1.1, 6.14.1.1, (2) | | | | |
| | F3 | HazOp: 1.1.1.1, 1.2.1.1, 3.1.1.1, 4.11.1.1, 4.13.5.1, 4.21.1.1, 4.28.2.1, 5.2.1.1, 5.9.1.1, 6.2.2.1, (10) What If: 1.1.1.1, 1.5.1.1, (2) | HazOp: 5.12.1.1, 6.17.1.1, 6.17.3.1, (3) | | | | |
| | F2 | HazOp: 1.2.3.1, 1.2.4.1, 1.2.5.1, 1.5.2.1, 1.7.3.1, 3.2.2.1, 3.2.3.1, 3.11.3.1, 4.4.1.1, 4.7.1.1, 4.8.1.1, 4.9.1.1, 4.10.1.1, 4.10.2.1, 4.13.2.1, 4.13.3.1, 4.13.4.1, 4.15.1.1, 4.15.2.1, 4.15.3.1, 4.17.1.1, 4.17.2.1, 4.19.1.1, 4.23.1.1, 4.25.1.1, 4.26.1.1, 4.28.1.1, 4.29.3.1, 5.1.1.1, 5.3.1.1, 5.5.1.1, 5.8.1.1, 5.12.3.1, 6.4.1.1, 6.17.4.1, 7.11.3.1, 8.11.3.1, (37) What If: 1.1.2.1, 1.2.1.1, 1.3.1.1, 1.4.1.1, 1.6.1.1, (5) | | | | | |
| F1 | | | | | | | |

En la matriz por daños a la población (Tabla 1.17) se ponderaron 123 escenarios de riesgo, observando que la distribución de estos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo A (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo B (indeseable).
- 19 escenarios se ubican en la zona de riesgo C (aceptable con controles).
- 104 escenarios se ubican en la zona de riesgo D (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al negocio, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla 1.18.- Matriz de riesgo por daños al Ambiente.

| | | CONSECUENCIA | | | | | |
|----------------|----|---|--|--|----|----|----|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| FRECUENCIA/AÑO | F6 | HazOp: 1.3.1.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 4.13.1., 6.11.1.1, 6.13.2.1, 6.16.1.1, (7) | | | | | |
| | F5 | HazOp: 2.1.1.1, 3.7.1.1, 3.8.1.1, (3) | HazOp: 4.29.4.1, 5.12.2.1, 6.17.2.1, (3) | HazOp: 8.11.2.1, (1) | | | |
| | F4 | HazOp: 1.2.2.1, 4.3.1.1, 4.4.2.1, 4.14.1.1, 4.15.4.1, 4.16.1.1, 4.19.2.1, 4.20.1.1, 4.22.1.1, 4.24.1.1, 4.27.1.1, 5.4.1.1, 5.7.1.1, 5.10.1.1, 5.11.1.1, 6.13.1.1, (16) | HazOp: 3.2.1.1, 3.2.4.1, 3.3.1.1, 3.3.2.1, 3.5.1.1, 4.1.1.1, 6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.2.1.1, 6.3.1.1, 6.5.1.1, 6.6.1.1, 6.14.1.1, 7.1.1.1, 7.2.1.1, 7.2.2.1, 7.2.3.1, 7.3.1.1, 7.5.1.1, 8.1.1.1, 8.2.1.1, 8.2.2.1, 8.2.3.1, 8.3.1.1, 8.5.1.1, (25) | HazOp: 1.7.1.1, 1.7.2.1, 3.11.1.1, 3.11.2.1, 4.29.1.1, 4.29.2.1, 5.12.4.1, 6.17.5.1, 7.11.1.1, 7.11.2.1, 8.11.1.1, (11) | | | |
| | F3 | HazOp: 1.1.1.1, 1.2.1.1, 3.1.1.1, 4.11.1.1, 4.13.5.1, 4.21.1.1, 4.28.2.1, 5.2.1.1, 5.9.1.1, 6.2.2.1, (10) What If: 1.1.1.1, 1.5.1.1, (2) | HazOp: 5.12.1.1, 6.17.1.1, 6.17.3.1 (3) | | | | |
| | F2 | HazOp: 1.2.3.1, 1.5.2.1, 4.4.1.1, 4.7.1.1, 4.8.1.1, 4.9.1.1, 4.10.1.1, 4.10.2.1, 4.13.2.1, 4.13.3.1, 4.13.4.1, 4.15.1.1, 4.15.2.1, 4.15.3.1, 4.17.1.1, 4.17.2.1, 4.19.1.1, 4.23.1.1, 4.25.1.1, 4.26.1.1, 4.28.1.1, 5.1.1.1, 5.3.1.1, 5.5.1.1, 5.8.1.1, (25) What If: 1.1.2.1, 1.2.1.1, 1.3.1.1, 1.4.1.1, 1.6.1.1, (5) | HazOp: 1.2.4.1, 1.2.5.1, 3.2.2.1, 3.2.3.1, 6.4.1.1, (5) | HazOp: 1.7.3.1, 3.11.3.1, 4.29.3.1, 5.12.3.1, 6.17.4.1, 7.11.3.1, 8.11.3.1, (7) | | | |
| F1 | | | | | | | |

En la matriz por daños al ambiente (Tabla 1.18) se ponderaron 123 escenarios de riesgo, observando que la distribución de estos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo A (intolerable).
- 1 escenario se encuentra en la zona de riesgo B (indeseable).
- 59 escenarios en la zona de riesgo C (aceptable con controles).
- 63 escenarios se ubican en la zona de riesgo D (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños a la imagen de la empresa, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla 1.19.- Matriz de riesgo por daños a la Instalación/Producción de la Empresa.

| | | CONSECUENCIA | | | | |
|-----------------------|----|---|---|--|--|------|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5C6 |
| FRECUENCIA/AÑO | F6 | HazOp: 1.3.1.1, 1.4.1.1, 6.16.1.1, (3) | HazOp: 1.5.1.1, 4.13.1.1, 6.11.1.1, 6.13.2.1, (4) | | | |
| | F5 | HazOp: 4.29.4.1, 5.12.2.1, 6.17.2.1, (3) | HazOp: 3.7.1.1, 3.8.1.1 (2) | | HazOp: 2.1.1.1, 8.11.2.1 (2) | |
| | F4 | HazOp: 4.3.1.1, 4.15.4.1, 6.13.1.1, (3) | HazOp: 3.2.1.1, 3.3.1.1, 4.1.1.1, 4.14.1.1, 4.16.1.1, 4.19.2.1, 4.20.1.1, 4.22.1.1, 4.24.1.1, 4.27.1.1, 5.4.1.1, 5.7.1.1, 6.1.1.1, 6.1.2.1, 6.2.1.1, 6.3.1.1, 6.5.1.1, 6.6.1.1, 6.14.1.1, 7.1.1.1, 7.2.1.1, 7.2.2.1, 7.2.3.1, 7.3.1.1, 7.5.1.1, 8.1.1.1, 8.2.1.1, 8.2.2.1, 8.2.3.1, 8.3.1.1, 8.5.1.1, (31) | HazOp: 1.2.2.1 (1) | HazOp: 1.7.1.1, 1.7.2.1, 3.2.4.1, 3.3.2.1, 3.5.1.1, 3.11.1.1, 3.11.2.1, 4.4.2.1, 4.29.1.1, 4.29.2.1, 5.10.1.1, 5.11.1.1, 5.12.4.1, 6.17.5.1, 7.11.1.1, 7.11.2.1, 8.11.1.1, (17) | |
| | F3 | 4.28.2.1, (1) | HazOp: 4.11.1.1, 4.13.5.1, 4.21.1.1, 6.2.2.1, 6.17.3.1, (5) What If: 1.5.1.1, (1) | HazOp: 1.1.1.1, 1.2.1.1, 3.1.1.1, (3) What If: 1.1.1.1 (1) | HazOp: 5.2.1.1, 5.9.1.1, 5.12.1.1, 6.17.1.1, (4) | |
| | F2 | HazOp: 1.2.3.1, 4.23.1.1, 4.25.1.1, 4.26.1.1, 4.28.1.1, (5) What If: 1.6.1.1 (1) | HazOp: 1.2.5.1, 1.5.2.1, 3.2.2.1, 4.9.1.1, 4.10.1.1, 4.10.2.1, 4.13.2.1, 4.13.3.1, 4.15.1.1, 4.15.2.1, 4.17.1.1, 4.17.2.1, 4.19.1.1, 5.1.1.1, 5.3.1.1, 5.5.1.1, 5.8.1.1, 6.4.1.1, (18) | HazOp: 1.2.4.1, 4.13.4.1, 4.15.3.1, (3) What If: 1.1.2.1, 1.2.1.1, 1.3.1.1, 1.4.1.1 (4) | HazOp: 1.7.3.1, 3.2.3.1, 3.11.3.1, 4.4.1.1, 4.7.1.1, 4.8.1.1, 4.29.3.1, 5.12.3.1, 6.17.4.1, 7.11.3.1, 8.11.3.1, (11) | |
| | F1 | | | | | |

En la matriz por daños a la Imagen/Producción de la Empresa (Tabla 1.19) se ponderaron 123 escenarios de riesgo, observando que la distribución de estos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo A (intolerable).
- 23 escenarios se ubican en la zona de riesgo B (indeseable).
- 72 escenarios se ubican en la zona de riesgo C (aceptable con controles).
- 28 escenarios se ubican en la zona de riesgo D (razonablemente aceptable).

A continuación, se incluye un resumen de las jerarquizaciones de riesgo, de acuerdo con cada uno de los nodos y sistemas evaluados. (Tabla 1.20 y 1.21).

Tabla 1.20.- Tabla de Jerarquización de Riesgos HazOp.

| Nodo | Desviación | No. Escenario | F | C P e | R P e | C P o | R P o | C I A | R I A | C Pr/l n | R Pr/l n | M R |
|--|--|--|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------|
| Nodo: 1. Desde el gasoducto de alimentación de gas del sistema de compresión de alta presión de Línea 6 (TIE IN-02), patín de endulzamiento PA-101A/B sección endulzamiento (separador FA-101A/B, torre absorbidora DA-101A/B hasta la descarga del Separador de gas dulce FA-102 A/B hacia separador de succión general FA-100. | Alta presión | 1.1.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 3 | C | 18 |
| | Baja presión | 1.2.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 3 | C | 18 |
| | | 1.2.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 3 | C | 24 |
| | | 1.2.3.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 8 |
| | | 1.2.4.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 3 | C | 14 |
| | | 1.2.5.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 2 | D | 12 |
| | Alto nivel | 1.3.1.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 24 |
| | Bajo nivel | 1.4.1.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 24 |
| | Alta temperatura | 1.5.1.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 2 | B | 30 |
| | | 1.5.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Fuga/Ruptura | 1.7.1.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 |
| | | 1.7.2.1 | 4 | 2 | C | 1 | C | 3 | B | 4 | B | 40 |
| | | 1.7.3.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 |
| | Nodo:2. Gas amargo sin pasar por el proceso de endulzamiento hacia Separador General de succión FA-100 a través de línea 16"-GAM-31003-C-D33T1. | Composición fuera de especificación para servicios (turbomaquinaria) | 2.1.1.1 | 5 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 4 | B |
| Nodo: 3. Alimentación de gas dulce a separador general de succión FA-100 incluyendo las líneas de alimentación a los sistemas de compresión de alta presión Tren A, B, C (PA-100 A/B/C), alimentación al paquete de acondicionamiento de gas combustible PA-500 y al paquete de regulación. | Alta presión | 3.1.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 3 | C | 18 |
| | Baja presión | 3.2.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 3.2.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 2 | D | 12 |
| | | 3.2.3.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 4 | B | 16 |
| | | 3.2.4.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 4 | B | 32 |
| | Alto nivel | 3.3.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 3.3.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 4 | B | 32 |
| | No nivel | 3.5.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 4 | B | 32 |
| | Bajo flujo | 3.7.1.1 | 5 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 2 | C | 25 |
| | No flujo | 3.8.1.1 | 5 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 2 | C | 25 |
| | Fuga/Ruptura | 3.11.1.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 |
| | | 3.11.2.1 | 4 | 2 | C | 1 | C | 3 | B | 4 | B | 40 |
| | | 3.11.3.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 |
| | Nodo: 4. Sistema de regeneración de amina (FA-1052A, FD-1052A, FD-1152A, FD-1054A, FD-1055A, FD-1155A, intercambiadores de calor amina rica/amina pobre EA-1051A/1151A, bombas booster de amina GA-1051A/1151A, soloaire de amina EC-1052A, bombas de carga de amina GA-1054A/1154A, tanque acumulador de reflujo FA-1053A, bombas de reflujo GA-1052A/1152A, torre regeneradora de amina DA-1052A, reboiler de amina EA-1052A, soloaire condensador de reflujo E-1051A) | Alta Presión FA-1052A | 4.1.1.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 2 | C | 2 | C |
| Alto Nivel FA-1052A | | 4.3.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 16 |
| Bajo Nivel FA-1052A | | 4.4.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | C | 14 |
| | | 4.4.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | B | 28 |
| Alta Presión diferencial en filtros | | 4.7.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | C | 14 |
| Baja Presión diferencial en filtros | | 4.8.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | C | 14 |
| No Flujo en intercambiadores de calor EA-1051A ó EA-1151A | | 4.9.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| Alta Temperatura en torre DA-1052A | | 4.10.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.10.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| Baja Temperatura en | | 4.11.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 15 |

| Nodo | Desviación | No. Escenario | F | C P e | R P e | C P o | R P o | C I A | R I A | C Pr/l n | R Pr/l n | M R |
|------|---|---------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------|
| | torre DA-1052A | | | | | | | | | | | |
| | Alta Temperatura en soloaire E-1051A | 4.13.1.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 2 | B | 30 |
| | | 4.13.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.13.3.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.13.4.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 3 | C | 12 |
| | | 4.13.5.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 15 |
| | Baja Temperatura en soloaire E-1051A | 4.14.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Alta Presión en FA-1053A | 4.15.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.15.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.15.3.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 3 | C | 12 |
| | | 4.15.4.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 16 |
| | Baja Presión FA-1053A | 4.16.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Alto Nivel FA-1053A | 4.17.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.17.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | No Nivel FA-1053A | 4.19.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | | 4.19.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | No Flujo GA-1052A o GA-1152A | 4.20.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Alto Flujo en la descarga de bombas GA-1052A o GA-1152A | 4.21.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 15 |
| | Alta Presión en la descarga de bombas GA-1052A o GA-1152A | 4.22.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Baja Presión en la descarga de bombas GA-1052A o GA-1152A | 4.23.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 8 |
| | Alta Presión en la descarga de bombas GA-1051A o GA-1151A | 4.24.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Baja Presión en la descarga de bombas GA-1051A o GA-1151A | 4.25.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 8 |
| | Alto Flujo en la descarga de bombas GA-1054A o GA-1154A | 4.26.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 8 |
| | Alta Presión en la descarga de bombas GA-1054A o GA-1154A | 4.27.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Baja Presión en la descarga de bombas GA-1054A o GA-1154A | 4.28.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 8 |

