

Cruces aéreos de gas natural: Análisis y mejoras para una infraestructura óptima y segura

Diagonal 13 #60A-54

alfranco@grupovanti.com – omartinez2@grupovanti.com

Bucaramanga – Colombia

Resumen del trabajo

La infraestructura de cruces aéreos sobre cuerpos hídricos es crucial para el suministro eficiente y seguro de gas natural. Sin embargo, su diseño, construcción, mantenimiento y desmantelamiento requieren una evaluación cuidadosa para asegurar su integridad y que cumpla con su función generando a lo largo de su ciclo de vida.

Este trabajo presenta una evaluación integral de la infraestructura de cruces aéreos sobre cuerpos hídricos para la zona Oriente del Grupo Vanti, considerando las siguientes etapas del ciclo de vida del activo:

1. Diseño y construcción
2. Operación y mantenimiento
3. Rehabilitación y renovación
4. Retiro y desmantelamiento

Metodología:

1. Inventario de infraestructura existente
2. Revisión bibliográfica de estándares y regulaciones aplicables.
3. Análisis de casos de estudio
4. Evaluación de circuitos cerrado del sistema de distribución para evaluar la eliminación de cruces innecesarios.
5. Simulación hidráulica del sistema.
6. Validación de costos de mantenimiento y desmantelamiento

La evaluación y optimización de la infraestructura de cruces aéreos sobre cuerpos hídricos, es crucial para asegurar la eficiencia, disponibilidad, continuidad del servicio del gas natural

domiciliario. Este trabajo proporciona una herramienta valiosa para profesionales y organizaciones involucradas en el diseño, construcción y mantenimiento de esta y tipo de infraestructura.

Antecedentes

Por la geografía y la naturaleza de la infraestructura de los gasoductos de la región Oriente del país, que para el caso de Vanti corresponde a Bucaramanga y su zona metropolitana, Barrancabermeja y el Magdalena medio, así como la zona del Cesar, municipios tales como Aguachica, Gamarra, San Alberto, se dispusieron pasos elevados que permiten la conexión de zonas para el suministro de gas.

Los reportes de construcción de estos activos datan del año 2002 para el caso de la Empresa de Gas Natural del Oriente, en el caso de la Empresa Gas Natural del Cesar su fecha de construcción puede ser anterior.

En el sistema cartográfico *Signatural*, dispuesto por Vanti para el registro de sus activos, en el año 2023, se tenían identificados 89 cruces aéreos que corresponden a línea primaria y secundaria de distribución; este año, se determina la necesidad de generar una inspección que permita establecer el estado de estos activos dado que la intervención de mantenimiento ha sido limitada en el tiempo a condición, específicamente en los casos de Alta presión y para los cruces de media presión, las rutinas de inspección se realizaban cada 5 años con el proceso de patrullaje y reseguimiento de la red.

En función del entorno se evidencian casos de renovación de esta infraestructura en el año 2005,

por desbordamiento del Río de Oro en Girón, por lo que se realizó el cambio de 4 cruces que se vieron afectados.

En la zona del Cesar, en el municipio de Gamarra, se genera alerta en 2023 por riesgo público, dado que la comunidad utilizaba la infraestructura con fines recreativos para bañarse en el río.



Fig. 1 Cruce Gamarra. Riesgo Público

Objetivo de Mantenimiento

Establecer la estrategia de identificación e intervención de los activos denominados cruces aéreos para las Empresas Gasorient S.A. ESP y Gas Natural dl Cesar.

Definición y Clasificación de Cruces aéreos

Dentro del levantamiento realizado a la infraestructura se determinaron los siguientes tipos de cruces:

Adosado

Estructura del cruce instalada sobre otra infraestructura (puentes, estructura de otros servicios como agua, luz, entre otros)



Fig. 2 Cruce Tipo Adosado

Tipo Cercha

Este tipo de cruce se caracteriza por tener una estructura independiente metálica que permite soportar la carga del cruce, pueden ser de tipo triangular o rejilla.



Fig. 3 Cruce Tipo Cercha

Auto soportado

Este tipo de cruce se caracteriza por que la tubería en si misma permite su sostenimiento sin necesidad de estructuras adicionales.



Fig.4 Cruce Auto soportado

Planteamiento de la Estrategia

Tipo Torre

Un cruce tipo torre se refiere a una instalación de gasoducto en la que la tubería de gas se sostiene sobre una estructura metálica en forma de torre, con un sistema de guayas y pendolones.



Fig. 5 Cruce Tipo Torre

Auto soportado recubierto en concreto

Este tipo de cruce se caracteriza por estar recubierto por un material pesado que permite su protección.



