

**LECCIONES APRENDIDAS SOBRE LA INTERACCIÓN DISEÑO-
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO
CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58 PK222+000 AL PK 280+000**

CARLOS YESID PUENTES LEAL

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA
2013**

**LECCIONES APRENDIDAS SOBRE LA INTERACCIÓN DISEÑO-
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA –
VASCONIA FASE 1 LOOP 58 PK222+000 AL PK 280+000**

CARLOS YESID PUENTES LEAL

**Monografía para optar al Título de Especialista en Gerencia e Interventoría de
Obras Civiles**

Asesor

LEONARDO BARÓN PÁEZ

Ingeniero Civil – Docente UPB

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

BUCARAMANGA

2013

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas, a mis padres por ser mi apoyo incondicional y a todos aquellos que hicieron posible este trabajo con sus valiosos aportes, información, consejos y consultas bibliográficas.

Muchísimas gracias

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Alberto González Soto, Ing. Civil, MBA., Profesional de Proyectos de TGI, por ser mi mentor y colaborarme con toda la Investigación porque sus palabras, conocimientos y oportunidades brindadas, me dieron la oportunidad de permanecer en la industria hidrocarburífera.

A toda la gente del Consorcio Cosacol Confurca por el aporte de la información.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN.....	12
1.OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
2.MARCO CONCEPTUAL PARA LA ESTRUCTURACION LECCIONES APRENDIDAS PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58	14
2.1MARCO TEORICO	14
2.1.1 Metodología De Administración De Proyectos.	14
2.1.2 Tipos de contratos aplicados a la ejecución de proyectos.....	14
2.1.3 Constructibilidad.	15
2.1.4 Ductos para el transporte de hidrocarburos.	17
2.1.5 Contextualización De Las Lecciones Aprendidas.	17
2.2 MARCO CONTEXTUAL	20
2.2.1 Generalidades respecto al proyecto de expansión gasoducto cusiana – vasconia fase 1 loop 58 pk222+000 al pk 280+000.	20
2.2.2 Localización geográfica del proyecto.	21
2.2.3 Características técnicas del proyecto.....	22
2.2.4 Alcance del proyecto de ingeniería del gasoducto cusiana – vasconia fase 1 loop 58 pk222+000 al pk 280+000	26
3.MARCO METODOLOGICO PARA LA ESTRUCTURACION DE LECCIONES APRENDIDAS PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58	28

3.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE FORMATOS APLICADOS A LECCIONES APRENDIDAS.	28
3.2 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LECCIONES APRENDIDAS.	30
4. ESTRUCTURACION DE LECCIONES APRENDIDAS PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58	34
4.1 IDENTIFICACION Y CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SUFRIERON MODIFICACIONES DISEÑO-CONSTRUCCIÓN	34
4.1.1 Clasificación de variaciones.	34
4.1.2 Identificación, descripción e impactos generados por las actividades que sufrieron modificaciones diseño-construcción.....	35
4.2 MATRIZ DE VALORACIÓN DE LAS CAUSAS Y EFECTOS ASOCIADOS A LOS CAMBIOS EN LA INTERACCIÓN DISEÑO-CONSTRUCCIÓN DEL LOOP 58, EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA -VASCONIA FASE 1	38
4.3 DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS	45
4.3.1 Lecciones aprendidas	46
5. RECOMENDACIONES.....	48
6. CONCLUSIONES	49
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Geográfica del proyecto	22
Figura 2. Actividades correspondientes a la primera fase.	26
Figura 3. Etapas de un proyecto de alta complejidad.	27
Figura 4. Estructura Organizacional para el proyecto	25
Figura 5. formato de lecciones aprendidas Ecopetrol	27
Figura 6. Formato de lecciones aprendidas Petrotiger	28
Figura 7. Formato de lecciones aprendidas de PMI	28
Figura 8. Metodología Propuesta para estructuración de Lecciones Aprendidas	30

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Actividades correspondientes a la Fase I.	30
Cuadro 2. Formato de lecciones aprendidas	31
Cuadro 3. Cambios e impactos en tiempo (t) y coste (\$) construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia fase 1.	37
Cuadro 4. Matriz de valoración de causas y efectos asociados a los cambios en la interacción diseño-	39
Cuadro 5. Rangos de costos para la matriz de valoración.	40
Cuadro 6. Rangos de tiempo para la matriz de valoración.	41
Cuadro 7. Matriz de valoración de causas y efectos asociados a los cambios en la interacción diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia fase 1. Preliminar	42
Cuadro 8. Matriz de clasificación de impactos	43
Cuadro 9. Matriz de controles previos.	44
Cuadro 10. Lección aprendida Contratación	45

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TITULO: LECCIONES APRENDIDAS SOBRE LA INTERACCIÓN DISEÑO-CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58 PK222+000 AL PK 280+000

AUTOR: Carlos Yesid Puentes Leal

FACULTAD: Ingeniería Civil - Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles.