| Nodo | Desviación | No. Escenario | F | C P e | R P e | C P o | R P o | C I A | R I A | C Pr/l n | R Pr/l n | M R |
|--|--|---------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------|
| | | 4.28.2.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 12 |
| | Fuga/Ruptura | 4.29.1.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 |
| | | 4.29.2.1 | 4 | 2 | C | 1 | C | 3 | B | 4 | B | 40 |
| | | 4.29.3.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 |
| | | 4.29.4.1 | 5 | 2 | C | 1 | C | 2 | C | 1 | C | 30 |
| Nodo: 5. Sistema de acondicionamiento de gas combustible PA-500. | Alta Presión en FA-500 | 5.1.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Baja Presión en FA-500 | 5.2.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | C | 21 |
| | Alto Nivel en FA-500 | 5.3.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | No Nivel en FA-500 | 5.4.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Diferencial de Presión en Filtros FG-103/R | 5.5.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Baja Temperatura en EC-103 | 5.7.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 20 |
| | Alta Presión en FA-600 | 5.8.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Baja Presión en FA-600 | 5.9.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | C | 21 |
| | Alto Nivel en FA-600 | 5.10.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | B | 28 |
| | No Nivel en FA-600 | 5.11.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | B | 28 |
| | Fuga/Ruptura | 5.12.1.1 | 3 | 2 | C | 2 | C | 2 | C | 4 | C | 30 |
| | | 5.12.2.1 | 5 | 2 | C | 1 | C | 2 | C | 1 | C | 30 |
| | | 5.12.3.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 |
| | 5.12.4.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 | |
| Nodo: 6. Paquete de compresión de alta presión de gas amargo PA-100 A/B/C (separador de succión MBF-201, compresor CAE-301, enfriador HAL-302, separador de descarga MBF-401). | Alta Presión en la succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.1.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 6.1.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Baja Presión en la succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.2.1.1 | 4 | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 2 | C | 28 |
| | | 6.2.2.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 15 |
| | Alta Presión en la descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.3.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Baja Presión en la descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.4.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 2 | D | 12 |
| Alto Nivel en separador de succión del paquete de | 6.5.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 | |

| Nodo | Desviación | No. Escenario | F | C P e | R P e | C P o | R P o | C I A | R I A | C Pr/l n | R Pr/l n | M R |
|---|--|---------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------|
| | | | | | | | | | | | | |
| | compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | | | | | | | | | | | |
| | No Nivel en separador de succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.6.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Alta Temperatura en el separador de descarga MBF-401 del PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.11.1.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 2 | B | 30 |
| | Alto Nivel en separador de descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.13.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 16 |
| | | 6.13.2.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 2 | B | 30 |
| | No Nivel en separador de descarga del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.14.1.1 | 4 | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 2 | C | 28 |
| | Bajo Flujo en la succión del paquete de compresión de alta presión PA-100A (aplica para PA-100B y PA-100C). | 6.16.1.1 | 6 | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 1 | C | 24 |
| | Fuga/Ruptura | 6.17.1.1 | 3 | 2 | C | 2 | C | 2 | C | 4 | C | 30 |
| | | 6.17.2.1 | 5 | 2 | C | 1 | C | 2 | C | 1 | C | 30 |
| | | 6.17.3.1 | 3 | 2 | C | 2 | C | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 6.17.4.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 |
| | | 6.17.5.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 |
| Nodo: 7. Sistema de recolección de condensados de alta presión (PA-1400). | Alta Presión | 7.1.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Baja Presión | 7.2.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 7.2.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 7.2.3.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Alto Nivel | 7.3.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | No Nivel | 7.5.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Fuga/Ruptura | 7.11.1.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 |
| | | 7.11.2.1 | 4 | 2 | C | 1 | C | 3 | B | 4 | B | 40 |
| | 7.11.3.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 | |
| Nodo: 8. Sistema de recolección de condensados de intermedia presión (PA-1500). | Alta Presión | 8.1.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Baja Presión | 8.2.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 8.2.2.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | | 8.2.3.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |

| Nodo | Desviación | No. Escenario | F | C Pe | R Pe | C Po | R Po | C IA | R IA | C Pr/ln | R Pr/ln | MR |
|------|--------------|---------------|---|------|------|------|------|------|------|---------|---------|----|
| | Alto Nivel | 8.3.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | No Nivel | 8.5.1.1 | 4 | 1 | D | 1 | D | 2 | C | 2 | C | 24 |
| | Fuga/Ruptura | 8.11.1.1 | 4 | 2 | C | 1 | D | 3 | C | 4 | B | 40 |
| | | 8.11.2.1 | 5 | 2 | C | 1 | C | 3 | B | 4 | B | 50 |
| | | 8.11.3.1 | 2 | 2 | D | 1 | D | 3 | C | 4 | C | 20 |

F (Frecuencia), C (Consecuencia), Pe (Personal), Po (Población), IA (Impacto al Ambiente), Pr/ln (Producción/Instalación), R (Riesgo), MR (Magnitud de riesgo).

Tabla 1.21.- Tabla de Jerarquización de Riesgos What If?.

| Sistema | Subsistema | No. de escenario | F | C Pe | R Pe | C Po | R Po | C Am | R Am | C Pr/ln | R Pr/ln | MR |
|--|---|------------------|---|------|------|------|------|------|------|---------|---------|----|
| Sistemas auxiliares del Sistema Endulzamiento Compresión en la TMDB. | Sistema de inhibidor de corrosión. | 1.1.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 4 | C | 21 |
| | | 1.1.2.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Sistema de inhibidor de hidratos. | 1.2.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Sistema de aire de instrumentos. | 1.3.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Sistema de agua desmineralizada PA-203. | 1.4.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 2 | D | 10 |
| | Paquete drenaje presurizado PA-1200. | 1.5.1.1 | 3 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 12 |
| | Sistema de drenaje atmosférico PA-1300. | 1.6.1.1 | 2 | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 1 | D | 8 |

F (Frecuencia), C (Consecuencia), Pe (Personal), Po (Población), IA (Impacto al Ambiente), Pr/ln (Producción/Instalación), R (Riesgo), MR (Magnitud de riesgo).

Relación de los riesgos analizados, evaluados y jerarquizados por tipo.

De las tablas “Jerarquización de Riesgos mediante Matriz de Riesgo”, presentadas anteriormente se pueden resumir los siguientes comentarios:

- Para el caso del proyecto “Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO”, se encontró un escenario con magnitud de riesgo de escenarios ubicado en la zona de Riesgo Indeseable por lo cual se emitieron acciones de ingeniería para reducir el riesgo.

| | | |
|--|---|--|
|  | ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL: “SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO” |  |
|--|---|--|

- De la evaluación de jerarquización de matriz de riesgos se ha determinado que los escenarios de riesgo que se encuentran en las zonas de Riesgo Aceptable con Controles (Región Amarilla) y Riesgo Razonablemente Aceptable (Región Verde), debe de darse cumplimiento a las recomendaciones emitidas en la identificación de riesgos para evitar que la seguridad se degrade a Riesgo Indeseable (región naranja).
- Se debe mantener la integridad y confiabilidad mecánica y control de proceso, para reducir la probabilidad de que se produzcan los escenarios de fuga y/o derrame, por lo que, se debe garantizar la operación y actuación en demanda de los sistemas de emergencias a instalar o dispositivos de protección para la mitigación de las afectaciones.

1.4.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo.

1.4.2.1. Análisis de Frecuencias

No se identificaron escenarios de importancia para este análisis.

1.4.2.2. Análisis de consecuencias.

Descripción del software Process Hazard Analysis Software Tool (PHAST).

Los escenarios de riesgo que mostraron el índice de riesgo más probable y el índice de riesgo más alto o catastrófico en la metodología What If, fueron considerados en el desarrollo de las modelaciones matemáticas de emisión de hidrocarburos. El simulador cuenta con un modelo de dispersión, el cual tiene una patente de la compañía Det Norske Veritas (DNV), para la evaluación de análisis de consecuencias por la descarga de sustancias, mismo que es aceptado por la Ocupacional Safety and Health Administration (OSHA), la United States Environmental Protection Agency (USEPA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA). El propósito fundamental del simulador PHAST, es proporcionar al personal de planeación, métodos integrados para evaluar el riesgo de la dispersión de fugas o un posible incendio, relacionados con la descarga de materiales peligrosos en el

ambiente. El programa aumenta el conocimiento de las características de eventos y riesgos de accidentes potenciales y también proporciona las bases para la planificación de emergencias (Radios Potenciales de Afectación).

Las simulaciones de los diferentes escenarios se realizaron mediante la licencia No. S-34942, Versión 8.6.

Criterios utilizados para el análisis cuantitativo.

Para proporcionar los datos al simulador PHAST, se consultó la siguiente información con la finalidad de dar un análisis más claro e interpretar mejor los posibles riesgos evaluados:

- Planos de Instalaciones Mecánicas.
- Diagramas de tuberías e instrumentos (DTI),
- Diagramas de flujo de proceso (DFP).
- Filosofía de operación.
- Especificaciones técnicas.
- Plano de Conjunto (PLG).
- Consulta de estadísticas de accidentes por fuga o en instalaciones similares.
- Los resultados obtenidos con la aplicación de la Metodología de Riesgo HazOp (Hazard and Operability).

Datos de entrada para la simulación de los Escenarios de Riesgo.

Los datos para alimentar al Software PHAST 8.6, se realizaron conforme a lo siguiente:

- a) Nombre del simulador utilizado:** Para el presente estudio se utilizará el Software PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool), Versión 8.6.
- b) Nombre de la Planta o Centro de Trabajo:** Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB.
- c) Clave y nombre de los escenarios de riesgo:** Se utilizarán las siguientes claves y nombres para identificar los siguientes escenarios de riesgo:

En la tabla siguiente se enlistan los escenarios de riesgos seleccionados para el análisis de consecuencias.

Tabla 1.22.- Escenarios de riesgos.

| Clave del escenario | Tipo de escenario | Descripción del escenario | Sustancia peligrosa | Tiempo de fuga | Inventari o de fuga (kg) |
|---------------------|-------------------|--|---------------------|----------------|--------------------------|
| PEP-TMDB-SE-PC-01 | Peor caso | Ruptura catastrófica de la línea de 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas. | Gas amargo | 10 min | 21748.75 |
| PEP-TMDB-SE-CMP-01 | Caso más probable | Fuga de gas amargo en la línea 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas, por orificio con DEF de 1.25", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | Gas amargo | 10 min | 14502.35 |
| PEP-TMDB-SE-CA-01 | Caso Alterno | Fuga de gas amargo en la línea 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas, por orificio con DEF de 3.2" (20 %), causado por golpe o falla mecánica. | Gas amargo | 10 min | 14502.35 |
| PEP-TMDB-SE-CA-02 | Caso Alterno | Fuga de gas amargo en línea de 8"-GAM-31002-C-D33T1 de entrada al paquete de endulzamiento PA-101 AB por orificio con DEF de 1.6", por golpe o falla mecánica. | Gas amargo | 10 min | 7248.78 |
| PEP-TMDB-SC-CA-03 | Caso Alterno | Fuga de gas dulce en línea 16"-GCO-31301-C-D33T1 de entrada al separador general de succión FA-100, por orificio con DEF de 3.2" causado por golpe o falla mecánica. | Gas dulce | 10 min | 7255.95 |
| PEP-TMDB-SC-CA-04 | Caso Alterno | Fuga de gas dulce en línea 6"-GCO-31301-C-D33T1 de succión al paquete de compresión PA-100 ABC, por orificio con DEF de 1.2" causado por golpe o falla mecánica. | Gas dulce | 10 min | 7247.74 |
| PEP-TMDB-SC-CA-05 | Caso Alterno | Fuga de gas dulce en cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión, por orificio con DEF de 3.2" causado por golpe o falla mecánica. | Gas dulce | 10 min | 14502.35 |
| PEP-TMDB-SC-PC-02 | Peor caso | Ruptura catastrófica del cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión. | Gas dulce | 10 min | 21748.75 |
| PEP-TMDB-SC-CMP-02 | Caso más probable | Fuga de gas dulce en cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión, por orificio con DEF de 1.25", causado por corrosión, | Gas dulce | 10 min | 14502.35 |

| Clave del escenario | Tipo de escenario | Descripción del escenario | Sustancia peligrosa | Tiempo de fuga | Inventario de fuga (kg) |
|---------------------|-------------------|---|---------------------|----------------|-------------------------|
| | | golpe o falla mecánica. | | | |
| PEP-TMDB-AC-PC-03 | Peor caso | Ruptura catastrófica de la línea de 4"-CM-32001-C-D32T1 de condensados proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C. | Condensado amargo | 10 min | 5519.16 |
| PEP-TMDB-AC-CMP-03 | Caso más probable | Fuga de condensado en la línea 4"-CM-32001-C-D32T1 proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C, por orificio con DEF de 0.6", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | Condensado amargo | 15 min | 8530.88 |
| PEP-TMDB-AC-CA-06 | Caso Alterno | Fuga de condensado en la línea 4"-CM-32001-C-D32T1 proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C, por orificio con DEF de 1.2", causado por golpe o falla mecánica. | Condensado amargo | 15 min | 8530.88 |
| PEP-TMDB-AC-CA-07 | Caso Alterno | Fuga de MDEA del fondo de la torre absorbidora, por orificio con DEF de 1.2", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | Dietanolamina | 15 min | 28962.00 |

* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como "El Peor Caso (PC)", el cual deberá corresponder a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto.

** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como "El Caso Más Probable (CMP)", el cual deberá corresponder con base en la experiencia del personal operativo, el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

*** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será determinado como "El Caso Alterno (CA)", el cual deberá corresponder a la liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Probable.

- d) Condiciones ambientales del sitio:** Para todos los escenarios de riesgo se tomará la temperatura ambiente promedio de la zona, la cual es de 26.6 °C, de acuerdo con la estación meteorológica más cercana.
- e) Tipo de área de localización de la instalación:** Área industrial / área de proceso.
- f) Condiciones meteorológicas al momento de la fuga del material o sustancia peligrosa:** Para cada uno de los escenarios a simular, se tomará una velocidad del viento promedio de 1.5 m/s y la estabilidad ambiental considerada será Clase "F".

g) Material o sustancia peligrosa bajo estudio: En el presente estudio las sustancia que podrían ser liberadas serian gas natural dulce, gas amargo, condensado y dietanolamina.

En este estudio los modelos utilizados son aplicables a las consecuencias de un accidente con una sustancia inflamable, la cual pone en riesgo a la población y el ambiente. Para describir la liberación de un material en un accidente químico con un material inflamable, se necesitan al menos tres tipos de modelos:

1. Modelo de fuente de liberación.
2. Modelo de dispersión de nube.
3. Modelo de radiación térmica y explosión

La aplicación del modelo tiene como objeto integrar las propiedades intrínsecas del material y los diversos escenarios de liberación con las condiciones ambientales particulares del sitio con el fin de conocer el comportamiento de la flama (en caso de incendio), y/o dispersión de una nube con incendio o explosión.

Los principales factores para considerar en el modelado son: inflamabilidad de la sustancia, estado físico, fuente de emisión, condiciones meteorológicas, características del sitio (topografía), y la ubicación de los receptores de interés.