Fig. 6 Cruce recubierto en concreto

Se realizó una puesta en común con las diferentes áreas de la compañía que dan soporte al activo, definiendo alcances y plan de trabajo.

Gestión de Activos e Integridad (GdA)
Mantenimiento (Mtto)
Construcción (Const)
Proyectos de Ingeniería (PdI)

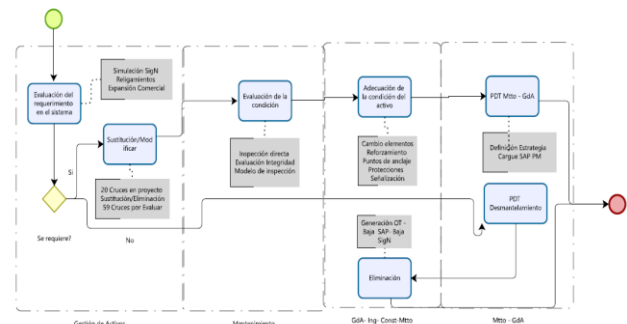


Fig. 7 Flujo estrategia cruces aéreos

En el flujo de la Fig. 6 se indican las acciones de cada actor para el desarrollo de la estrategia.

A continuación, se describen las fases de la estrategia:

Fase 1 – Evaluación del requerimiento en el sistema

Esta fase comprende la confirmación de la necesidad del activo, para ello debe surtir una serie de verificaciones desde Planificación de la Expansión. Se revisan los siguientes criterios de evaluación:

- ✓ Simulación SigNatural – Software cartográfico Vanti para determinar redundancia del sistema.
- ✓ Proyectos de Religamiento: validación de procesos en gestión de conexión de soporte de redes.

- ✓ Proyectos de Expansión comercial: planificación en curso del potencial de nuevos clientes y construcción de nueva infraestructura.
- ✓ Proyectos de sustitución por riesgo catastrófico de la infraestructura: validación de revisión de planes de riesgo.
- ✓ Pruebas de presión en diferentes puntos que permita la validación de la condición de las presiones de suministro (confirmatorias de simulación)

Resultados de la Fase 1

Resultado Requerimiento	Actividad	No Cruces	Responsable
Proyecto de Religamiento	Seguimiento con PdE y Proyectos de Ingeniería Rutina de mantenimiento preventivo	12	GdA- PdI Mtto
Riesgo Inminente	Seguimiento con PdE y Proyectos de Ingeniería de los proyectos para sustitución Rutina de vigilancia de la infraestructura Confirmar la notificación a entidades en caso de riesgo de suspensión de suministro por falla	7	GdA Mtto
Eliminación de activo	Pruebas de presión para confirmar simulación Deshabilitar cruce Rutina para vigilar la infraestructura a desmantelar.	2	Mtto
Activo indispensable	Reacondicionamiento del cruce Mantenimiento Preventivo	68	GdA Mtto

Fig. 8 Resultados Fase 1

Fase 2 – Evaluación de la condición

En el proceso de la evaluación de la condición, se elaboró e implementó el formato de inspección a cruces, tarea desarrollada por las áreas de Integridad y Mantenimiento de la Compañía. Se realizó el diagnóstico inicial en 2022 y en la versión actual se están ejecutando los preventivos del 2023.

Criterios de Evaluación definidos en Formato de inspección:

- ✓ Corrosión / Oxidación
- ✓ Deformación de tubería, pendolones, guayas.
- ✓ Aislamientos de tuberías, par galvánico
- ✓ Muertos / estructuras de soporte de concreto
- ✓ Transitomas Polietileno / Acero

- ✓ Pintura de tuberías, torres y demás elementos
 - ✓ Deterioro General y localizado
- Adicional a los anteriores criterios se evalúa el impacto del cruce en el evento de una emergencia.

Resultados Fase 2

Rocería	54
Limpieza de cruce	54
Corrosión en Tubería y Torres	4
Deformación Tubería	1
Adecuaciones de obra civil	12
Pintura	28
Señalización	34
Validación Construcción (ubicación Tubería)	8
Cambio de Guayas	12
Desmantelamiento Temporal	2
Deshabilitado	1
Cruce sin novedad	2

Fig. 8 Principales Hallazgos (Cantidad Cruces)



Fig. 9 Estado de Guaya



Fig. 10 Deformación Tubería y estado de torres

Pruebas de Condición adicionales

Estas pruebas son realizadas en casos donde el hallazgo de la inspección presente las siguientes características:

- ✓ Corrosión en Tubería- Inspección Directa
- ✓ Incertidumbre de cotas de inundación- Batimetrías / Hidrología
- ✓ Incertidumbre en la condición del suelo - Estudio de Suelos - Patología
- ✓ Inspección de puntos de anclaje- Pruebas de extracción
- ✓ Ondas Guiadas
- ✓ Análisis estructural

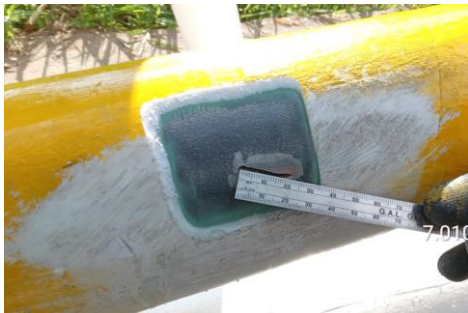


Fig. 11 Pruebas de condición

En la Fig. 12 se indica de acuerdo con el hallazgo las actividades a desarrollar con su respectivo responsable.

Resultado Hallazgo	Actividad	Responsable
Cruces con reporte de anomalías	Reacondicionamiento del activo	GdA Mto
Anomalías con riesgo alto de falla	Generación de solicitud de proyecto y monitoreo de la condición	GdA- Pdl Mto
Cruces a desmantelar	Crear rutina de inspección del activo de acuerdo a evaluación (Semestral).	Mto
Cruces inhabilitados/ enterrados/Subfluviales	Actualización del estado del activo en Signatural y Sap	GdA Mto
Cruces identificados fuera del inventario	Actualización del estado del activo en Signatural y Sap Incluir en la estrategia de cruces aéreos los localizados Adelantar el plan de localización de acuerdo a identificación de signatural de cuerpos de agua	GdA Mto
Guayas deterioradas y Tuberías a distancia o sin acceso	Incorporación de elementos y equipos dentro de las rutinas- Pie de rey /Binoculares	Mto
Tecnologías para la evaluación de la condición y modelos predictivos	Proceso de investigación	GdA

Fig.12 Gestión de hallazgos

Para la inspección visual más detallada de los elementos estructurales y tubería se definió matriz de valoración de riesgo para el desarrollo de las

actividades, implementando medidas de seguridad para acceder a cada activo, en caso de no cumplir con las condiciones de seguridad para el trabajo, se implementó la inspección visual más detallada con binoculares de buen alcance y en los casos que fue posible con vuelo de dron.

Para valorar el nivel de riesgo y trabajos a planificar se establecieron las siguientes variables a inspeccionar:

- ✓ Deformación: inspección visual que determina si la estructura está inclinada o torcida
- ✓ Corrosión: Identificando una posible pérdida de material.
- ✓ Estado aislamientos: Se refiere a los aislamientos que debe haber entre el tubo y la cercha para evitar contacto metal-metal y no se genere corrosión de tipo galvánico, se determina el nivel de deterioro de los aislamientos.
- ✓ Estado de estructuras de anclaje en concreto: Se valora la condición de concreto y suelo de cimentación de la estructura.
- ✓ Deformación Columnas: Se valora la inclinación, desnivel, hundimiento o socavación
- ✓ Estado de Transitoma: Se evalúa la condición de espárragos, mampostería, pintura, accesibilidad y mantenibilidad de la tapa de la caja, Protección catódica y estado de corrosión del tramo en acero.
- ✓ Estado de Tubería: Valoración de la existencia de corrosión de la tubería elevada e interfases suelo-aire, estado general de pintura, identificación de posibles curvaturas y daño mecánico.
- ✓ Deterioro General: Se refiere a un deterioro generalizado de la pintura de toda la estructura metálica ya sea en la cercha en las torres metálicas.
- ✓ Deterioro Localizado: se refiere a deterioro puntual.

Fase 3 – Adecuación de la condición del activo

En esta fase se determinaron, de acuerdo con la evaluación de la condición, las actividades que se a desarrollar para que el activo tenga una condición estándar.

El objetivo en el desarrollo de esta fase fue acondicionar los activos existentes para la mitigación de cualquier riesgo inherente a su condición.

- ✓ Cambios de elementos de reforzamiento Puntos de anclaje
- ✓ Protecciones
- ✓ Señalización
- ✓ Protección Catódica
- ✓ Gestión control de cambios
- ✓ Generación de nuevas rutinas de mantenimiento

Resultados Fase 3

Condición	Diagnosticados	Reacondicionados	En Ejecución
Mantenimiento básico	54	29	5
Corrosión en Tubería y Torres	4	2	-
Deformación Tubería	1	0	-
Adecuaciones de obra civil	12	4	4
Pintura	28	15	6
Señalización	34	24	3
Cambio de Guayas (3 cruces de AP/MP compartidos)	9	3	4

Fig. 13 Diagnóstico general



Fig. 14. Acondicionamiento cruces aéreos

El acondicionamiento realizado a los cruces aéreos se realizó a la tubería, infraestructura y obras civiles inherentes a la integridad del activo.

