



XXV CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS
26 AL 28 DE ABRIL DE 2023. Bogotá - Colombia



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

CASO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE ACTIVOS INDUSTRIALES EN LOS ACTIVOS DE LA ESPECIALIDAD CIVIL DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA, SUS MUELLES Y TERMINALES MARÍTIMOS



Hans Barcarcel Marrugo

Ingeniero de Confiabilidad e integridad- Ecopetrol S.A

Email: Hans.barcarcelm@ecopetrol.com.co

Cartagena, D.T. – Colombia





CONTENIDO



Contexto Refinería de Cartagena

Cobertura de la Especialidad

Programas claves

Casos de Éxito implementados

Hacia dónde vamos...



CONTENIDO



Contexto Refinería de Cartagena

Cobertura de la Especialidad

Programas claves

Casos de Éxito implementados

Hacia dónde vamos...



34 Unidades

**225
KBPD**

**97,5%
conversión**





Marco Estratégico - Downstream

ESTRATEGIA AL 2040

RETORNOS COMPETITIVOS

8%-10% retorno sobre el capital (ROACE)

< 2.5x Deuda Bruta / EBITDA

13 - 20 COPB

Transferencias a la Nación promedio anual*

CONOCIMIENTO DE VANGUARDIA

20,000 - 30,000 US\$ M
(~76 - 114 BCOP)

EBITDA acumulado al 2040 habilitado por tecnología e innovación

70% del personal en reskilling
(reaprendizaje para afrontar nuevos retos) al 2030

CRECER

13,000 - 14,000 US\$ M

(~49 - 53 BCOP)

EBITDA anual al 2040

30%-50%

participación en EBITDA de negocios de bajas emisiones

SOSTECNIBILIDAD

Cero emisiones netas de CO₂e al 2050
(alcance 1y2)
-50% emisiones totales al 2050

Cero vertimientos al 2045

230 mil empleos no petroleros generados al 2040

Supuestos: Brent (2025-2040): 45 -55 US\$/B TRM: \$3,800 *Incluye: Regalías, impuestos y dividendos