En el presente análisis de consecuencias, se analizarán los siguientes eventos (tabla 1.23):

Tabla 1.23.- Clase de Eventos por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas.

| Clave | Nombre | Descripción |
|----------------------------|--|--|
| FLAM | Flamazo (Flash Fire en el idioma inglés) | Cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, se forma una nube de gas y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo. Las consecuencias primarias de un flamazo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión. Este proceso de combustión tiene una corta duración, los daños son de baja intensidad y en ocasiones provocan un chorro de fuego en el punto de fuga. |
| CHOF | Chorro de fuego (Jet Fire en el idioma inglés) | 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. |
| BOLF | Bola de fuego (Fire Ball en el idioma inglés) | El evento de bola de fuego resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (BLEVE). |
| EXP | Explosión | Una 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 o edificios. |
| BLEVE | Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) | 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 (fire ball en el idioma inglés). |
| VCE o UVCE (según el caso) | Explosión por una Nube de Vapor (Vapor Cloud Explosión en el idioma inglés) | 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 Explosión en el idioma inglés). |

Fuente: Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSSPA-CT-001.

Para definir las dimensiones de las zonas de seguridad alrededor de la instalación, el especialista de análisis de consecuencias debe utilizar los valores de referencia estipulados por la ASEA y los recomendados en la Guía con clave DCO-GDOESSSPA-CT-001.

Zona de Alto Riesgo.

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo con los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas. En la tabla 1.24 se describen los parámetros que definen a la zona de alto riesgo.

Tabla 1.24.- Parámetros que Definen la Zona de Alto de Riesgo.

| Consecuencia | Descripción |
|---|---|
| Efecto de Radiación (Radiación Térmica) | *5.0 Kw/m ² (1,500 BTU/pie2hr) Nivel de radiación térmica suficiente para causar daños al personal si no se protege adecuadamente en 20 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2º grado sin la protección adecuada. |
| Efecto Explosivo | *0.070 kg/cm ² (1psi) Es la presión en la que se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables. |
| Tóxico | IDLH (100 ppm de H ₂ S) |

Fuente: *Guía para la elaboración del análisis de riesgos del sector hidrocarburos, ASEA.

Zona de Amortiguamiento.

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo con los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas. En la tabla 1.25 se describen los parámetros que definen a la zona de amortiguamiento.

Tabla 1.25.- Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento.

| CONSECUENCIA | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| Efecto de Radiación (Radiación Térmica). | *1.4 Kw/m ² . (400 BTU/pie2hr). Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. No causará incomodidad durante exposición prolongada. |
| Efecto Explosivo. | *0.035 kg/cm ² (0.5 psi) Ventanas pequeñas o grandes usualmente fracturadas, daño ocasional a los marcos de las ventanas. |
| Tóxico | 1 ppm |

Fuente: *Guía para la elaboración del análisis de riesgos del sector hidrocarburos, ASEA.

Niveles de Referencia para Daño al Equipamiento y Escalamiento de los Accidentes.

Efectos de Flamazo (Flash-Fire).

Para los efectos de Flamazo no se utiliza el flujo térmico como criterio para establecer las dimensiones de la zona intermedia de seguridad. Ello está dado por las características de este evento, especialmente el corto periodo de tiempo de exposición debido a la rapidez con que ocurre este evento. La zona de afectación queda definida por las dimensiones de la nube donde ocurre el flamazo. En la tabla 1.26 se muestran los efectos por flamazo (Flash-Fire), se reflejan los daños esperados sobre las personas que se encuentran en la zona de afectación por un Flamazo.

Tabla 1.26.- Efectos de Flamazo (Flash-Fire).

| Consecuencia | Descripción |
|--|---|
| Fuera del límite de la nube inflamable (1/2 LII) | Dado que este es el límite del área con inflamabilidad, no se esperan daños ni a personas ni equipamiento. |
| Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama (1 LSI) | La probabilidad de muerte es muy elevada, considerada incluso del 100 % de las personas en las áreas abiertas, envueltas en la flama instantánea por inspiración de gases candentes. Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición de la ropa o vestidos. En el caso de personas situadas en el interior de locales, probablemente estarán protegidas –aunque sea parcialmente- de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma o por el acceso de gases candentes del flamazo a los locales. En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su mortalidad se reducirá al ser menor la superficie del cuerpo expuesta, pero los efectos pueden ser mortales por la inhalación de gases candentes, si no están provistos de protección respiratoria SCBA. No se esperan daños directos al equipamiento por Flash Fire. |

Fuente: Phast Software Package Description.

Flujo de Radiación Térmica.

La evaluación de las zonas de daño a las instalaciones y el posible escalamiento del accidente hacia otras instalaciones se realiza en función de la intensidad y tiempo de exposición a los valores de referencia del flujo térmico y el valor del pico máximo de sobrepresión de la onda expansiva.

La selección de los niveles de referencia para la radiación térmica se basa en los estudios de vulnerabilidad de diferentes tipos de estructuras y equipos en función de la intensidad del flujo térmico y el tiempo de exposición.

De la tabla 1.27. Efectos por Radiación Térmica, se seleccionan los valores que serán utilizados para estimar las zonas de afectación, al personal, a la población, al ambiente e instalaciones.

Tabla 1.27.- Efectos por Radiación Térmica.

| Radiación térmica (Kw/m ²) | Efecto observado |
|--|--|
| 37.5 | Suficiente para causar daños al equipamiento de proceso, el acero estructural cede en 20 min de exposición. |
| 25 | Mínimo de energía requerido para inflamar la madera en exposición larga (sin llama iniciadora). |
| 12.5 | Mínimo de energía requerido para inflamar la madera con llama iniciadora. Fundición de tubos plásticos. Causa quemaduras de tercer grado que producen la muerte instantánea. |
| 9.5 | Se alcanza el umbral de dolor después de 8 segundos, aparecen quemaduras de 2do. Grado después de 20 seg. |
| 5 | Suficiente para causar dolor al personal si es incapaz de ponerse a cubierto en 20 seg., ampollamiento de la piel (quemaduras de 2do grado), inhabilitación de las vías de escape. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT. |
| 1.4 | No causa incomodidad para exposiciones largas. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT. |

Fuente: DCO-GDOESSPA-CT-001

- Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones.
- Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad.

Nube de Vapores.

Los niveles de sobrepresión a evaluar se seleccionan tomando en cuenta la vulnerabilidad de las instalaciones, las estructuras constructivas y consecuentemente las personas que se encuentran en las mismas. Para el análisis, se toma como referencia los niveles que se dan en la tabla 1.25 parámetros que definen la zona de alto de riesgo, tabla 1.24 parámetros que definen la zona de amortiguamiento y para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad y se seleccionan valores de la tabla 1.28 daños producidos por las ondas de expansivas de Explosión.

Tabla 1.28 .- Daños Producidos por las Ondas de Expansivas de Explosión.

| Sobrepresión | | Efecto observado |
|--------------|------|--|
| Barg | Psi | |
| 0.0014 | 0.02 | Ruido Audible (137 dB si es de baja frecuencia 10-15 Hz). |
| 0.0021 | 0.03 | Ruptura ocasional de grandes ventanas de vidrio. |
| 0.0028 | 0.04 | Ruido alto (143 dB), boom sónico y ruptura de vidrios. |
| 0.0070 | 0.1 | Ruptura de pequeñas ventanas bajo tensión. |
| 0.0105 | 0.15 | Presión típica para ruptura de vidrios de ventanas. |
| 0.0207 | 0.3 | "Distancia segura" (probabilidad 0.95 de que no se produzcan daños serios por debajo de este valor); límite de los proyectiles; algunos daños a los techos de las casas; 10 % de ruptura de las ventanas de vidrio. |
| 0.0280 | 0.4 | Daños estructurales menores limitados. |
| 0.0350 | 0.5 | Las ventanas pequeñas y grandes son aplastadas. NIVEL DE REFERENCIA DE SEMARNAT. |
| 0.05 | 0.7 | Daños menores a estructura de las casas. |
| 0.07 | 1 | Demolición parcial de casas, pueden ser inhabitables/ Las láminas de asbesto son aplastadas, fallan las uniones de paneles de acero y aluminio doblándose, los paneles vuelan. NIVEL DE REFERENCIA DE SEMARNAT. |
| 0.14 | 2 | Colapso parcial de muros y techos de edificaciones/ Las paredes de concreto o de bloques ligeros no reforzadas son aplastadas. |
| 0.16 | 2.3 | Límite inferior de los daños estructurales serios. |
| 0.18 | 2.5 | 50 % de destrucción de los muros de ladrillo de las casas. |
| 0.21 | 3 | Daños ligeros a maquinarias pesadas (3000 lb) en edificios industriales. Los edificios de estructuras metálicas se distorsionan y pueden ser sacados de sus cimientos. /Los edificios de paneles de acero (con o sin marcos de refuerzo son demolidos. Ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo. |
| 0.28 | 4 | El revestimiento de los edificios industriales ligeros se rompe. |
| 0.35 | 5 | Destrucción casi completa de las casas. |
| 0.49 | 7 | Los vagones de ferrocarril cargados se vuelcan. |
| 0.56 | 8 | Los paneles de ladrillos de 8-12" de espesor, no reforzados, fallan por cortante o por flexión. |
| 0.63 | 9 | Carros de ferrocarril cargados son destruidos completamente. |
| 0.70 | 10 | Probable destrucción total de edificios, las máquinas herramientas pesadas (7000 lb) son movidas y seriamente dañadas, las máquinas herramientas muy pesadas (12,000 lb) sobreviven. |
| 21 | 300 | Límites de los bordes del cráter de la explosión. |

Fuente: DCO-GDOESSPA-CT-001

- Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones.
- Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad.

Explosión de Nube de Gas no Confinada (UVCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión. Para que la probabilidad de que ocurra una explosión de una nube de vapor no confinada se requiere que la masa en la nube de vapor fugada sea mayor o igual a 1000 kilogramos de acuerdo con la guía para Análisis de Riesgos Cuantitativos de Procesos Químicos de la AICHE, "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, AICHE, CCPS, Second edition año 2000, paginas 157-217.

Cálculo de inventario.

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SE-PC-01 | | |
|--------------------------|---|-------------|----------|
| Descripción de escenario | Ruptura catastrófica de la línea de 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas. | | |
| Flujo | 100000000 | PCSD | |
| Flujo | 2831700 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 24.15466319 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| DEF (100%)= | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área del orificio | 0.129717115 | m² | |
| Tiempo de fuga | 900 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 21739.19688 + 9.56015135
IF= 21748.75703 Kg

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SC-PC-02 | | |
|--------------------------|---|-------------|----------|
| Descripción de escenario | Ruptura catastrófica del cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión. | | |
| Flujo | 100000000 | PCSD | |
| Flujo | 2831700 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 24.15466319 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| DEF (100%)= | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área del orificio | 0.129717115 | m² | |
| Tiempo de fuga | 900 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right] \times \rho$$

IF= 21739.19688 + 9.56015135

IF= **21748.75703 Kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-AC-PC-03 | | |
|--------------------------|--|-------------|----------|
| Descripción de escenario | Ruptura catastrófica de la línea de 4"-CM-32001-C-D32T1 de condensados proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C. | | |
| Flujo másico (fm) | 9.198611111 | kg/s | |
| Diámetro de tubería | 4 | " pulg | 0.1016 m |
| DEF (100%)= | 4 | " pulg | 0.1016 m |
| Área del orificio | 0.00810732 | m² | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | |

IF= **5519.2 kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SE-CMP-01 | | |
|--------------------------------|---|-------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de gas amargo en la línea 16"-GAM-31002-C-D33T 1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas, por orificio con DEF de 1.25", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | | |
| Flujo | 100000000 | PCSD | |
| Flujo | 2831700 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 24.15466319 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área transversal de la tubería | 0.129717115 | m² | |
| DEF (100%)= | 1.25 | " pulg | 0.03175 m |
| Área del orificio | 0.00079173 | m² | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | |

Formula:

$$I F = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 14492.79792 + 9.56015135

IF= **14502.35807 Kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SC-CMP-02 | | |
|--------------------------------|---|-------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de gas dulce en cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión, por orificio con DEF de 1.25", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | | |
| Flujo | 100000000 | PCSD | |
| Flujo | 2831700 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 24.15466319 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área transversal de la tubería | 0.129717115 | m² | |
| DEF (100%)= | 1.25 | " pulg | 0.03175 m |
| Área del orificio | 0.00079173 | m² | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 14492.79792 + 9.56015135

IF= **14502.35807 Kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-AC-CMP-03 | | |
|--------------------------------|---|-------------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de condensado en la línea 4"-CM-32001-C-D32T1 proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C, por orificio con DEF de 0.6", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | | |
| Densidad del condensado | 622 | kg/m ³ | |
| Flujo másico (fm) | 9.198611111 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 50 | m | |
| Diámetro de tubería | 4 | " pulg | 0.1016 m |
| Área transversal de la tubería | 0.00810732 | m ² | |
| DEF (100%)= | 0.6 | " pulg | 0.01524 m |
| Área del orificio | 0.000182415 | m ² | |
| Tiempo de fuga | 900 | s | |

Fórmula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

$$IF = 8278.75 + 252.14$$

$$IF = \mathbf{8530.887642 \text{ Kg}}$$

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SE-CA-01 | | |
|--------------------------------|--|-------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de gas amargo en la línea 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas, por orificio con DEF de 3.2" (20%), causado por golpe o falla mecánica. | | |
| Flujo | 100000000 | PCSD | |
| Flujo | 2831700 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 24.15466319 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área transversal de la tubería | 0.129717115 | m² | |
| DEF (100%)= | 3.2 | " pulg | 0.08128 m |
| Área del orificio | 0.005188685 | m² | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 14492.79792 + 9.56015135

IF= **14502.35807 Kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SE-CA-02 | | | |
|--------------------------------|--|-------------|---------|---|
| Descripción de escenario | Fuga de gas amargo en línea de 8"-GAM-31002-C-D33T1 de entrada al paquete de endulzamiento PA-101 AB por orificio con DEF de 1.6", por golpe o falla mecánica. | | | |
| Flujo | 50000000 | PCSD | | |
| Flujo | 1415850 | M³/D | | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | | |
| Flujo másico (fm) | 12.0773316 | kg/s | | |
| Longitud de tubería | 100 | m | | |
| Diámetro de tubería | 8 | " pulg | 0.2032 | m |
| Área transversal de la tubería | 0.032429279 | m² | | |
| DEF (100%)= | 1.6 | " pulg | 0.04064 | m |
| Área del orificio | 0.001297171 | m² | | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

$$IF = 7246.398958 + 2.390037837$$

$$IF = 7248.788996 \text{ Kg}$$

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SC-CA-03 | | |
|--------------------------------|--|-------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de gas dulce en línea 16"-GCO-31301-C-D33T1 de entrada al separador general de succión FA-100, por orificio con DEF de 3.2" causado por golpe o falla mecánica. | | |
| Flujo | 50000000 | PCSD | |
| Flujo | 1415850 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 12.0773316 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área transversal de la tubería | 0.129717115 | m² | |
| DEF (100%)= | 3.2 | " pulg | 0.08128 m |
| Área del orificio | 0.005188685 | m² | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 7246.398958 + 9.56015135
IF= 7255.95911 Kg