Fase 4 – Trazabilidad de costos

La principal actividad ejecutada desde Mantenimiento para el reacondicionamiento de los pasos elevados es la pintura de tubería de cruces aéreos que garantiza no solo la imagen sino la mitigación de riesgo por corrosión.

Actividad Normalización	Participación
Pintura Cruces aéreos	33,9%
Obra Civil	28,8%
Suministro e instalacion de guaya EDS	17,5%
Excavacion Manual y limpieza de la zanja	4,7%
Instalación Pendolones	4,7%
Ornamentacion menor estructura metalica	4,4%
Señalización cruces aereos	3,1%
Roceria DDV ≤ 1000 ml	0,9%
Monitoreo Cruces aereos	0,8%
Actividad Excepcional Redes	0,8%
Protección	0,3%

Fig. 15. Acondicionamiento cruces aéreos

Fase 5 – Mantenibilidad y Gestión de Riesgos

En esta fase el objetivo es garantizar la integridad en ciclo de vida del activo, para garantizar este hito se dispuso de recursos tales como:

- ✓ Validación de anomalías en el proceso de resequimiento de las redes secundaria y primarias de distribución. (quinquenal y anual respectivamente)
- ✓ Patrullaje de la red de alta presión (trimestral)
- ✓ Vigilancia permanente de la red
- ✓ Rutina inspección de cruces aéreos que incluye actualización de la condición y validación de fugas. (Anual)
- ✓ Rutina de mantenimiento básico preventiva. (anual)
- ✓ Rutinas especiales por condiciones del activo. (Rocería, corrección de fugas, hidro lavado, entre otros)
- ✓ Rutinas por condiciones climáticas y /o sísmicas que puedan poner en riesgo la infraestructura.



8º CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS



21 · 22 · 23
MAYO · 2025
Centro de Convenciones
Cartagena de Indias - Colombia



22º Congreso Iberoamericano de Mantenimiento
27º Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

Desde la coordinación de gestión del riesgo, se da seguimiento a condiciones adicionales, tales como:

- ✓ Desbordamiento de cuerpos hídricos
- ✓ Validación de cotas de inundación
- ✓ Desplazamiento de tierra
- ✓ Otros tipos de fenómenos naturales que pueden generar afectación.

Bibliografía

Norma Técnica Colombiana NTC- 3728
Resolución CREG 070 de 2013
Resolución CREG 116 de 2001
Norma Técnica ASME B31.8
Ley 142 de 1994
Norma Técnica Colombiana NTC- 1772
Resolución CREG 090 de 2006

Angélica Lorena Franco Pinzón, Ingeniera Industrial de la USACA, Especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el trabajo, Especialista Tecnológica en Gestión del talento humano por competencias, Auditora en Sistemas integrados de gestión HSEQ, con Diplomado en Gestión de cadenas de suministro y Seminario de alta gerencia. Experiencia general de 20 años, y específica en sector Oil & Gas de 16 años en RPO, Recursos Humanos, construcción de redes de Media presión, Mantenimiento de redes de media presión y Estaciones de servicio de gas natural vehicular, para Vanti. Actualmente Coordinadora de Mantenimiento para la zona Oriente y Cesar.

Oscar Orlando Martínez Martínez, Ingeniero Civil de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Especialista en Gerencia de la Construcción de la Pontificia Universidad Javeriana, con 24 años de experiencia en la industria de distribución gas natural. Participó en la expansión del servicio en los municipios del

altiplano Cundiboyacense, encargándose de la construcción de redes de distribución, acometidas e instalaciones internas para la captación de nuevos clientes. Ha liderado los procesos de mantenimiento, atención de emergencias y operaciones en la red y clientes en las diferentes compañías del Grupo Vanti.

Autores

Primer Autor:

Angélica Lorena Franco Pinzon
Teléfono oficina: 3485500
Celular: 3184871271
Dirección Oficina: Dg 13 60ª 54
Bucaramanga – Colombia
Email: alfranco@grupovanti.com

Segundo Autor:

Oscar Orlando Martínez
Teléfono oficina: 3485500
Celular: 3184527554
Dirección Oficina: Carrera 100 # 25D-61
Bogotá – Colombia
Email: omartinez@grupovanti.com