CONTENIDO



Contexto Refinería de Cartagena

Cobertura de la Especialidad

Programas claves

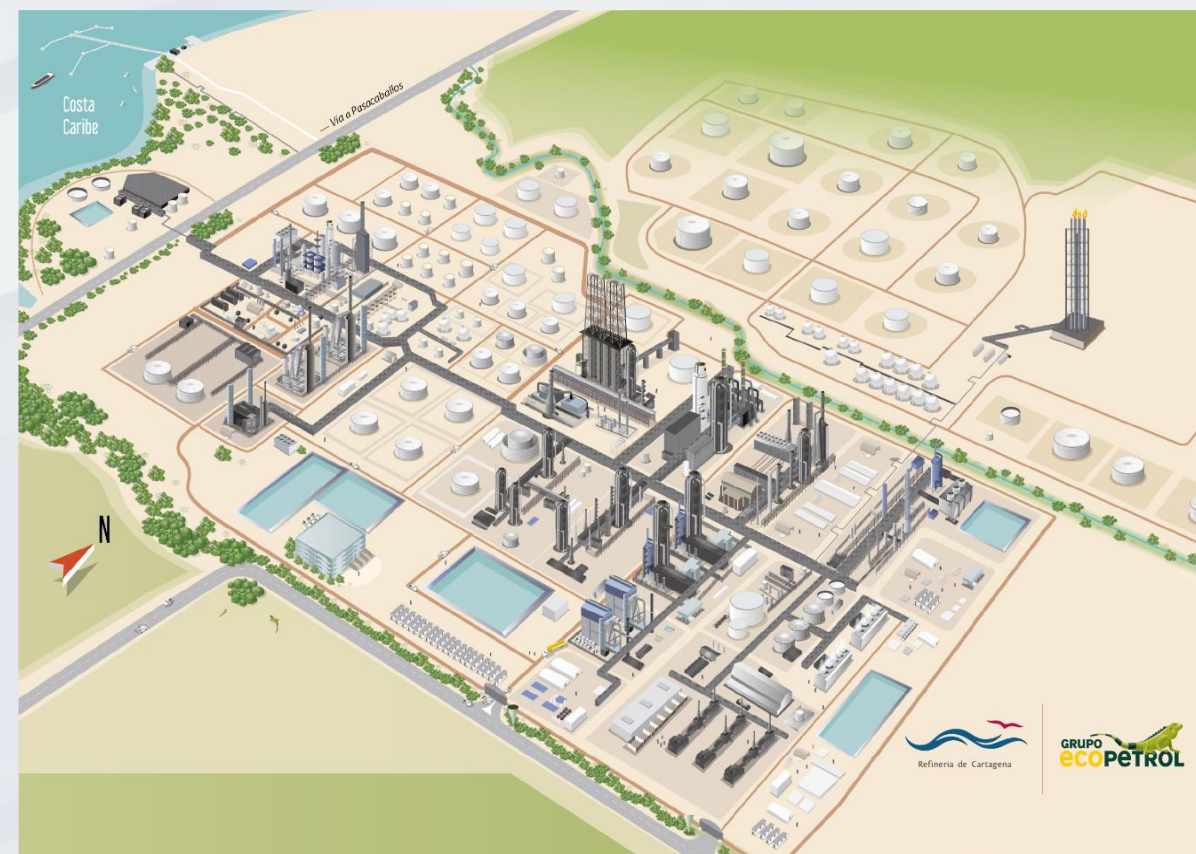
Casos de Éxito implementados

Hacia dónde vamos...



Especialidad Civil – Cobertura

CLASE DE EQUIPO	UND	CANTIDAD
Vías en asfalto	Km	41,025
Vías en concreto	Km	3,758
Bases / soportes de estructuras en concreto	und	9911
Total aproximado de concreto	m3	136.257
Cunetas en concreto	ml	23.796
Áreas de pavimento en unidades operativas	m2	347.728
Bordillos en concreto /diques de químicos	ml	227.356
Fireproofing	m2	832.803
Estructuras metálicas	ton	78.937
Caños, canales y arroyos	ml	2294
Canales y lecho de salida a la bahía	ml	410
Piscinas, Pozas / estanques en geomembrana	und	10
Piscinas en concreto- PIT's, cámaras en concreto, TKs Neutralización	und	15
Estructuras de contención primaria	und	3
Confiabilidad del sistema de drenaje		
Manholes de Inspección	und	782
Tuberías de drenaje	ml	18.792
Diques	ml	61.590
Recintos	m2	578.089
Edificios administrativos	und	37
Edificios Operativos	und	32



Activos Industriales civiles: 1.074
Componentes: 19.264

Estándar de gestión del ciclo de vida de los activos con costos óptimos para la operación segura.



Especialidad Civil – Descripción del sistema GRC



Descripción TNP





Especialidad Civil – Descripción Muelles



TERMINALES MARÍTIMOS:

- ✓ 2 Plataformas de concreto
- ✓ 12 Piñas
- ✓ 11 pasarelas metálicas
- ✓ 380 pilotes.

TERMINALES FLUVIALES:

- ✓ 8 Plataformas de concreto
- ✓ 2 Piñas
- ✓ 1 Pasarela Metálica de 214 mts
- ✓ 175 Pilotes.





CONTENIDO



Contexto Refinería de Cartagena

Cobertura de la Especialidad

Programas claves

Casos de Éxito implementados

Hacia dónde vamos...



Áreas de Intervención - Especialidad Civil

Integridad

- **Integridad del Fireproofing en Unidades de Proceso**
- **Aseguramiento de estructuras para condiciones de ergonomía - Seguridad Industrial**
- **Integridad de estructuras Metálicas**
- **Integridad de estructuras de Concreto**
- **Integridad de malla vial - seguridad vial.**

Ambiental/ Sostenibilidad

- **Implementación Aprovechamiento de residuos de construcción (Ley resolución 1257 de 2021- Gestión integral de residuos de construcción y demolición)**

Confiabilidad

- **Confiabilidad Colector principal aguas aceitosas**
- **Confiabilidad del Sistema aguas aceitosas**
- **Confiabilidad del Sistema aguas lluvias**
- **Confiabilidad Hidráulica de Caños y arroyos**
- **Confiabilidad de estructuras hidráulicas: Piscinas, canales, pozas, lechos de Salida, PITs, TKs Neutralización.**
- **Confiabilidad de los sistemas de contención para tanques atmosféricos.**