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SC-CA-04 | | | |
|--------------------------------|--|-------------|---------|---|
| Descripción de escenario | Fuga de gas dulce en línea 6"-GCO-31301-C-D33T1 de succión al paquete de compresión PA-100 ABC, por orificio con DEF de 1.2" causado por golpe o falla mecánica. | | | |
| Flujo | 50000000 | PCSD | | |
| Flujo | 1415850 | M³/D | | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | | |
| Flujo másico (fm) | 12.0773316 | kg/s | | |
| Longitud de tubería | 100 | m | | |
| Diámetro de tubería | 6 | " pulg | 0.1524 | m |
| Área transversal de la tubería | 0.018241469 | m² | | |
| DEF (100%)= | 1.2 | " pulg | 0.03048 | m |
| Área del orificio | 0.000729659 | m² | | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 7246.398958 + 1.344396284

IF= **7247.743355 Kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-SC-CA-05 | | |
|--------------------------------|---|-------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de gas dulce en cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión , por orificio con DEF de 3.2" causado por golpe o falla mecánica. | | |
| Flujo | 100000000 | PCSD | |
| Flujo | 2831700 | M³/D | |
| Densidad del gas | 0.737 | kg/m³ | |
| Flujo másico (fm) | 24.15466319 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 100 | m | |
| Diámetro de tubería | 16 | " pulg | 0.4064 m |
| Área transversal de la tubería | 0.129717115 | m² | |
| DEF (100%)= | 3.2 | " pulg | 0.08128 m |
| Área del orificio | 0.005188685 | m² | |
| Tiempo de fuga | 600 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

IF= 14492.79792 + 9.56015135

IF= **14502.35807 Kg**

| Clave de escenario | PEP-TMDB-AC-CA-06 | | |
|--------------------------------|--|-------------------|-----------|
| Descripción de escenario | Fuga de condensado en la línea 4"-CM-32001-C-D32T1 proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C, por orificio con DEF de 1.2", causado por golpe o falla mecánica. | | |
| Densidad del condensado | 622 | kg/m ³ | |
| Flujo másico (fm) | 9.198611111 | kg/s | |
| Longitud de tubería | 50 | m | |
| Diámetro de tubería | 4 | " pulg | 0.1016 m |
| Área transversal de la tubería | 0.00810732 | m ² | |
| DEF (100%)= | 1.2 | " pulg | 0.03048 m |
| Área del orificio | 0.000729659 | m ² | |
| Tiempo de fuga | 900 | s | |

Formula:

$$IF = [Fm \times t] + \left[\left\{ \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \times D \right\} \times \rho \right]$$

$$IF = 8278.75 + 252.14$$

$$IF = 8530.887642 \text{ Kg}$$

| Clave de escenario | PEP-TMDB-AC-CA-07 | | |
|--------------------------|--|-----------|--|
| Descripción de escenario | Fuga de MDEA del fondo de la torre absorbadora, por orificio con DEF de 1.2", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | | |
| Flujo Volumetrico | 480 | Gal/min | |
| | 1.8169968 | m3/min | |
| Tiempo de fuga | 15 | min | |
| Inventario (m3) | 27.254952 | m3 | |

A continuación, se presentan los eventos de riesgo y zonas de afectación determinados con el simulador PHAST 8.6 (tabla 1.29).

Tabla 1.29.- Resultados obtenidos de las simulaciones.

| | | RADIOS DE AFECTACIÓN (m) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|---------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|
| | | TOXICIDAD | | | | RADIACIÓN | | | | SOBREPRESIÓN | | | | FLASHFIRE (Flamazo) | |
| | | 1 ppm | 5 ppm | 10 ppm | 100 ppm | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 12.5 kW/m ² | 37.5 kW/m ² | 0.5 PSI | 1.0 PSI | 3.0 PSI | 5.0 PSI | 0.5 LFL | 1.0 LFL |
| PEP-TMDB-SE-PC-01 | TOXICIDAD | 6544.3 | 3300.0 | 2540.0 | 1100.0 | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | 911.0 | 510.5 | 331.8 | 191.2 | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 841.5 | 548.1 | 420.2 | 321.3 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 474.6 | 331.5 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 1565.8 | 1032.1 | 663.7 | 590.0 | | |
| PEP-TMDB-SE-CMP-01 | TOXICIDAD | 10276.5 | 3620.0 | 2210.0 | 620.0 | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | | | | | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 73.8 | 53.3 | 44.0 | 35.0 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 63.7 | 22.4 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 139.9 | 103.2 | 76.3 | 70.7 | | |
| PEP-TMDB-SE-CA-01 | TOXICIDAD | 8080.5 | 4010.0 | 3070.0 | 995.0 | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | | | | | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 187.5 | 129.7 | 103.2 | 79.9 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 193.5 | 83.4 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 425.4 | 317.2 | 238.2 | 221.7 | | |
| PEP-TMDB-SE-CA-02 | TOXICIDAD | 7540.6 | 3000.0 | 2300.0 | 750.0 | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | | | | | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 95.0 | 67.9 | 55.5 | 43.8 | | | | | | |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | | | | | | |

| | | RADIOS DE AFECTACIÓN (m) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|--------|---------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|
| | | TOXICIDAD | | | | RADIACIÓN | | | | SOBREPRESIÓN | | | | FLASHFIRE (Flamazo) | |
| | | 1 ppm | 5 ppm | 10 ppm | 100 ppm | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 12.5 kW/m ² | 37.5 kW/m ² | 0.5 PSI | 1.0 PSI | 3.0 PSI | 5.0 PSI | 0.5 LFL | 1.0 LFL |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 86.6 | 33.7 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 187.4 | 138.0 | 102.0 | 94.4 | | |
| PEP-TMDB-SC-CA-03 | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | | | | | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 192.0 | 132.3 | 105.1 | 80.8 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 201.8 | 89.7 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 455.2 | 337.9 | 252.2 | 234.4 | | |
| | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | | | | | | | | | | |
| EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | | |
| LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | | |
| JETFIRE (CHOF) | | | | | 72.3 | 51.9 | 42.8 | 33.9 | | | | | | | |
| FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 65.7 | 23.4 | |
| EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 142.7 | 104.7 | 76.9 | 71.1 | | | |
| PEP-TMDB-SC-CA-04 | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | | | | | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 286.2 | 191.9 | 148.7 | 113.2 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 309.8 | 149.5 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 706.8 | 519.9 | 383.3 | 354.8 | | |
| | TOXICIDAD | 92.0 | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| FIRE BALL (BOLF) | | | | | 911.0 | 510.5 | 331.8 | 191.2 | | | | | | | |
| EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | | |
| LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | | |
| JETFIRE (CHOF) | | | | | 1249.9 | 809.8 | 626.7 | 472.6 | | | | | | | |
| FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 942.3 | 364.5 | |
| EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 1772.9 | 1172.2 | 742.3 | 652.6 | | | |
| PEP- | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |

| | | RADIOS DE AFECTACIÓN (m) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------|--------|---------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|
| | | TOXICIDAD | | | | RADIACIÓN | | | | SOBREPRESIÓN | | | | FLASHFIRE (Flamazo) | |
| | | 1 ppm | 5 ppm | 10 ppm | 100 ppm | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 12.5 kW/m ² | 37.5 kW/m ² | 0.5 PSI | 1.0 PSI | 3.0 PSI | 5.0 PSI | 0.5 LFL | 1.0 LFL |
| TMDB-SC-CMP-02 | FIRE BALL (BOLF) | | | | | ND | ND | ND | ND | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 115.5 | 81.3 | 65.8 | 51.2 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 118.4 | 48.1 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 254.8 | 188.2 | 139.6 | 129.5 | | |
| PEP-TMDB-AC-PC-03 | TOXICIDAD | 109.9 | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | 603.3 | 336.0 | 217.6 | 125.2 | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | ND | ND | ND | ND | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 261.0 | 222.7 |
| PEP-TMDB-AC-CMP-03 | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 1085.7 | 701.6 | 421.1 | 362.6 | | |
| | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | ND | ND | ND | ND | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 71.5 | 48.1 | 36.5 | 26.3 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 111.6 | 47.2 |
| PEP-TMDB-AC-CA-06 | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 247.7 | 184.4 | 138.2 | 128.5 | | |
| | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | ND | ND | ND | ND | | | | | | |
| | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | | | | | | | | | | |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | | | | | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 138.2 | 91.4 | 69.1 | 49.9 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 210.8 | 104.5 |
| PEP-TMDB-SE-CA-07 | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 501.4 | 362.9 | 261.7 | 240.6 | | |
| | TOXICIDAD | ND | ND | ND | ND | | | | | | | | | | |
| | FIRE BALL (BOLF) | | | | | ND | ND | ND | ND | | | | | | |
| PEP-TMDB-SE-CA-07 | EARLY POOL FIRE (CHAF E) | | | | | 184.3 | 133.7 | 108.7 | 85.6 | | | | | | |

| | | RADIOS DE AFECTACIÓN (m) | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|-------|--------|---------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|
| | | TOXICIDAD | | | | RADIACIÓN | | | | SOBREPRESIÓN | | | | FLASHFIRE (Flamazo) | |
| | | 1 ppm | 5 ppm | 10 ppm | 100 ppm | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 12.5 kW/m ² | 37.5 kW/m ² | 0.5 PSI | 1.0 PSI | 3.0 PSI | 5.0 PSI | 0.5 LFL | 1.0 LFL |
| | LATE POOL FIRE (CHAF L) | | | | | 216.7 | 153.6 | 122.8 | 93.7 | | | | | | |
| | JETFIRE (CHOF) | | | | | 168.5 | 127.4 | 107.7 | 90.5 | | | | | | |
| | FLASH FIRE (FLAM) | | | | | | | | | | | | | 68.5 | 50.5 |
| | EXPLOSIÓN (VCE) | | | | | | | | | 207.8 | 139.8 | 90.2 | 79.9 | | |

De acuerdo con los eventos simulados y a los radios de afectación obtenidos, los riesgos más probables y casos alternos serían los que causarían menores consecuencias y pueden ser causados por fallas mecánicas durante la vida útil o en actividades de mantenimiento (disminución de espesores en las tuberías, pérdida de la protección anticorrosiva, fallas en soldaduras, conexiones, etc.); para los peores casos en donde la consecuencia es catastrófica se debe a rupturas totales de líneas las cuales pueden ser generadas por golpes externos o por sobrepresión en la línea o recipiente.

En el **Anexo “1.9”** se muestran los resultados obtenidos mediante las simulaciones con el Software PHAST. En el **Anexo “1.12”** se incluyen los ortomapas de localización, donde se indican los radios de afectación (zonas de alto riesgo y zonas de amortiguamiento) para los eventos de explosividad e inflamabilidad.

1.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES.

En el **Anexo “1.9”** se muestran los resultados obtenidos mediante las simulaciones con el Software PHAST para los eventos de fuga y ruptura. En el **Anexo “1.12”** se incluyen los diagramas donde se indican los radios de afectación (zona de alto riesgo y zona de amortiguamiento) para los eventos de fuga de gas amargo, gas dulce, condensados y dietanolamina y sus efectos por radicación térmica, dispersión tóxica y explosión. En la Figura 1.17 se muestra un ejemplo de los ortomapas de radios de afectación.

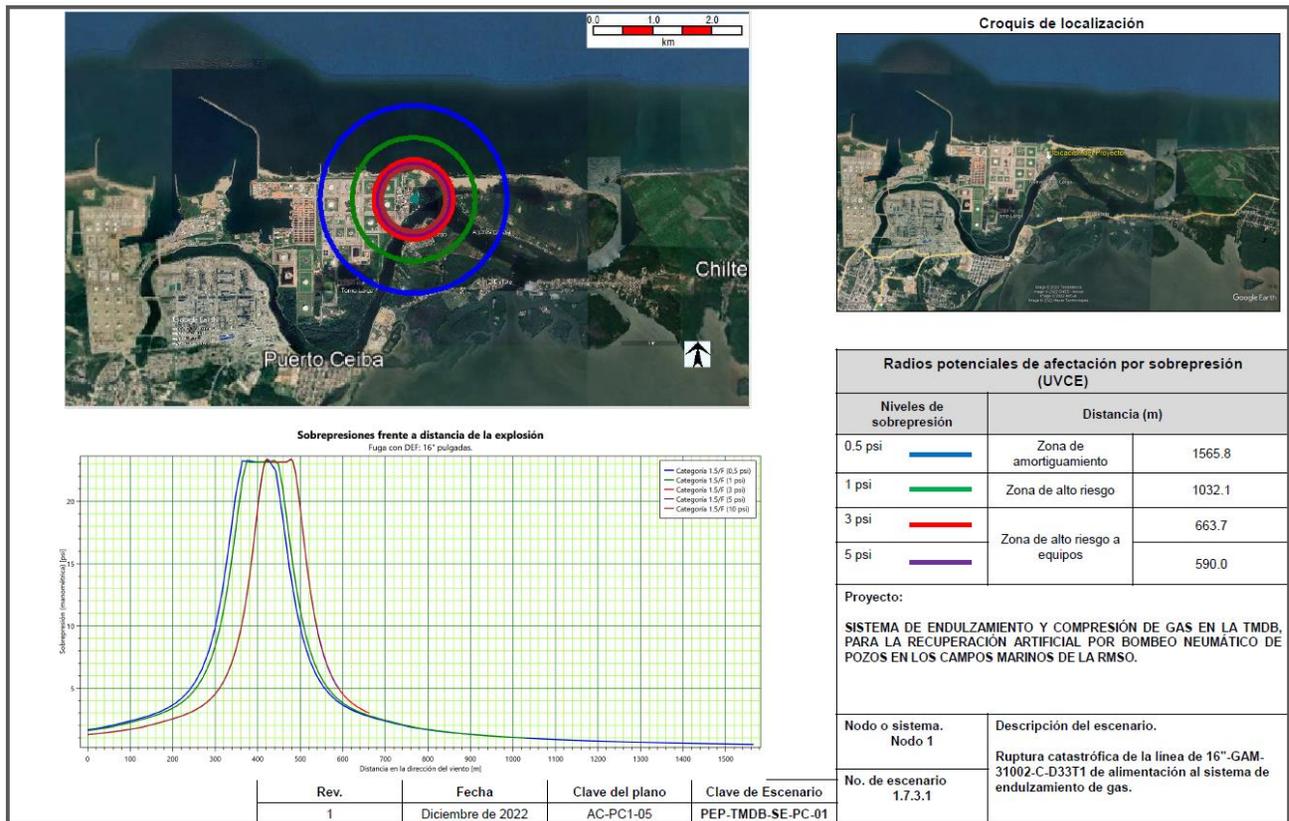


Figura 1.17.- Ejemplo de la representación de los radios potenciales de afectación

1.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIÓN DE RIESGO.

En la siguiente tabla se describen las afectaciones a los posibles receptores de riesgo (**población, medio ambiente, personal e instalaciones/producción**); para las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento:

Tabla 1.30.- Descripción de los posibles receptores de riesgo (zonas vulnerables).

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|--|---|----------------------------------|
| PEP-TMDB-SE-PC-01 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | Hay afectación a la población cercana Nuevo Torno Largo la cual puede sufrir quemaduras hasta de 2o grado sin la protección adecuada | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo “1.7” |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | La afectación alcanza a las localidades de Nuevo Torno Largo y Andrés García, en este nivel de sobrepresión se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | A este nivel de concentración las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Afectación a la fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Se alcanzan niveles altos de concentración y las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños catastróficos a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | |
|---------------------|--------------------------|-----------------|--|--|---|----------------------------------|--|
| PEP-TMDB-SE-CMP-01 | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Daños catastróficos a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo “1.7” | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | El radio de afectación alcanza a poblaciones aledañas y por el nivel de concentración las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | | |
| | | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | | | Afectación a flora y fauna dentro del radio. |
| | | | | Amortiguamiento | | | No hay afectaciones |
| | Sobrepresión | | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | |
| | Toxicidad | Alto Riesgo | Afectación a la fauna dentro del radio. | | | | |
| | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Se alcanzan niveles altos de concentración y las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| Sobrepresión | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|--|---|----------------------------------|
| PEP-TMDB-SE-CA-01 | | Toxicidad | Amortiguamiento | No se esperan daños | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo “1.7” |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | El radio de afectación alcanza a poblaciones aledañas y por el nivel de concentración las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Afectación a la fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Se alcanzan niveles altos de concentración y las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| Amortiguamiento | | | No se esperan daños | | | |
| Toxicidad | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|-----------------|--|--|---|----------------------------------|
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| PEP-TMDB-SE-CA-02 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo “1.7” |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | El radio de afectación alcanza a poblaciones aledañas y por el nivel de concentración las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | Toxicidad | Alto Riesgo | Afectación a la fauna dentro del radio. | | | |
| | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Se alcanzan niveles altos de concentración y las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| Sobrepresión | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| Toxicidad | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| PEP-TMDB-SE- | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a | Sistema de | Ver anexo “1.7” |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|-----------------|---|---|--|----------------------------------|
| CA-03 | | Amortiguamiento | | ninguna población | detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| Sobrepresión | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| Toxicidad | | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| PEP-TMDB-SE-CA-04 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | Sistema de detección y alarma | Ver anexo “1.7” |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|-----------------|--|---|---|----------------------------------|
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | |
| | | Toxicidad | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Personal | Radiación | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | |
| | | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | |
| | Sobrepresión | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | Toxicidad | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | Instalación / producción | | Radiación | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | |
| | | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| Toxicidad | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| PEP-TMDB-SC-CA-05 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. | Ver anexo “1.7” |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | | |
|---------------------|--------------------|--------------------------|---|---|--|----------------------------------|---|-----------------|
| PEP-TMDB-SC-PC-02 | Medio Ambiente | Sobrepresión | Alto Riesgo | nivel de radiación. El radio de afectación no alcanza a ninguna población | Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | |
| | | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | |
| | Sobrepresión | | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | |
| | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | | |
| | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | | |
| | | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | Sobrepresión | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | | |
| | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | | |
| | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | | |
| | | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | Sobrepresión | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | | |
| | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | | |
| | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | | | |
| | PEP-TMDB-SC-PC-02 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | Hay afectación a la población cercana Nuevo Torno Largo la cual puede sufrir quemaduras hasta de 2o grado sin la protección adecuada | | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. | Ver anexo “1.7” |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | |
|---------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--|--|----------------------------------|---|
| PEP-TMDB-SC- | Medio Ambiente | Sobrepresión | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | | |
| | | | Alto Riesgo | La afectación alcanza a las localidades de Nuevo Torno Largo y Andrés García, en este nivel de sobrepresión se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables | | | |
| | | Toxicidad | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| | | Medio Ambiente | Radiación | Amortiguamiento | | | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. |
| | | | | Alto Riesgo | | | Afectación a flora y fauna dentro del radio. |
| | | | Sobrepresión | Amortiguamiento | | | No hay afectaciones |
| | | | | Alto Riesgo | | | Afectación a flora y fauna dentro del radio. |
| | Toxicidad | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | |
| | | | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| | Personal | Radiación | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| | | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | Toxicidad | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | | Alto Riesgo | Se alcanzan niveles altos de concentración y las afectaciones a la salud pueden ser graves. | | | |
| | | Instalación / producción | Radiación | Amortiguamiento | No hay afectaciones en concentraciones de 1 ppm | | |
| | | | | Alto Riesgo | Daños catastróficos a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | Sobrepresión | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | | Alto Riesgo | Daños catastróficos a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | Toxicidad | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | Población: | Radiación | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a | Sistema de | | Ver anexo "1.7" |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|-----------------|---|---|--|----------------------------------|
| CMP-02 | | Amortiguamiento | | ninguna población | detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | El radio de afectación no alcanza a ninguna población | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| Sobrepresión | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| Toxicidad | | Alto Riesgo | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| | | Amortiguamiento | En este escenario no existe riesgo por toxicidad por las características del gas. | | | |
| PEP-TMDB-AC-PC-03 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | Hay afectación a la población cercana Nuevo Torno Largo la cual puede sufrir | Sistema de detección y alarma | Ver anexo “1.7” |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | |
|---------------------|--------------------------|-----------------|---|--|--|----------------------------------|--|
| PEP-TMDB-AC-CMP-03 | | | | quemaduras hasta de 2o grado sin la protección adecuada | de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contra incendio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | La afectación alcanza a las localidades de Nuevo Torno Largo y Andrés García, en este nivel de sobrepresión se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | Alcanza concentración de 1 ppm no hay riesgo de toxicidad | | | |
| | | | Amortiguamiento | Alcanza concentración de 1 ppm no hay riesgo de toxicidad | | | |
| | | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | | | Afectación a flora y fauna dentro del radio. |
| | | | | Amortiguamiento | | | No hay afectaciones |
| | | | Sobrepresión | Alto Riesgo | | | Afectación a flora y fauna dentro del radio. |
| | | | | Amortiguamiento | | | No hay afectaciones |
| | | | Toxicidad | Alto Riesgo | | | No se esperan daños |
| | | | | Amortiguamiento | | | No se esperan daños |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | El riesgo por toxicidad es bajo. | | | |
| | | | Amortiguamiento | El riesgo por toxicidad es bajo. | | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| Población: | Radiación | Alto Riesgo | No se esperan daños a población cercana | | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños a población cercana | | | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|--|---|----------------------------------|
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | No se esperan daños a población cercana | Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños a población cercana | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No se esperan daños | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No se esperan daños | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | El riesgo por toxicidad es bajo. | | |
| | | | Amortiguamiento | El riesgo por toxicidad es bajo. | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | |
| Toxicidad | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| PEP-TMDB-AC-CA-06 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | No se esperan daños a población cercana | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños a población cercana | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Se esperan daños menores a población aledaña | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños a población cercana | | |
| | Toxicidad | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | | | |
|---------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|--|--|----------------------------------|---|---|-----------------|
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | | | | |
| | | Toxicidad | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | | | |
| | | Personal | Radiación | Amortiguamiento | | | No se esperan daños | | |
| | | | | Alto Riesgo | | | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | |
| | Sobrepresión | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | | | |
| | Toxicidad | | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | El riesgo por toxicidad es bajo. | | | | | |
| | Instalación / producción | Radiación | Amortiguamiento | El riesgo por toxicidad es bajo. | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | | | |
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | | | |
| | | Toxicidad | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | | | |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | | | |
| | PEP-TMDB-SE-CA-07 | Población: | Radiación | Alto Riesgo | | | No se esperan daños a población cercana | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo “1.7” |
| | | | | Amortiguamiento | | | No se esperan daños a población cercana | | |
| Sobrepresión | | | Alto Riesgo | Se esperan daños menores a población aledaña | | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños a población cercana | | | | | |
| Toxicidad | | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | | | |
| Medio Ambiente | | Radiación | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | Afectación a flora y fauna dentro del radio. | | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No hay afectaciones | | | | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | | | |
| Personal | | Radiación | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | | | |

| Clave del escenario | Receptor de riesgo | Tipo de evento | Tipo de Zona ⁽²⁾ | Descripción de la afectación | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | |
|---------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--|--|----------------------------------|--|
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de radiación. | | | |
| | | | Alto Riesgo | Las afectaciones pueden incluir fatalidades | | | |
| | | Toxicidad | Amortiguamiento | No se esperan afectaciones con este nivel de afectación. | | | |
| | | | Alto Riesgo | Es posible daños por toxicidad por las características de la sustancia | | | |
| | | Instalación / producción | Radiación | Amortiguamiento | | | El riesgo por toxicidad es bajo. |
| | | | | Alto Riesgo | | | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. |
| | Sobrepresión | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | | Alto Riesgo | Daños a equipos de procesos, tuberías e infraestructura. | | | |
| | Toxicidad | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |
| | | | Alto Riesgo | No se esperan daños | | | |
| | | | Amortiguamiento | No se esperan daños | | | |

1.1. INTERACCIONES DE RIESGO.

El estudio de ubicación segura se realiza aplicando los resultados del Análisis de Consecuencias para determinar la vulnerabilidad de las áreas donde se realizará el proyecto como se muestra en la tabla siguiente:



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL:

“SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO”



Tabla 1.31.- Interacciones de riesgos.

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| PEP-TMDB-SE-PC-01 | Ruptura catastrófica de la línea de 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas. | Gas amargo | Alto riesgo en equipos | Radiación | 321.3 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo "1.7" |
| | | | | Sobrepresión | 590.0 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 510.5 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| | | | | Sobrepresión | 1032.1 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| PEP-TMDB-SE-CMP-01 | Fuga de gas amargo en la línea 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas, por orificio con DEF de | Gas amargo | Alto riesgo en equipos | Radiación | 35.0 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | En un radio de 80 m | | |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | |
|---------------------|---|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|---|---|-------------------------|----------------------------------|---------------------|
| | 1.25", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | | | Sobrepresión | 70.7 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | | |
| | | | | | 53.3 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. | En un radio de 80 m | | | |
| | | | | Alto riesgo | Sobrepresión | 103.2 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | | | En un radio de 80 m |
| | | | | | Radiación | 79.9 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | | En un radio de 80 m |
| PEP-TMDB-SE-CA-01 | Fuga de gas amargo en la línea 16"-GAM-31002-C-D33T1 de alimentación al sistema de endulzamiento de gas, por orificio con DEF de 3.2" (20 %), causado por golpe o falla mecánica. | Gas amargo | Alto riesgo en equipos | Sobrepresión | 221.7 | Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | | |
| | | | | Radiación | 129.7 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | | | |
| | | | Alto riesgo | Sobrepresión | 317.2 | Equipos aledaños | En un radio de 80 m | | | |
| | | | | Radiación | 79.9 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | | | |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | | | |
|---------------------|--|-----------------------|------------------------|--|-------------------------|--|--|-------------------------|----------------------------------|---------------------|--|--|
| | | | | | | Cuarto de control. | | | | | | |
| PEP-TMDB-SE-CA-02 | Fuga de gas amargo en línea de 8"-GAM-31002-C-D33T1 de entrada al paquete de endulzamiento PA-101 AB por orificio con DEF de 1.6", por golpe o falla mecánica. | Gas amargo | Alto riesgo en equipos | Radiación | 43.8 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | En un radio de 80 m | | | | | |
| | | | | Sobrepresión | 94.4 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | | | | |
| | | | | Alto riesgo | Radiación | 67.9 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | | En un radio de 80 m | | |
| | | | | | Sobrepresión | 138.0 | Equipos aledaños Cuarto de control. | | | | | |
| | | | PEP-TMDB-SC-CA-03 | Fuga de gas dulce en línea 16"-GCO-31301-C-D33T1 de entrada al separador general de succión FA-100, por orificio con DEF de 3.2" causado por golpe o falla mecánica. | Gas dulce | Alto riesgo en equipos | Radiación | | | 80.8 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | |
| | | | | | | | Sobrepresión | | | 234.4 | Equipos aledaños | |
| Alto riesgo | Radiación | 132.3 | | | | Cuarto de control. | | | | | | |
| | Sobrepresión | 337.9 | | | | | | | | | | |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|--|--|---|----------------------------------|
| PEP-TMDB-SC-CA-04 | Fuga de gas dulce en línea 6"-GCO-31301-C-D33T1 de succión al paquete de compresión PA-100 ABC, por orificio con DEF de 1.2" causado por golpe o falla mecánica. | Gas dulce | Alto riesgo en equipos | Radiación | 33.9 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. | Ver anexo "1.7" |
| | | | | Sobrepresión | 71.1 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 51.9 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | |
| | | | | Sobrepresión | 104.7 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | | Sistema de Red contraincendio. | |
| PEP-TMDB-SC-CA-05 | Fuga de gas dulce en cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión , por orificio con DEF de 3.2" causado por golpe o falla mecánica. | Gas dulce | Alto riesgo en equipos | Radiación | 113.2 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes | | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. | Ver anexo "1.7" |
| | | | | Sobrepresión | 354.8 | Equipos aledaños | | Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 191.9 | Cuarto de control. | | Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | | Sobrepresión | 519.9 | | | | |
| PEP-TMDB-SC-PC-02 | Ruptura catastrófica del cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del | Gas dulce | Alto riesgo en | Radiación | 472.6 | Paquete de compresión y endulzamiento de | En un radio de 80 m | Sistema de detección y alarma de gas y | Ver anexo "1.7" |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|---|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| | sistema de compresión. | | equipos | | | gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | | fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | |
| | | | | Sobrepresión | 652.6 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 809.8 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| | | | | Sobrepresión | 1172.2 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| PEP-TMDB-SC-CMP-02 | Fuga de gas dulce en cabezal de 16"-GCO-31903-C -F33T1 de descarga del sistema de compresión, por orificio con DEF de 1.25", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | Gas dulce | Alto riesgo en equipos | Radiación | 51.2 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. | | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | Ver anexo "1.7" |
| | | | | Sobrepresión | 129.5 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. | | Sistema de Red | |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar | |
|---------------------|--|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|--|--|---|----------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | | Equipos aledaños Cuarto de control. | | contraincendio. | | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 81.3 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. | | | | |
| | | | | Sobrepresión | 188.2 | Equipos aledaños Cuarto de control. | | | | |
| PEP-TMDB-AC-PC-03 | Ruptura catastrófica de la línea de 4"-CM-32001-C-D32T1 de condensados proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C. | Condensados | Alto riesgo en equipos | Radiación | 217.6 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | | |
| | | | | Sobrepresión | 421.6 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | Ver anexo "1.7" | |
| | | | | Alto riesgo | Radiación | 336.0 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | Sistema de Red contraincendio. |
| | | | | | Sobrepresión | 701.6 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus | En un radio de 80 m | | |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|---|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| | | | | | | componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | | | |
| PEP-TMDB-AC-CMP-03 | Fuga de condensado en la línea 4"-CM-32001-C-D32T1 proveniente del separador general FA-100 y de los separadores FA-101 A/B/C, por orificio con DEF de 0.6", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | Condensados | Alto riesgo en equipos | Radiación | 36.5 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños | En un radio de 80 m | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | Ver anexo "1.7" |
| | | | | Sobrepresión | 138.2 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 48.1 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños | En un radio de 80 m | | |
| | | | | Sobrepresión | 184.4 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| PEP-TMDB-AC-CA-06 | Fuga de condensado en la línea 4"-CM-32001-C-D32T1 proveniente del separador general FA-100 y de los | Condensados | Alto riesgo en equipos | Radiación | 69.1 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus | En un radio de 80 m | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. | Ver anexo "1.7" |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|--|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| | separadores FA-101 A/B/C, por orificio con DEF de 1.2", causado por golpe o falla mecánica. | | | | | componentes Equipos aledaños | | Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). Sistema de Red contraincendio. | |
| | | | | Sobrepresión | 261.7 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| | | | | Radiación | 91.4 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños | En un radio de 80 m | | |
| | | | | Sobrepresión | 362.9 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |
| PEP-TMDB-AC-CA-07 | Fuga de MDEA del fondo de la torre absorbidora, por orificio con DEF de 1.2", causado por corrosión, golpe o falla mecánica. | Condensados | Alto riesgo en equipos | Radiación | 122.8 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes Equipos aledaños | En un radio de 80 m | Sistema de detección y alarma de gas y fuego. Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | Ver anexo "1.7" |
| | | | | Sobrepresión | 90.2 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. | En un radio de 80 m | Sistema de Red contraincendio. | |

| Clave del escenario | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia involucrada | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de afectación (m) | Equipo presente en el radio de afectación | Distancias de los equipos al punto de fuga | Salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---------------------|---|-----------------------|--------------|----------------|-------------------------|---|--|-------------------------|----------------------------------|
| | | | | | | Equipos aledaños Cuarto de control. | | | |
| | | | Alto riesgo | Radiación | 153.6 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños | En un radio de 80 m | | |
| | | | | Sobrepresión | 139.8 | Paquete de compresión y endulzamiento de gas y sus componentes. Equipos aledaños Cuarto de control. | En un radio de 80 m | | |