Mantenimiento

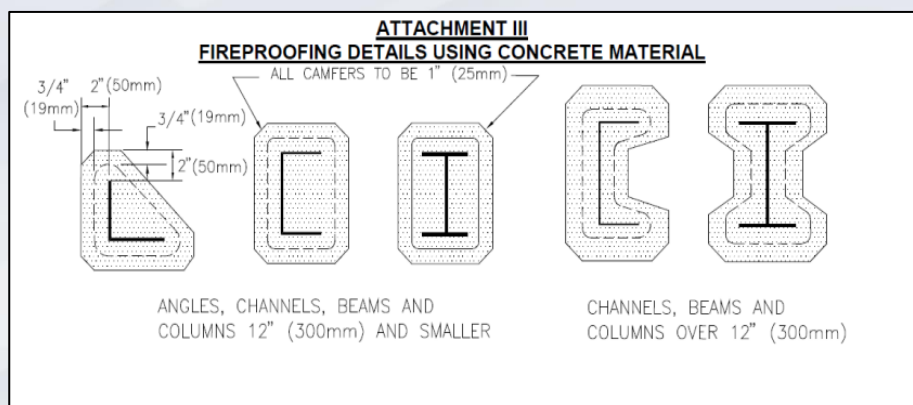
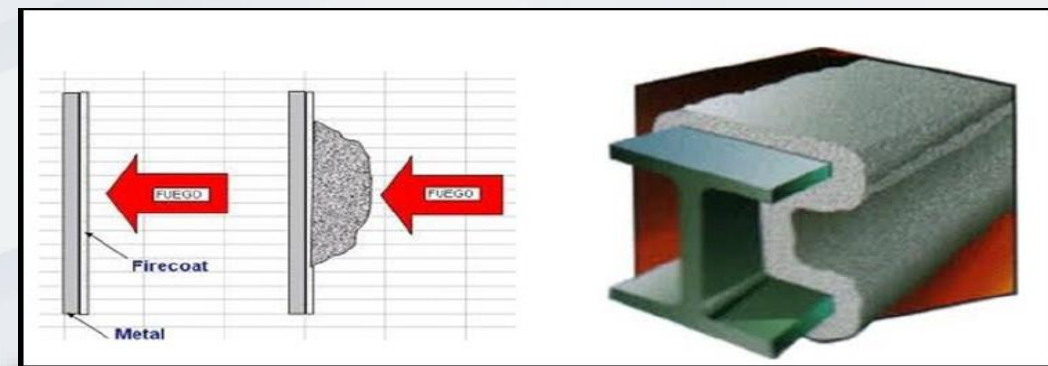
- **Mantenimiento de Cubiertas**
- **Mantenimiento de Pozas Sépticas**
- **Mantenimiento de Edificios Operativos y Administrativos**
- **Civil Pisos, Diques Químicos.**
- **Impermeabilizaciones S/E y cuartos de control**
- **General Civil, Rocería, Zonas verdes, Etc.**
- **Consecuencial Civil: Excavaciones y/o Reparaciones tuberías enterradas.**



Fireproofing en Unidades de Proceso

Normativa:

- ✓ API RP 2218 Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plant
- ✓ API STD 2510 Design and Construction of LPG Installations
- ✓ UL 1709 Standard for Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel
- ✓ Título J (Requisitos de protección contra fuegos en edificaciones) de la Norma Colombiana de diseño y construcción Sismo Resistente NSR 10
- ✓ Especificaciones CB&I (Doc 166000-00-SP-MU10-0019 y Doc 166000-000-DG-CS07-0113_5)



Antes



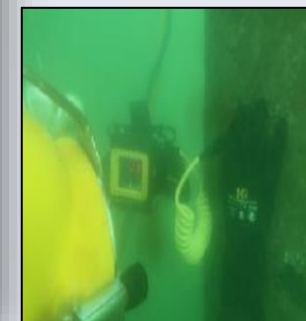
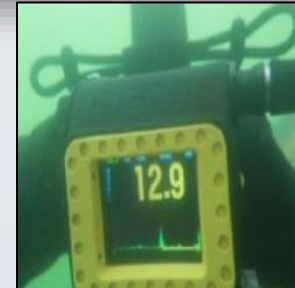
Después



Estructuras Metálicas y de Concreto

Normativa:

- ✓ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-VIGENTE).
- ✓ American Concrete Institute (ACI).
- ✓ American Welding Society (AWS)
- ✓ American Society For Testing and Materials (ASTM)
- ✓ American Institute of Steel Construction (AISC)
- ✓ Normas IP. IP-4-6-1 Concreto de refuerzo
- ✓ API 686, RAS, NFPA, IP, NTC, API RP 752/753





Mantenimiento Diques y Recintos de tanques de almacenamiento

Beneficio:

- ✓ Dotar a la Refinería de Cartagena de un sistema de diques que cumplan con las normas internacionales de capacidad y almacenamiento seguro de los productos contenidos en los distintos tanques.
- ✓ Seguridad para los operadores en las maniobras de operación.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de los planes de contingencia.
- ✓ Cumplimiento con las Normas NFPA, API, UL

Normativa:

- ✓ IP 9-1-1 Spacing and Dikes for storage vessels and tanks, numerales 3.8, 4.9 y 6.4,
- ✓ NFPA – 30.
- ✓ API– 2610. / API 650 / API 653
- ✓ Decreto Único Reglamentario 1073 de 2015
- ✓ Decreto 0283 de 1990 - MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA





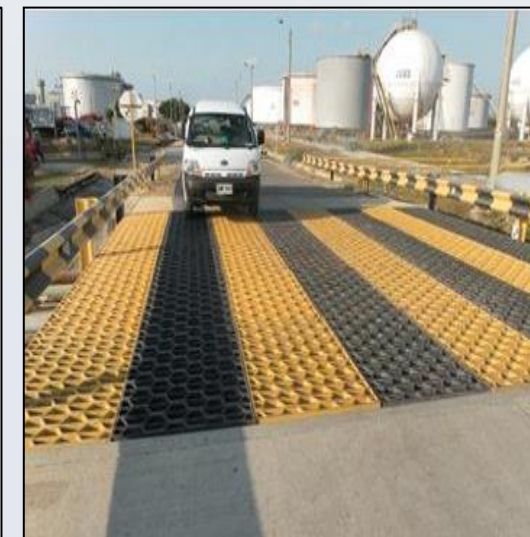
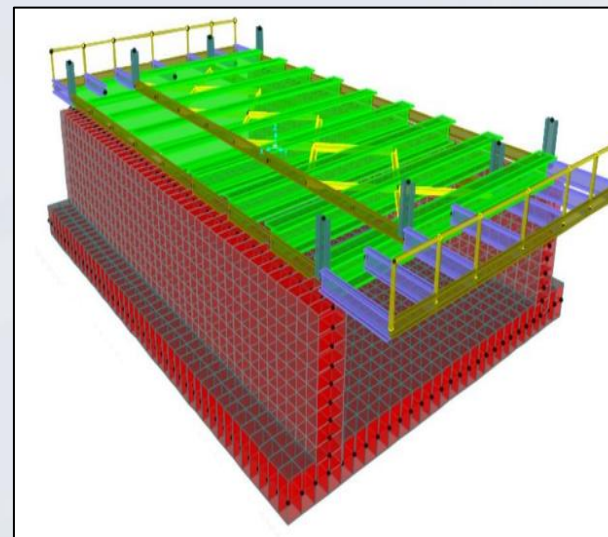
Box Culverts en los cruces de vías de líneas de proceso

Beneficios:

- ✓ Disminuir la condición insegura de cierres de vías por largos periodos de tiempo al interior de la Refinería
- ✓ Disminuir costos de mantenimiento a largo plazo.
- ✓ Prevenir Pasivos Ambientales al interior de la Refinería e incidentes de seguridad de procesos.
- ✓ Garantizar excelencia operacional
- ✓ Garantizar inspección y confiabilidad adecuada.

Normativa:

- ✓ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-VIGENTE).
- ✓ American Concrete Institute (ACI).
- ✓ American Welding Society (AWS)
- ✓ American Society For Testing and Materials (ASTM)
- ✓ American Institute of Steel Construction (AISC)
- ✓ Normas IP. IP-4-6-1 Concreto de refuerzo





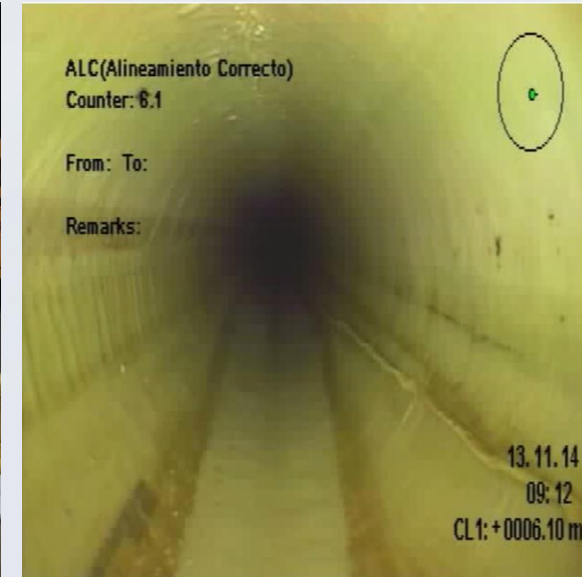
Mantenimiento del Sistema Aguas Aceitosas y Aguas Lluvias

Beneficio:

✓ garantizar la confiabilidad del sistema y causando el mínimo impacto en la operación de las plantas de la Refinería.