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

1.2.1. Sistemas de Seguridad.

Los sistemas de seguridad que formarán parte de este proyecto son de forma general los siguientes:

- Sistema básico de control de procesos.
- Sistema de desfogue.
- Sistemas instrumentados de seguridad.
- Sistema de agua contra incendio. Interconexión de una red de agua Contra incendio nueva perteneciente al sistema de Endulzamiento y compresión con la red general contra incendio existente en al menos dos puntos, la nueva red contra incendios es un conjunto de dispositivos (Sistemas de aspersion, hidrantes, monitores, válvulas de seccionamiento, gabinetes con manguera entre otros) y tramos de tuberías que, formando anillos o circuitos, sirven para conducir y distribuir el agua Contra incendio hasta el área en riesgo de incendio; así como sistemas de aspersion en recipientes y bombas que manejen material inflamable y combustible.
- Sistema de gas y fuego (SG&F), conformado principalmente por: un Controlador Lógico Programable (CEP), detectores de mezclas explosivas, detectores de humo, detectores de fuego, alarmas visibles, alarmas audibles y estaciones manuales por fuego.
- Sistema de supresión de fuego. A base de un agente limpio en el Cuarto de Control de Instrumentos y Cuarto de Control eléctrico.
- Extinción portátil. Extintores portátiles a base de polvo químico seco y bióxido de carbono (CO₂), ubicados en áreas de proceso y cuartos de control y eléctrico; así como extintores móviles en área de proceso.
- Equipo de protección colectiva. Regaderas y lavaojos, conos de viento,
- Señalización y rutas de evacuación.
- Protección con material ignifugo

| | | |
|--|---|--|
|  | ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL: “SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO” |  |
|--|---|--|

Sistema de desfogues.

La descarga de los dispositivos de protección (válvulas de relevo de presión, válvulas de control de presión y válvulas de despresurización) y venteos, para la protección de los equipos críticos y operacionales de la instalación, se canalizarán de acuerdo con el nivel de presión al cabezal de desfogue que le corresponda en la TMDB para su envío a quemador. Los sistemas de desfogue a los que se integraran las corrientes de relevo son existentes y corresponden a los sistemas de alta presión CB-700 y baja presión CB-800.

Los sistemas de seguridad del sistema de endulzamiento y compresión de gas que formarán parte de este proyecto son los siguientes:

Sistema de agua contra incendio.

Interconexión de una red de agua Contra incendio nueva perteneciente al Sistema de Endulzamiento y Compresión con la red general contra incendio existente de la TMDB de la cual provendrá el agua y el bombeo. La nueva red contra incendios es un conjunto de dispositivos (Sistemas de aspersion, hidrantes, monitores, válvulas de seccionamiento, gabinetes con manguera entre otros) y tramos de tuberías que, formando anillos o circuitos, sirven para conducir y distribuir el agua Contra incendio hasta el área en riesgo de incendio; así como sistemas de aspersion en recipientes y bombas que manejen material inflamable y combustible, esta red cumplirá con lo estableció en las normas NFPA 20 y NFPA 24.

La red Contra incendio operará con una presión mínima de 7 kg/cm², la cual se debe mantener en el punto hidráulicamente más desfavorable.

Para fines de mantenimiento o ampliación, la red de agua contra incendio contará con válvulas de seccionamiento, localizadas estratégicamente para aislar tramos de tuberías sin dejar de proteger ninguna de las áreas o equipos que lo requieran. La presión mínima y máxima de operación para los hidrantes, será entre de 689 kpa (7 kg/cm²; 100lb/pulg²) y de 1 207 kPa (12,3 kg/cm²; 175 lb/pulg²).

Hidrantes/Monitores. En las áreas de proceso, se instalarán hidrantes-monitores para conectar boquillas y mangueras Contra incendio; así como tomas para camión Contra incendio, localizadas en la periferia de las calles perimetrales para un fácil acceso de los camiones Contra incendio.

Gabinete con Manguera Contra Incendio Empotrado en Muro. El gabinete para manguera contra incendio estará ubicado en el área de cuarto de control y estará constituido por:

- Gabinete empotrado en muro.
- Una válvula tipo angular de 40 mm (1½”) de diámetro.
- Una manguera para servicio contra incendio de 40 (1½”) de diámetro por 15 m (50 ft) de longitud.
- Una boquilla para manguera contra incendio de 40 mm (1½”) de diámetro.

Sistema de aspersión a base de Agua Contra Incendio.

a) En recipientes.

Los equipos y/o recipientes verticales de proceso que contengan sustancias con punto de inflamación mayor a los 23°C, donde se tenga riesgo de exponer su superficie a charco o radiación de fuego, contarán con un sistema de aspersión para la protección contraincendio. El sistema de aspersión de agua contra incendio estará integrado por una válvula de diluvio, boquillas de aspersión, red neumática de tapones fusibles e instrumentación asociada, de tal forma que se cubra toda la superficie del equipo o recipiente. Estos sistemas de aspersión de agua contra incendio para los equipos tendrán dos alimentaciones a los aspersores, una alimentación mediante una válvula automática de diluvio y la otra mediante una válvula de accionamiento manual, alimentadas de dos puntos diferentes de la red contra incendio en caso de fallar el accionamiento de la alimentación automática, se disponga de la alimentación manual ubicada esta última en un área de la planta que no ponga en riesgo al personal para su operación.

b) En bombas de proceso.

El diseño incluye un sistema de aspersion para la protección contraincendio para las bombas. que manejen líquidos inflamables o combustibles, que moja el sello mecánico y la orientación de las boquillas de este sistema están dirigidas hacia el o los sellos y no al motor.

Sistema de Gas y Fuego.

El objetivo del sistema de detección y alarma o sistema de gas y fuego es prevenir y alertar oportuna y automáticamente, los siniestros que pudieran ser causados por escape de gases tóxicos y/o mezclas explosivas que puedan provocar un incendio y puedan poner en peligro la vida de las personas.

Este sistema estará integrado por:

- Un controlador lógico programable de seguridad (CEP), independiente del Sistema de Control Distribuido (SCD) de proceso de la planta. El software y hardware del Sistema de Gas y Fuego contarán con aprobación y certificados de TÜV para aplicaciones de seguridad.
- Detectores de fuego, (detectores inteligentes basado en microprocesadores IR3 de una sola pieza).
- Detectores de mezclas explosivas, (Detectores puntuales, integrados por circuitos microprocesadores operando bajo el principio de tipo infrarrojo para la detección de metano y/o mezclas explosivas y tipo catalíticos para la detección de gas hidrogeno).
- Detectores de gases tóxicos (H₂S), (Detectores puntuales, integrados por circuitos microprocesadores operando bajo el principio electroquímico).

- Alarmas visibles, Las alarmas visibles permitirán dar a conocer al personal que se encuentra en las instalaciones, de una manera visible, las condiciones de seguridad que existen dentro de la instalación. Las luces serán del tipo estroboscópicas a excepción de la luz verde la cual será del tipo continuo. Estas alarmas estarán dispuestas en arreglo vertical tipo semáforo y serán activadas por una señal proveniente del CEP de gas y fuego a través de los detectores o de las estaciones manuales.
- Alarmas audibles, (Las alarmas audibles para exteriores consistirán en bocinas capaces de producir un sonido diferente para cada tipo de riesgo detectado, con una intensidad sonora de los 109 a 120 DB a 3 m y estarán montadas en los semáforos de alarmas visuales).
- Estaciones manuales por fuego, (La estación manual de alarma por fuego será de doble acción, del tipo “empujar y jalar” o “levantar y presionar”, con protección contra uso accidental).
- Generadores de tono (El generador de tonos reproducirá los sonidos y mensajes, para distinguir el tipo de riesgo detectado).

Tablero de detección y supresión de fuego. Para la protección del Cuarto de Control y del Cuarto Eléctrico, se utilizará un sistema extinción automático de inundación total a base de un agente limpio de acuerdo con la NFPA 2001 vigente. El sistema de supresión a base de un agente limpio será de inundación total, el cual podrá ser activado automática o manualmente. El agente limpio será descargado por el Tablero de Supresión a través de la tubería y boquillas distribuidas en el área a señal de los detectores de humo.

Equipo de respiración autónoma.

Para la operación del sistema de endulzamiento se contará con 4 Equipos de Respiración Autónoma (ERA), para permitir al personal realizar maniobras, aún en atmósferas tóxicas. Se contará con dos equipos autónomos para el Cuarto de Control y dos equipos para el Cuarto Eléctrico.

| | | |
|--|---|--|
|  | ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL: “SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO” |  |
|--|---|--|

El equipo autónomo de aire respirable será de circuito abierto, con capacidad para treinta minutos, tipo “A”, de 31.0 mPa (4500 psig), 1.27 m³ (45 ft³).

Extintores portátiles.

El paquete del sistema de endulzamiento de gas amargo PA-101 A/B, contará con la protección contra incendio a base de extintores portátiles conforme a lo requerido por la NOM-002-STPS-2010 y NFPA 10 en su última versión.

Extintor tipo polvo químico seco.

Los extintores portátiles de polvo químico seco a base de fosfato monoamónico serán ubicados en la planta y en edificios de la planta, con una capacidad nominal del equipo de 20 lb (9.07 kg).

Extintor de bióxido de carbono (CO₂)

Serán ubicados en el cuarto de control y Cuarto Eléctrico y en áreas donde haya probabilidad de fuego tipo C. El CO₂ no es conductor de electricidad, no es corrosivo y no se congela, la capacidad nominal del equipo será de 20 lb (9.07 kg).

Extintores sobre ruedas (móviles)

Los extintores móviles (de carretilla) se utilizarán de apoyo, estarán ubicados en lugares estratégico-protegidos del sol y la intemperie.

Los extintores móviles deben ser de una capacidad de 125 lb de polvo químico seco (PQS) a base de fosfato monoamónico con cilindro exterior de nitrógeno.

Regadera y Lavaojos.

Se contempla el uso de las Regaderas y lavaojos (Estaciones de Emergencia) en las áreas en las cuales exista el riesgo de contacto de sustancias tóxicas en piel y ojos. El diseño cumplirá con los criterios indicados en los requerimientos de la Norma ANSI Z358.1-2009.

Conos de viento.

Los Conos de Viento proveen información al personal en sitio de la dirección de los vientos. Deben estar colocados en la parte más alta de los equipos o edificaciones, con la finalidad de ser visibles desde diferentes puntos de la planta ya que en caso de que se presente una contingencia, deberán proveer información vital para que el personal considere su desplazamiento en dirección contraria a la dirección de los vientos.

Casa de Mangueras.

Se instalarán casas de mangueras cerca de los hidrantes monitor para tener la disponibilidad de mangueras de 1 ½" y 2 ½" y boquillas de 1 ½" y 2 ½" cerca del área a proteger.

Señalización y rutas de escape.

Dentro de las áreas y equipos del sistema de endulzamiento de gas amargo PA-101 A/B., se instalarán suficientes letreros de seguridad y señalización debidamente ubicados, indicando los riesgos existentes, así como también serán establecidas y debidamente indicadas las rutas de evacuación.

Se rotularán e identificarán las tuberías de proceso en sus trayectorias de acuerdo con el código de colores, asimismo, se rotularán todos los equipos como tanques, bombas, válvulas automáticas, instrumentos de control y de protección, que integran la planta.

Los letreros de seguridad se ubicarán en sitios que estén bien iluminados de día y de noche, que sean fácilmente visibles para el personal y que alerten y comuniquen al mismo, sobre los riesgos y peligros presentes en el sitio y el tipo de protección requerida para ingresar al área.

| | | |
|--|---|--|
|  | ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL: “SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO” |  |
|--|---|--|

Los letreros de seguridad serán de los siguientes tipos:

- De prohibición.
- De obligación.
- De precaución.
- De información.

Dentro de las áreas de la Planta, se localizarán los señalamientos para la identificación del equipo contra incendio y rutas de escape.

Los letreros y señalamientos de seguridad se apegarán estrictamente a los requerimientos y criterios establecidos en cuanto a su diseño, color y tamaño en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-002-STPS-2010 y NOM-026-STPS-2008.

Sistema de tierras físicas.

Las nuevas instalaciones del sistema de Endulzamiento y Compresión de Gas y servicios a instalarse en la Terminal Marítima de Dos Bocas contarán con un Sistema de Puesta a Tierra (SPT) que proporcionara un medio seguro y eficaz para drenar las corrientes de falla tierra, estáticas y de retorno para la seguridad del personal, equipo e instalaciones. El Sistema de Puesta a Tierra cumplirá con el artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2012 y con el numeral 8 de la norma NOM-022-STPS-2015.

Puesta a tierra de equipos.

Las partes metálicas expuestas que normalmente no conducen corriente, y las envolturas metálicas del equipo eléctrico, estarán conectadas al SPT con cable de cobre desnudo semiduro tamaño (calibre) 33,62 mm² (2 AWG) y son entre otras:

- Partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos.
- Estructuras de acero.
- Equipos de Proceso.

- Equipos dinámicos accionados por motor eléctrico.
- Tuberías de proceso y servicios auxiliares.
- Equipos eléctricos (tableros de alumbrado, de control, de excitación, fuego y gas, SFI, sistemas de control, motores, generadores, válvulas motorizadas, y en general todo el equipo con servicio de energía eléctrica).
- Partes metálicas no portadoras de corriente de equipos de instrumentos como gabinetes, cajas de paso, soportes, toma de muestras y otros.
- Las partes metálicas como barandales y pasamanos de escaleras de edificios no requieren de conexión a tierra por tener conexión firme y permanente con la estructura de concreto del edificio.
- Escaleras marinas.

Sistema contra descargas atmosféricas.

La descarga atmosférica captada es conducida a través de dispositivos a tierra de forma segura y eficaz, en donde es drenada la corriente de rayo, corrientes estáticas y corrientes de retorno. Los Componentes del Sistema Contra Descargas Atmosféricas son:

- Terminal Aérea o Punta Pararrayos
- Base para terminal Aérea
- Conductores de cobre desnudos
- Contador de descargas
- Desconectador
- Electrodo o Varillas
- Registros de Tierra
- Moldes para soldaduras exotérmicas
- Conexiones Soldables
- Conectores a compresión.
- Conectores mecánicos
- Accesorios de fijación Abrazaderas, aisladores, pernos, etc

| | | |
|--|---|--|
|  | ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL: “SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO” |  |
|--|---|--|

El sistema de pararrayos será independiente de la red general de tierras.

Supresores de sobretensión transitoria (SSTT). Los SSTT serán instalados en interior, en el lado de carga del interruptor principal, dentro del tablero principal de baja tensión y tableros de distribución secundaria.

1.2.2. Medidas preventivas.

Para prevenir cualquiera de los eventos de riesgos identificados en el presente estudio, será necesario contar con medidas que ayuden a minimizar o anular cualquier condición que pueda desencadenar en una liberación de las sustancias, en este caso gas amargo/gas dulce/condensados amargos/dietanolamina. Estas medidas deberán ser aplicadas durante el diseño, construcción, operación y mantenimiento del sistema de endulzamiento y compresión de gas.

Las medidas preventivas contempladas en la ingeniería del proyecto “Sistema de endulzamiento y compresión de gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO” son:

- Personal calificado en el diseño, ingeniería y construcción.
- Personal con experiencia en la etapa de diseño e ingeniería.
- Se consideró criterios técnicos específicos y procedimientos internos de DIAVAZ/AEME.
- Cumplir con los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, así como la capacitación del personal para el buen manejo de la instalación.
- Llevar a cabo la comprobación y ajuste de los componentes estructurales del sistema para su correcta operación.
- Supervisar que todos los componentes que integrarán el proyecto serán resistentes y garantizar que cumplan con lo establecido en los códigos y estándares que se indican a continuación, y con la reglamentación que indiquen las autoridades correspondientes.

- **ASME** (American Society of Mechanical Engineers).
- **ASTM** (American Society for Testing Materials).
- **API** (American Petroleum Institute).
- **NFPA** (National Fire Protection Association).
- **STI** (Steel Tank Institute).
- **UL** (Underwriters Laboratories Inc. (E.U.A.)).
- **ULC** (Underwriters Laboratories of Canada).
- **NRF** (Normas de Referencia (PEMEX)).

Las entidades antes señaladas reglamentan, entre otros conceptos, los siguientes:

- Procedimientos y materiales de fabricación.
 - Protección contra la corrosión.
 - Protección contra incendio.
 - Instalación.
 - Refuerzos.
 - Operación.
 - Detección de fugas.
- Llevar a cabo los diferentes programas de inspección a las instalaciones que conforman el proyecto.
 - Capacitación al personal de operación y mantenimiento respecto a seguridad.
 - Establecer los procedimientos de operación y mantenimiento por escrito y actualizar periódicamente cuando así lo determine las variaciones de las condiciones del sistema de endulzamiento y compresión de gas.
 - Capacitar al personal para que opere en forma correcta los manuales de control y los fundamentos básicos de operación del sistema.
 - Aplicar los procedimientos de emergencia en caso de una fuga y coordinarse con entidades, federales, estatales, municipales, civiles, públicas y privadas.
 - Efectuar de manera inmediata las reparaciones de los daños que las instalaciones que conforman el sistema.

- Reemplazar los equipos y accesorios utilizados en la instalación en caso de que estos se encuentren deteriorados o lleguen al fin de su vida útil.

1.2.3. Recomendaciones Técnico-Operativas

En la siguiente tabla 1.32, se listan las recomendaciones Técnico-Operativas emitidas en el presente estudio y aprobadas por los participantes del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).

Tabla 1.32.- Listado de recomendaciones Técnico-Operativas.

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 1. Agregar un lazo de control de nivel que cierre por bajo bajo nivel a una válvula de corte (proceso) y un orificio de restricción en la descarga de líquidos del FA-600. | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 5.11.1 | Falla del lazo de control de nivel LV abriendo (pérdida de sello de líquidos del recipiente FA-600). | Consortio DIAVAZ/AEME | C |
| 2. Realizar la representación de la válvula de corte SDV a la entrada del paquete de endulzamiento en la Ingeniería del Tecnólogo. | 1 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 1.2.1 | Problemas operativos corriente arriba en el sistema de compresión de alta presión (salida de operación) de Línea 6. | Consortio DIAVAZ/AEME | D |
| 3. Instalar alarma por alta presión diferencial PDAH en filtros coalescedores FD-1051A y FD-1151A. | 1 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 1.2.2 | Saturación de elementos filtrantes en FD-1051A o FD-1151A. | Consortio DIAVAZ/AEME | C |
| 4. Instalar alarma por alto nivel en los componentes de proceso FD-1051A, FD-1151A, DA-1051A, FA-1051A. | 1 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 1.3.1 | Falla del lazo de control de nivel en los recipientes FD-1051A o FD-1151A o DA-1051A o FA-1051A, válvula cerrando. | Consortio DIAVAZ/AEME | C |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|--|-------------------------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 5. Incorporar una válvula de corte que actúe por bajo bajo nivel en la salida de líquidos de los filtros coalescedores FD-1051A, FD-1151A con un lazo independiente al control de nivel. | 1 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 1.4.1 | Falla del lazo de control de nivel en los recipientes FD-1051A o FD-1151A o DA-1051A o FA-1051A, válvula abriendo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 6. Colocar orificio de restricción en el by-pass de la válvula controladora de nivel LV en la salida de líquidos de los filtros coalescedores y de la contactora DA-1051A y del separador FA-1051A. | 1 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 1.4.1 | Falla del lazo de control de nivel en los recipientes FD-1051A o FD-1151A o DA-1051A o FA-1051A, válvula abriendo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 7. Asegurar que el tipo de acoplamiento del motor eléctrico con el ventilador sea de engranes en los soloaires en los trenes de endulzamiento EC. | 1 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 1.5.1 | Falla del soloaire EC-1050. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 8. Las especificaciones en la calidad de los materiales para turbomaquinaria debe cumplir para uso de gas amargo, en apego a las condiciones establecidas en el Anexo B1. | 2 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 2.1.1 | Sistema de endulzamiento fuera de operación. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 9. Configurar alarma por alta presión (PAH) en el PIT-3132. | 3 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 3.1.1 | Problemas operativos corriente arriba (Endulzadora o L6). | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 10. Configurar alarma por baja presión (PAL) en el PIT-3132. | 3 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 | Problemas operativos corriente arriba (Endulzadora o L6). Válvula de seguridad PSV-31301 A o B Calzadas. Falla del lazo de control de nivel | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| | | | | LV-3131 abriendo (pérdida de sello de líquidos del recipiente FA-100). | | C |
| 11. Configurar alarma por bajo nivel (LAL), alarma por bajo bajo nivel (LALL), alarma por alta presión (PAH), agregar válvula de corte (XV) en la línea de salida del recipiente, colocar orificio de restricción corriente abajo de la válvula LV-3131. | 3 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 3.2.3, 3.5.1 | Falla del lazo de control de nivel LV-3131 abriendo (pérdida de sello de líquidos del recipiente FA-100). | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| 12. Configurar alarma por alto nivel (LAH) de la válvula LV-3131. | 3 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 3.3.1 | Descontrol operativo en las endulzadoras. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| 13. Instalar un transmisor de nivel configurado por alto nivel hacia la válvula de salida del sistema de endulzamiento. | 3 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 3.3.2 | Falla del control de nivel LV-3131. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| 14. Instalar alarma por bajo flujo en el lazo del FIT-3131. | 3 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 3.7.1, 3.8.1 | Fuera de operación de cualquiera de las endulzadoras PA-101A o PA-101B. Endulzadoras PA-101A/B fuera de operación. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| 15. Configurar alarma por alta presión en el sistema digital de control local en el FA-1052A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.1.1 | Pérdida de sello de líquidos de torre contactora DA-1051A o FA-1051A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|--|------------------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 16. Configurar alarma por alto nivel de amina y de hidrocarburos en el sistema digital de control local del FA-1052A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.3.1 | Descarga bloqueada corriente abajo, Pérdida de amina por la salida de hidrocarburos | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 17. Configurar alarma por bajo nivel en el sistema digital de control local en FA-1052A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.4.1, 4.4.2 | Problemas operativos corriente arriba. Falla del lazo de control de nivel LCV de la salida de hidrocarburos calzada, abriendo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 18. Instalar transmisor de presión diferencial y configurar alarma por alta y baja presión diferencial en el sistema digital de control local. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.7.1, 4.8.1 | Saturación de elementos filtrantes en FD-1052A o FD-1152A o FD-1054A o FD-1055A o FD-1155A. No se lleva a cabo el proceso de filtración (gas fuera de especificación). | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 19. Configurar alarma por alta y baja temperatura en el sistema digital de control local de los transmisores de temperatura de los platos de la DA-1052A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.10.1, 4.10.2, 4.11.1 | Falla del lazo de control de temperatura del suministro de gas combustible. Falla del reflujo. Reboiler fuera de operación. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 20. Configurar alarma por bajo flujo en el sistema digital de control local en el transmisor de flujo del reflujo, en línea de descarga de las bombas GA-1052A/1152A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.10.2 | Falla del reflujo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 21. Configurar alarma por alta presión diferencial en el sistema digital de control local en DA-1052A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.10.2, 4.12.1 | Falla del reflujo. Ver desviación de Alta Temperatura en el DA-1052A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 22. Configurar alarma por alta temperatura en el sistema digital de control local a la salida del E-1051A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.13.1, 4.13.3 | Falla de alguno de los motores del soloaire E-1051A. Mayor calentamiento en el rehervidor debido a falla del lazo de control de temperatura del domo que regula el medio de calentamiento TCV. Falla del reflujo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 23. Configurar alarma por bajo flujo en el sistema digital de control local (FT) en la descarga de las bombas GA-1052A/1152A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.13.2, 4.13.3 | Mayor calentamiento en el rehervidor debido a falla del lazo de control de temperatura del domo que regula el medio de calentamiento TCV. Falla del reflujo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 24. Configurar alarma por alta vibración en el sistema digital de control local del E-1051A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.13.5 | Alta vibración en Soloaire E-1051A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 25. Configurar alarma por alta y baja temperatura en el sistema digital de control local a la salida del E-1051A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.14.1 | Falla en el control de temperatura del rehervidor. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|--|-----------------------------------|--|---|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 26. Instalar válvula controladora de flujo en cascada con el nivel en salida de líquidos del FA-1053A y su correlación con la válvula de recirculación automática. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.14.1, 4.17.2, 4.21.1, 4.23.1 | Falla en el control de temperatura del rehervidor. Falla de la válvula LCV de recirculación de las bombas GA-1052A o GA-1152A. Error Humano. Daños en el impulsor de la bomba GA-1052A o GA-1152A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 27. Configurar alarma por alta presión en el sistema digital de control local del transmisor de presión de salida de gas ácido en FA-1053A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.15.1, 4.15.2, 4.15.3 | Pérdida de reflujo. Falla del lazo de control de temperatura del domo de la columna que regula el suministro de gas combustible (en DA-1052A corriente arriba). Falla del aerorefrigerador E-1051A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| 28. Complementar el lazo de control de presión de la PCV ubicada en la línea de gas ácido del FA-1053A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.15.1, 4.15.2, 4.15.3 | Pérdida de reflujo. Falla del lazo de control de temperatura del domo de la columna que regula el suministro de gas combustible (en DA-1052A corriente arriba). Falla del aerorefrigerador E-1051A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|--|---------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 29. Instalar alarma por alto nivel en el sistema digital de control local en el FA-1053A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.17.1, 4.17.2 | Falla en las bombas GA-1052A o GA-1152A. Falla de la válvula LCV de recirculación de las bombas GA-1052A o GA-1152A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | D |
| 30. Configurar en la lógica de la matriz de causa-efecto evitar el arrastre de líquidos hacia URV's y que mande a cierre la SDV de salida de gas ácido en FA-1053A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.17.1, 4.20.1 | Falla en las bombas GA-1052A o GA-1152A. Bombas GA-1052A o GA-1152A fuera de operación. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 31. Configurar alarma por bajo nivel LAL y en el sistema digital de control local del FA-1053A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.19.1, 4.19.2 | Funcionamiento de Bombas GA-1052A o GA-1152A.. Falla del lazo de recirculación de bombas LCV. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 32. Configurar interruptor de nivel por muy bajo nivel LSSL con acción de paro a la bomba GA-1052A o GA-1152A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.19.1, 4.19.2 | Funcionamiento de Bombas GA-1052A o GA-1152A.. Falla del lazo de recirculación de bombas LCV. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 33. Asegurar que la especificación de tubería soporte la presión de diseño de la descarga de bombas GA-1052A/1152A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.22.1 | Descarga bloqueada. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 34. Asegurar que la especificación de tubería soporte la presión de diseño de la descarga de bombas GA-1051A/1151A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.24.1 | No flujo de amina pobre hacia la torre contactora DA-1051A. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|--|---|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 35. Configurar alarma por alto flujo en sistema digital de control local en la descarga de las bombas GA-1054A/1154A. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.26.1 | Presión mínima en la torre contactora DA-1051A. | Consortio DIAVAZ/AEME | D |
| 36. Verificar la instalación de sistema de detección y alarma de gas y fuego y sistema contraincendio para los equipos de las endulzadoras. | 4 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 4.29.1, 4.29.2, 4.29.3, 4.29.4 | Uniones bridadas (desgaste de sellos, mal torque, juntas inadecuadas). Válvulas de drenes abiertas. Golpe externo (fase de mantenimiento). Corrosión. Con formación de nube con características tóxicas, inflamables y explosivas. | Consortio DIAVAZ/AEME | C |
| 37. Configurar alarmas por alta y baja presión en el FA-500/600 en el sistema digital de monitoreo y control local. | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 5.1.1, 5.2.1, 5.8.1, 5.9.1 | Falla de la válvula PV en línea de alimentación al FA-500. Bloqueo corriente arriba del FA-500. Falla de la válvula PV en línea de alimentación al sistema de acondicionamiento de gas combustible. Bloqueo corriente arriba del FA-500. | Consortio DIAVAZ/AEME | C |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|---|---------------------|---|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 38. Indicar válvula de corte en la línea de alimentación del sistema de acondicionamiento de gas (revisar datos de SDV en salida de endulzadora con QBJ). | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. | 5.1.1, 5.8.1 | Falla de la válvula PV en línea de alimentación al FA-500. | Consortio DIAVAZ/AEME | D |
| | | IX.- Mejores prácticas y estándares | | Falla de la válvula PV en línea de alimentación al sistema de acondicionamiento de gas combustible. | | |
| 39. Indicar una PV paralela a la existente en la línea de alimentación al FA-500. | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. | 5.1.1, 5.8.1 | Falla de la válvula PV en línea de alimentación al FA-500. | Consortio DIAVAZ/AEME | D |
| | | IX.- Mejores prácticas y estándares | | Falla de la válvula PV en línea de alimentación al sistema de acondicionamiento de gas combustible. | | |
| 40. Representar en DTI la instrumentación de presión diferencial configurando sus respectivas alarmas por alta y baja presión diferencial en los filtros FG-103/R del paquete de acondicionamiento de gas combustible PA-500. | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. | 5.5.1 | Taponamiento en los filtros FG-103/R. | Consortio DIAVAZ/AEME | D |
| IX.- Mejores prácticas y estándares | | | | | | |
| 41. Revisar que el tipo de calentador a instalarse debe de cumplir con el sistema de confiabilidad operacional (SCO). | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. | 5.7.1 | Falla en el controlador de temperatura TIC | Consortio DIAVAZ/AEME | C |
| IX.- Mejores prácticas y estándares | | | | | | |
| 42. Considerar transmisor de nivel adicional con alarma por alto nivel en el FA-600 en el sistema digital de monitoreo y control. | 5 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. | 5.10.1 | Falla del lazo de control de nivel LV en la salida de líquidos del FA-600. | Consortio DIAVAZ/AEME | C |
| IX.- Mejores prácticas y estándares | | | | | | |