Normativa:

- ✓ Normas IP. IP-3-2-1 Alcantarillado
- ✓ RAS- Documentación Técnico Normativa Del Sector De Agua Potable y Saneamiento Básico.





Estructuras Hidráulicas

Beneficio:

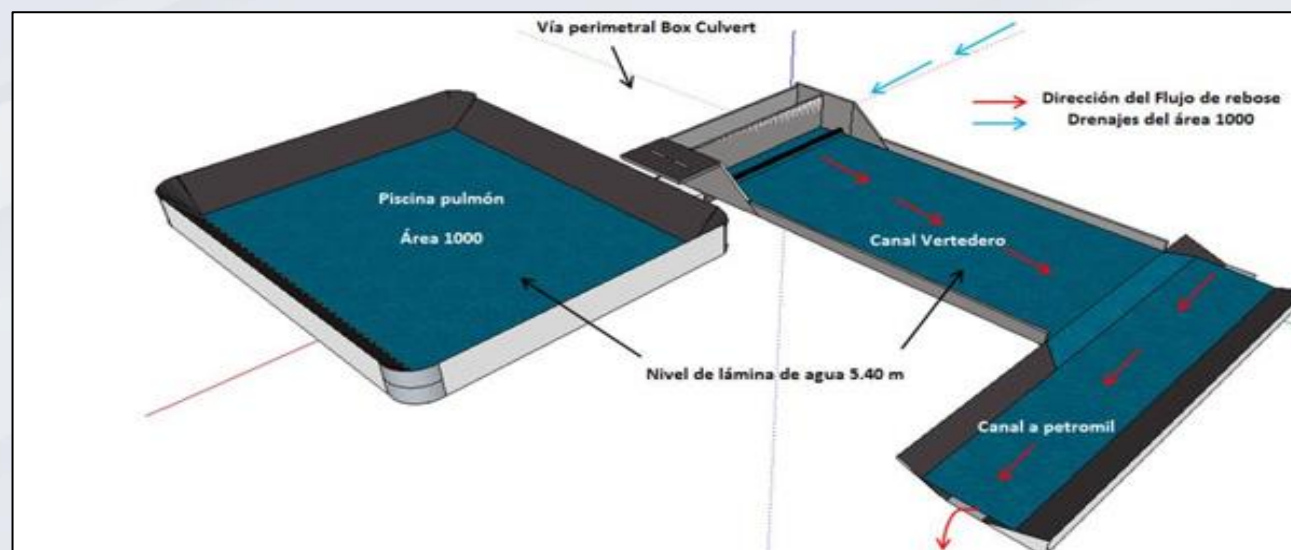
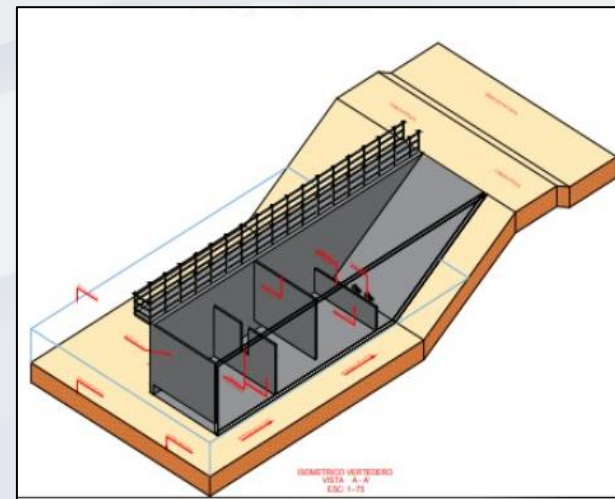
- ✓ Garantizar la adecuada sección Hidráulica de los caños y canales de tal manera que se eviten inundaciones al interior la Refinería.

Normativa:

- ✓ RAS- DOCUMENTACIÓN TÉCNICO NORMATIVA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO.

Actividades de seguimiento:

- ✓ Recomendaciones para la Ejecución
- ✓ Inspección y Mantenimiento
- ✓ Mitigación riesgos de inundación



ASFALTO PLÁSTICOS

El proceso comienza con la previa selección de residuos plásticos, los cuales son tratados para mezclarlos con asfalto líquido formando un **asfalto ecológico con mejores propiedades físico-mecánicas (asfalto Modificado)**.

NORMATIVA VIGENTE:

Capítulo 4 – PAVIMENTOS ASFÁLTICOS **Art. 414**

ESPECIFICACIÓN INVIAS

Suministro de cemento asfáltico modificado con polímeros
Artículo 414 – 22



XXV CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

26 AL 28 DE ABRIL DE 2023. Bogotá - Colombia



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

AVANCES GRC:

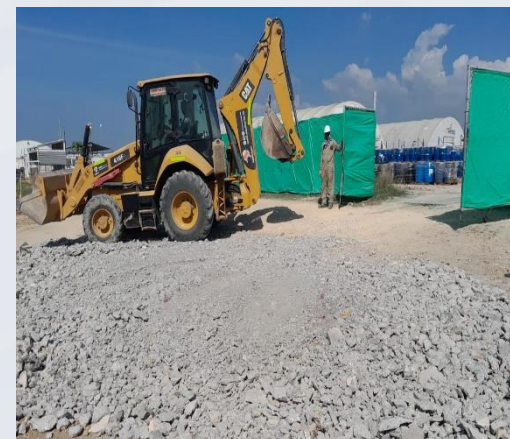
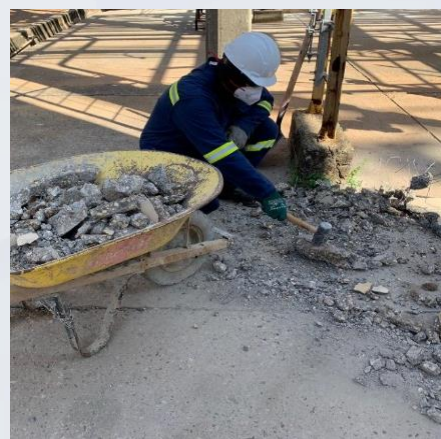
- ✓ Integración con mesa corporativa RCDs
- ✓ Recopilación casos de éxito en la VRP
- ✓ Emisión de recomendación GRC-0334-23001-RT-CIV-RT-0065 referente a la Recuperación de la malla vial - con la alternativa de utilización de Asfalto modificado con polímeros.



APROVECHAMIENTO DE 3000.95 M3 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCDs)

RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

ADECUACIONES TEMPORALES GRC



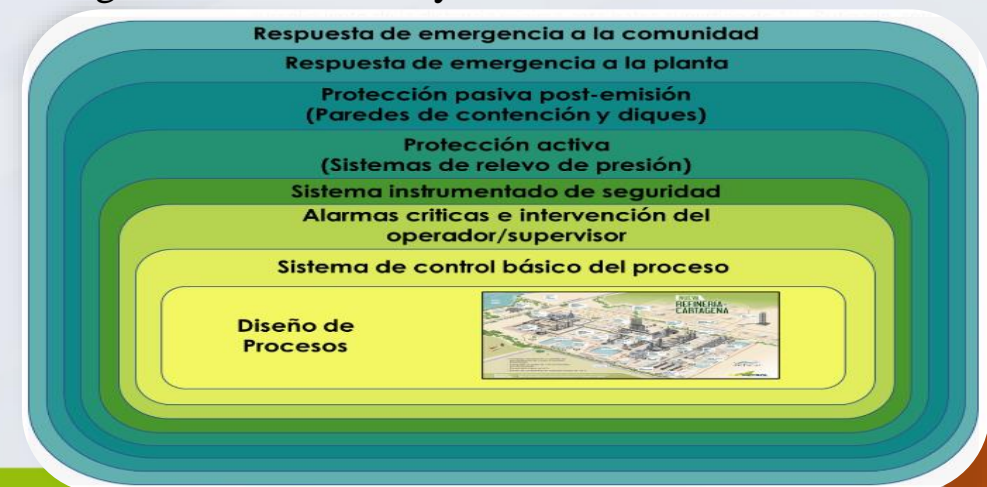


Aseguramiento de barreras de protección ASP (Seguridad de Procesos)

ASEGURAMIENTO DE BARRERAS DE PROTECCIÓN TIPO CIVILES DE EQUIPOS CRÍTICOS (ECP-VST-O-PRO-PT-001):

- ✓ **EQUIPOS DEL CRITERIO 1 - SISTEMAS, EQUIPOS O COMPONENTES QUE CONTENGAN O ESTÉN EN CONTACTO CON SUSTANCIAS PELIGROSAS**, Para el caso donde las estructuras civiles son los elementos de contención primaria, ejem. **Piscinas de Hidrocarburos / Piscinas de neutralización.**
- ✓ **BARRERAS DE PROTECCIÓN - CRITERIO 2 – CONTROLES DE CONTENCIÓN: SISTEMAS, EQUIPOS O COMPONENTES QUE AYUDAN A MANTENER LA CONTENCIÓN DURANTE LA OPERACIÓN NORMAL-** Para el caso de las **Cimentaciones, estructuras y soportes de tuberías de vasijas y equipos de contención del Criterio 1.**
- ✓ **BARRERAS DE PROTECCIÓN- CRITERIO 7 - SISTEMAS, EQUIPOS O COMPONENTES QUE NO REQUIEREN SER ACTIVADOS PARA REDUCIR EL POTENCIAL O MINIMIZAR LOS DESFOGUES O EMISIONES PELIGROSAS, INCENDIOS Y EXPLOSIONES RELACIONADAS CON EL PROCESO.** Para el caso de los siguientes elementos y sistemas Civiles:

- ✓ Elementos secundarios de contención: **Diques.**
- ✓ **Muro contra fuego.**
- ✓ **Fireproofing de Vasijas y Recipientes del Criterio 1.**
- ✓ **Fireproofing de soportes de tuberías.**
- ✓ **Sistema de drenaje.**





Indicadores – KPIs/ Cultura de Gestión



Alto % Equipo Confiable

Cumplimiento de Indicadores de eliminación de defectos / RCAs

Alineación y aseguramiento de la Gestión Dinámica de Riesgos

Liderazgo Corporativo en economía Circular: RCDs

Alta sinergia: Operaciones, Mantenimiento y Confiabilidad

Estructura de gestión – Equipo Advisor



CONTENIDO



Contexto Refinería de Cartagena

Cobertura de la Especialidad

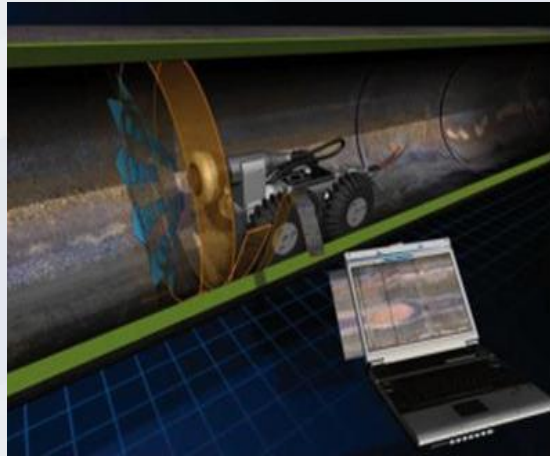
Programas claves

Casos de Éxito implementados

Hacia dónde vamos...

Nuevas tecnologías y optimización de estrategias de mantenimiento

➤ Inspección con CCTV- Rehabilitación in situ - Colector



2527,8 ml de tubería Inspeccionados con CCTV.



Rehabilitados 700 ml del sistema de alcantarillado.

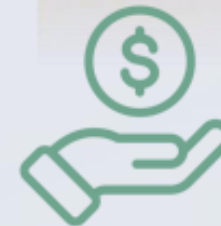
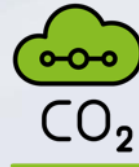


Nuevas tecnologías y optimización de estrategias de mantenimiento

➤ Limpieza con geotubos



*Se realizó limpieza con método de geotubos. Se retiran 2964m³ de sedimentos **sin impacto ambiental**.*



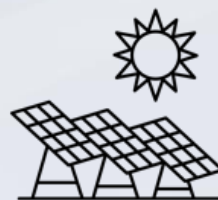


Nuevas tecnologías y optimización de estrategias de mantenimiento

Mitigación de riesgo de Inundación de H a L en estructuras hidráulicas de la Refinería de Cartagena



Soporte técnico en Iniciativas de Granjas solares y piloto de hidrogeno verde (Sostenibilidad).





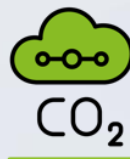
Nuevas tecnologías y optimización de estrategias de mantenimiento

Optimización
\$ 1.135. MCOP

Optimización en actividad de limpieza del sistema PCSW incluida en el PQM utilizando El equipo de presión succión adquirido por ECP y soportado por una cuadrilla de acompañamiento y levantamiento de tapas de manholes en lugar de realizar la actividad con recurso aliado



Ahorros por \$400 millones/ Año, en succión y tratamiento de aguas domesticas, con la construcción de caja tipo sedimentador en la U143.