| Recomendaciones | Identificación del nodo o sistema | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|---|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--|-----------------------|-----------------|
| | | | No. | Descripción | | |
| 43. Instalar PSV en el separador de descarga MBF-401. | 6 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 6.3.1 | Descarga bloqueada. | Consorcio DIAVAZ/AEME | C |
| 44. Indicar un sensor para el control de temperatura (TIT) y configurar alarma por alta y muy alta temperatura en la salida del soloaire HAL-302. | 6 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 6.11.1, 6.13.2 | Paro de equipo de turbocompresión Falla de lazo de control de nivel LV-404 cerrando. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| 45. Independizar las tomas de proceso para los lazos de control de las PV-A/B del separador de condensados de alta presión FA-4210A/B. | 7 y 8 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 7.2.1, 7.2.3, 8.2.1, 8.2.3 | Falla el suministro de gas de sello (blanketing) falla de la PV-A cerrando. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |
| | | | | Falla de la válvula PV-B, abierta hacia desfogue. Falla el suministro de gas de sello (blanketing) falla de la PV-A cerrando. Falla de la válvula PV-B, abierta hacia desfogue. | | |
| 46. Agregar un lazo de control de nivel que cierre por bajo bajo nivel a una válvula de corte y un orificio de restricción en la descarga de líquidos del FA-4210A/B. | 7 y 8 | XI.- Integridad mecánica y aseguramiento de la Calidad. IX.- Mejores prácticas y estándares | 7.2.2, 7.5.1, 8.2.2, 8.5.1 | Falla del lazo de control de nivel LV, abriendo. Falla de válvula de control de nivel LV, abriendo. Falla del lazo de control de nivel LV, abriendo. Falla de válvula de control de nivel LV, abriendo. | Consorcio DIAVAZ/AEME | |

En la tabla 1.33 se presenta el programa para la implementación de las recomendaciones técnico-operativas.

Tabla 33. Programa para la implementación de las recomendaciones.

| Escenario de riesgo | Recomendaciones por implementar | | | | Fecha o periodo para su implementación |
|---------------------|---------------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|
| | No. | Nivel de riesgo | Recomendación | Responsable | |
| 5.11.1 | 1 | C | Agregar un lazo de control de nivel que cierre por bajo bajo nivel a una válvula de corte (proceso) y un orificio de restricción en la descarga de líquidos del FA-600. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 1.2.1 | 2 | D | Realizar la representación de la válvula de corte SDV a la entrada del paquete de endulzamiento en la Ingeniería del Tecnólogo. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 1.2.2 | 3 | C | Instalar alarma por alta presión diferencial PDAH en filtros coalescedores FD-1051A y FD-1151A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 1.3.1 | 4 | C | Instalar alarma por alto nivel en los componentes de proceso FD-1051A, FD-1151A, DA-1051A, FA-1051A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 1.4.1 | 5 | C | Incorporar una válvula de corte que actúe por bajo bajo nivel en la salida de líquidos de los filtros coalescedores FD-1051A, FD-1151A con un lazo independiente al control de nivel. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 1.4.1 | 6 | C | Colocar orificio de restricción en el by-pass de la válvula controladora de nivel LV en la salida de líquidos de los filtros coalescedores y de la contactora DA-1051A y del separador FA-1051A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |

| Escenario de riesgo | Recomendaciones por implementar | | | | Fecha o periodo para su implementación |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|
| | No. | Nivel de riesgo | Recomendación | Responsable | |
| 1.5.1 | 7 | C | Asegurar que el tipo de acoplamiento del motor eléctrico con el ventilador sea de engranes en los soloaires en los trenes de endulzamiento EC. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 2.1.1 | 8 | C | Las especificaciones en la calidad de los materiales para turbomaquinaria debe cumplir para uso de gas amargo, en apego a las condiciones establecidas en el Anexo B1. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 3.1.1 | 9 | D | Configurar alarma por alta presión (PAH) en el PIT-3132. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 | 10 | C | Configurar alarma por baja presión (PAL) en el PIT-3132. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 3.2.3, 3.5.1 | 11 | C | Configurar alarma por bajo nivel (LAL), alarma por bajo bajo nivel (LALL), alarma por alta presión (PAH), agregar válvula de corte (XV) en la línea de salida del recipiente, colocar orificio de restricción corriente abajo de la válvula LV-3131. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 3.3.1 | 12 | C | Configurar alarma por alto nivel (LAH) de la válvula LV-3131. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 3.3.2 | 13 | C | Instalar un transmisor de nivel configurado por alto nivel hacia la válvula de salida del sistema de endulzamiento. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 3.7.1, 3.8.1 | 14 | C | Instalar alarma por bajo flujo en el lazo del FIT-3131. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.1.1 | 15 | C | Configurar alarma por alta presión en el sistema digital de control local en el FA-1052A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.3.1 | 16 | D | Configurar alarma por alto nivel de amina y de hidrocarburos en el sistema digital de control local del FA-1052A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |

| Escenario de riesgo | Recomendaciones por implementar | | | | Fecha o periodo para su implementación |
|------------------------|---------------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|
| | No. | Nivel de riesgo | Recomendación | Responsable | |
| 4.4.1, 4.4.2 | 17 | C | Configurar alarma por bajo nivel en el sistema digital de control local en FA-1052A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.7.1, 4.8.1 | 18 | C | Instalar transmisor de presión diferencial y configurar alarma por alta y baja presión diferencial en el sistema digital de control local. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.10.1, 4.10.2, 4.11.1 | 19 | D | Configurar alarma por alta y baja temperatura en el sistema digital de control local de los transmisores de temperatura de los platos de la DA-1052A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.10.2 | 20 | D | Configurar alarma por bajo flujo en el sistema digital de control local en el transmisor de flujo del refluo, en línea de descarga de las bombas GA-1052A/1152A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.10.2, 4.12.1 | 21 | D | Configurar alarma por alta presión diferencial en el sistema digital de control local en DA-1052A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.13.1, 4.13.3 | 22 | C | Configurar alarma por alta temperatura en el sistema digital de control local a la salida del E-1051A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.13.2, 4.13.3 | 23 | D | Configurar alarma por bajo flujo en el sistema digital de control local (FT) en la descarga de las bombas GA-1052A/1152A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.13.5 | 24 | D | Configurar alarma por alta vibración en el sistema digital de control local del E-1051A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.14.1 | 25 | C | Configurar alarma por alta y baja temperatura en el sistema digital de control local a la salida del E-1051A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |

| Escenario de riesgo | Recomendaciones por implementar | | | | Fecha o periodo para su implementación |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|---|-----------------------|--|
| | No. | Nivel de riesgo | Recomendación | Responsable | |
| 4.14.1, 4.17.2, 4.21.1, 4.23.1 | 26 | D | Instalar válvula controladora de flujo en cascada con el nivel en salida de líquidos del FA-1053A y su correlación con la válvula de recirculación automática. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.15.1, 4.15.2, 4.15.3 | 27 | D | Configurar alarma por alta presión en el sistema digital de control local del transmisor de presión de salida de gas ácido en FA-1053A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.15.1, 4.15.2, 4.15.3 | 28 | D | Complementar el lazo de control de presión de la PCV ubicada en la línea de gas ácido del FA-1053A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.17.1, 4.17.2 | 29 | D | Instalar alarma por alto nivel en el sistema digital de control local en el FA-1053A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.17.1, 4.20.1 | 30 | C | Configurar en la lógica de la matriz de causa-efecto evitar el arrastre de líquidos hacia URV's y que mande a cierre la SDV de salida de gas ácido en FA-1053A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.19.1, 4.19.2 | 31 | C | Configurar alarma por bajo nivel LAL y en el sistema digital de control local del FA-1053A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.19.1, 4.19.2 | 32 | C | Configurar interruptor de nivel por muy bajo nivel LSLI con acción de paro a la bomba GA-1052A o GA-1152A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.22.1 | 33 | C | Asegurar que la especificación de tubería soporte la presión de diseño de la descarga de bombas GA-1052A/1152A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.24.1 | 34 | C | Asegurar que la especificación de tubería soporte la presión de diseño de la descarga de bombas GA-1051A/1151A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |

| Escenario de riesgo | Recomendaciones por implementar | | | | Fecha o periodo para su implementación |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|---|-----------------------|--|
| | No. | Nivel de riesgo | Recomendación | Responsable | |
| 4.26.1 | 35 | D | Configurar alarma por alto flujo en sistema digital de control local en la descarga de las bombas GA-1054A/1154A. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 4.29.1, 4.29.2, 4.29.3, 4.29.4 | 36 | C | Verificar la instalación de sistema de detección y alarma de gas y fuego y sistema contraincendio para los equipos de las endulzadoras. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 5.1.1, 5.2.1, 5.8.1, 5.9.1 | 37 | C | Configurar alarmas por alta y baja presión en el FA-500/600 en el sistema digital de monitoreo y control local. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 5.1.1, 5.8.1 | 38 | D | Indicar válvula de corte en la línea de alimentación del sistema de acondicionamiento de gas (revisar datos de SDV en salida de endulzadora con QBJ). | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 5.1.1, 5.8.1 | 39 | D | Indicar una PV paralela a la existente en la línea de alimentación al FA-500. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 5.5.1 | 40 | D | Representar en DTI la instrumentación de presión diferencial configurando sus respectivas alarmas por alta y baja presión diferencial en los filtros FG-103/R del paquete de acondicionamiento de gas combustible PA-500. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 5.7.1 | 41 | C | Revisar que el tipo de calentador a instalarse debe de cumplir con el sistema de confiabilidad operacional (SCO). | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 5.10.1 | 42 | C | Considerar transmisor de nivel adicional con alarma por alto nivel en el FA-600 en el sistema digital de monitoreo y control. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 6.3.1 | 43 | C | Instalar PSV en el separador de descarga MBF-401. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |

| Escenario de riesgo | Recomendaciones por implementar | | | | Fecha o periodo para su implementación |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------|---|-----------------------|--|
| | No. | Nivel de riesgo | Recomendación | Responsable | |
| 6.11.1, 6.13.2 | 44 | C | Indicar un sensor para el control de temperatura (TIT) y configurar alarma por alta y muy alta temperatura en la salida del soloaire HAL-302. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 7.2.1, 7.2.3, 8.2.1, 8.2.3 | 45 | C | Independizar las tomas de proceso para los lazos de control de las PV-A/B del separador de condensados de alta presión FA-4210A/B. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |
| 7.2.2, 7.5.1, 8.2.2, 8.5.1 | 46 | C | Agregar un lazo de control de nivel que cierre por bajo bajo nivel a una válvula de corte y un orificio de restricción en la descarga de líquidos del FA-4210A/B. | Consortio DIAVAZ/AEME | 7 de febrero del 2023 |

1.3. CONCLUSIONES.

Mediante la elaboración del presente Estudio de Riesgo, se determinan las siguientes conclusiones:

El Estudio de Riesgo fue realizado al proyecto del “Sistema de Endulzamiento y Compresión de Gas en la TMDB, para la recuperación artificial por bombeo neumático de pozos en los campos marinos de la RMSO” en la etapa de ingeniería de detalle.

Se aplicaron las metodologías de análisis y evaluación de riesgos HazOp donde se analizaron 8 nodos y What If con 6 subsistemas, en las que se identificaron 123 escenarios de riesgos en la zona aceptables con controles y un escenario indeseable en los cuales se emitieron acciones para bajar los niveles de riesgos.

Cabe mencionar que las recomendaciones/acciones propuestas por el grupo multidisciplinario están enfocadas a la etapa de ingeniería del proyecto, con las cuales se buscan prevenir los escenarios de riesgos y en su caso mitigar las consecuencias.

| | | |
|--|---|--|
|  | ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL: “SISTEMA DE ENDULZAMIENTO Y COMPRESIÓN DE GAS EN LA TMDB, PARA LA RECUPERACIÓN ARTIFICIAL POR BOMBEO NEUMÁTICO DE POZOS EN LOS CAMPOS MARINOS DE LA RMSO” |  |
|--|---|--|

De los escenarios identificados en el análisis HazOp y What If se propusieron 13 escenarios hipotéticos para simular sus consecuencias a la población y al ambiente.

El análisis de consecuencias fue realizado con apoyo del software especializado Phast, el cual mostró resultados de radios de afectación por toxicidad, radiación térmica y explosión que salen de los límites de la instalación afectando a las comunidades más cercanas al proyecto; sin embargo, las salvaguardas y los sistemas de seguridad están diseñadas para prevenir, o en su caso mitigar y minimizar estos eventos.

Con base en el resultado del análisis efectuado, los riesgos se encuentran en niveles aceptables con controles y tolerables por lo que, con base en el estudio realizado para el proyecto, se determina que es viable la intervención en estudio, siempre y cuando se atiendan las recomendaciones que permitan mantener bajo control dichos riesgos.

Es importante que se elaborar y difunda el Plan de Respuesta Emergencia con base a los resultados del ARSH atendiendo los requisitos establecidos por la ASEA en la DACG (Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos).

Cabe señalar que este Estudio de Riesgo se deberá actualizar cuando el Proyecto cumpla con los siguientes puntos:

- Previo al inicio de cualquier Etapa de Desarrollo del Proyecto;
- Previo a un desmantelamiento;
- Ocurran Accidentes;
- Se realicen modificaciones que impliquen cambios en los equipos, instalaciones o procesos originalmente aprobados en la Asignación, Contrato o permiso otorgado; o
- Se realice cualquier otra modificación que afecte el resultado del Análisis de Riesgo en cualquiera de las Etapas de Desarrollo del Proyecto.

Esto conforme a lo establecido en las 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.

Los riesgos identificados, evaluados y jerarquizados mediante las técnicas de Análisis de Riesgos de Procesos (ARP) cualitativas, son tolerables y aceptables con controles. Por lo anterior, se concluye que los riesgos identificados y evaluados que se pudieran presentar en el proyecto se encuentran administrados con el cumplimiento de las recomendaciones emitidas por el GMAER.

1.4. RESUMEN EJECUTIVO.

Se anexa el resumen ejecutivo del Estudio de Riego.