ADECUACIÓN PARA ALMACENAMIENTO CONTINGENTE DE COQUE



OPTIMIZACIÓN DE \$5.748 MCOP

Alcance planteado por la Iniciativa

Desmantelamiento/ Demolición

Excavación

Relleno

Colocación placa de concreto

Dique de contención (Imprimación y colocación de geotextil)

Rampa de acceso

Contraincendios + riego

Adecuación sistema de drenaje

Disponibilidad maquinaria amarilla

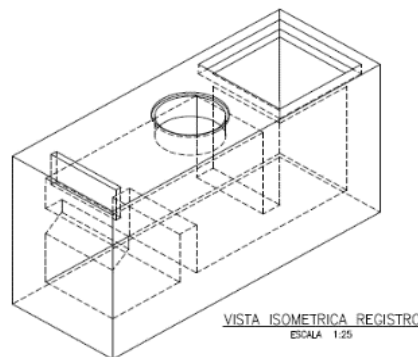
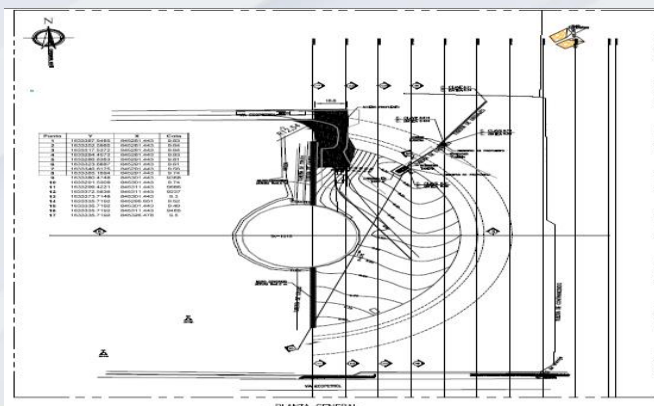


ESTADO INICIAL

COSTO DE INTERVENCIÓN \$1.800 MCOP



ESTADO FINAL



VISTA ISOMETRICA REGISTRO
ESCALA 1:25



Alineación al Marco Estratégico - Downstream

ESTRATEGIA AL 2040

RETORNOS COMPETITIVOS

8%-10% retorno sobre el capital (ROACE)

< 2.5x Deuda Bruta / EBITDA

13 - 20 COPB

Transferencias a la Nación promedio anual*

CONOCIMIENTO DE VANGUARDIA

20,000 - 30,000 US\$ M
(~76 - 114 BCOP)

EBITDA acumulado al 2040 habilitado por tecnología e innovación

70% del personal en reskilling
(reaprendizaje para afrontar nuevos retos) al 2030

Supuestos: Brent (2025-2040): 45 -55 US\$/B TRM: \$3,800 *Incluye: Regalías, impuestos y dividendos

CRECER

13,000 - 14,000 US\$ M
(~49 - 53 BCOP)

EBITDA anual al 2040

30%-50%

participación en EBITDA de negocios de bajas emisiones

SOSTECNIBILIDAD

Cero emisiones netas de CO₂e al 2050
(alcance 1y2)
-50% emisiones totales al 2050

Cero vertimientos al 2045

230 mil empleos no petroleros generados al 2040

GRUPO
ecopETROL



COSTOS

- Disciplina del capital costos OPEX y CAPEX
- Reducción de costos por economía de escala mediante la integración de contratos civiles 2023-2025/ Optimización estrategias de mantenimiento



SOSTECNIBILIDAD

Reutilización de residuos de construcción y demolición (RCDs).

- **Asfalto Plástico**
- Iniciativas y proyectos EDP de energías renovables: **granja solar, parque eólico, parque solar.**



GESTION COMPETENCIAS

Implementación de mejores practicas de Inspección y **mantenimiento de rieles y estructura de la Grúa U-113**



INNOVACIÓN

- Tecnologías de Inspección de tuberías de alcantarillado con CCTV.
- Rehabilitación de tuberías sin zanja mediante técnica CIPP
- Tecnologías tipo geotubos en actividades de limpieza de canales, piscinas y cuerpos de aguas.





CONTENIDO



Contexto Refinería de Cartagena

Cobertura de la Especialidad

Programas claves

Casos de Éxito implementados

Hacia dónde vamos...



Hacia dónde vamos...

Tecnologías concretos y
revestimiento para
ataque bajos PH/ ácidos
diluidos

Inteligencia artificial/
tecnologías predictivas
para deterioro de pilotes
en muelles

DESEMPEÑO 1Q
Referente clase Mundo

Incorporación de sistema de
monitoreo en línea de sistemas
de alta criticidad, foco drenajes
colectores principales

Gestion de activos/ Sostecnibilidad/ Economía Circular



XXV CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS
26 AL 28 DE ABRIL DE 2023. Bogotá - Colombia



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

Muchas Gracias!!!



Hans Barcarcel Marrugo

Ingeniero de Confiabilidad e integridad- Ecopetrol S.A

Email: Hans.barcarcelm@ecopetrol.com.co

Cartagena, D.T. – Colombia