DIRECTOR: Leonardo Barón Páez

PALABRAS CLAVES: Gasoducto, Loop, Diseño, Construcción, Constructibilidad, Tiempo, Costo, Lecciones Aprendidas.

La Transportadora de Gas Internacional para satisfacer uno de sus objetivos estratégicos creó un programa o grupo de proyectos que comprenden la construcción de una nueva estación compresora “Vasconia” en Puerto Boyacá, ampliar dos estaciones existentes “Puente Guillermo” en Puente Nacional y “Padua” en Mariquita y construir un Loop o tubería paralela a la existente en el gasoducto o ducto para el transporte de gas metano entre en CPF de Cusiana y la estación Vasconia en Puerto Boyacá. La fase 1 del Loop contempla dos tramos el primero entre Samacá y Santa Sofía y el segundo entre la válvula de interconexión del Camilo en Otanche y Vasconia.

El presente trabajo pretende identificar las causas asociadas a los cambios al diseño durante la construcción del Loop 58 tramo comprendido entre El Camilo y Vasconia, cuantificando su impacto en tiempo de ejecución del proyecto y en costos que aumentaron el presupuesto a la terminación, mediante el desarrollo de una matriz que pondera los cambios en tiempo y costo, otorgando rangos de valoración de impacto contra probabilidad de ocurrencia.

También se estandarizó un formato para la documentación de los cambios en el proyecto de manera que puedan ser tenidos en cuenta para el desarrollo de proyectos similares de construcción de ductos de transporte de hidrocarburos.

ABSTRACT

TITLE: LESSON LEARNED OF INTERACTION DESIGN AND BUILD FOR PROJECT: PIPELINE EXPANSION CUSIANA – VASCONIA PHASE 1 LOOP 58 PK222+000 TO PK 280+000

AUTHOR: Carlos Yesid Puentes Leal

FACULTY: Civil Engineering - Specialization in Management and Supervision of Main Civil Works.

DIRECTOR: Leonardo Barón Páez

KEY WORDS: Pipeline, Loop, Design, Construction, Constructability, Time, Cost, Lesson Learned.

The International Gas Transporter to meet one of its strategic objectives: to expand the capacity of service to new sender, it think a program or group of projects that include the construction of a new compressor station "Vasconia" in Puerto Boyaca, expand two existing stations " Puente Guillermo "on Puente Nacional and "Padua" in Mariquita and build a loop or parallel piping to the existing pipeline to transport methane into CPF Cusiana and Vasconia Station in Puerto Boyaca. Loop Phase 1 includes two sections the first among Samaca and Santa Sofia and the second between interconnect valve of the Camilo in Otanche and Vasconia.

This paper aims to identify the causes associated with changes to the design during the construction of Loop 58 section between the Camilo and Vasconia, quantifying its impact on project implementation time and increased the budget costs to completion, through the development of a matrix which weights changes in time and cost, providing valuation ranges of collision probability.

A format for documentation of changes in the project so that they can be considered for the development of similar projects of construction of pipelines transporting hydrocarbons are also standardized..

INTRODUCCIÓN

La construcción del Loop 58 ha traído consigo una serie de demoras e imprevistos por varios factores: negociación de predios, discrepancia entre el diseñador, contratista y contratante en sectores de alto riesgo de deslizamientos, zonas inundables, programación demasiado optimista contraria a las condiciones sociales, ambientales, topográficas, materiales de difícil consecución en el mercado, etc.

Para evitar estos imprevistos que causan malestar y sobrecostos en el cliente y el operador, cambios en el alcance, poca rentabilidad, lucro cesante, reclamaciones entre las partes que no se involucre a terceros, etc., se propone hacer un estudio exclusivamente de los cambios en los diseños, no en los procedimientos, para evitar los negativos y abordar los positivos en la ejecución de la fase 2 de la expansión del gasoducto Cusiana- Vasconia.

La empresa Cosacol miembro del consorcio Cosacol-Confurca licitó para la segunda fase de este proyecto, el correspondiente al tramo La Belleza el Camilo en jurisdicción de los departamentos de Santander y Boyacá respectivamente y se le adjudicó al consorcio CLI Cosacol-Lavman Ingenieros limitada. Resulta de gran relevancia para Cosacol un informe en el cual se especifiquen los cambios que hubo durante la ejecución del loop 58 para prever y abordar los trabajos de otra manera, así como sugerir cambios en los valores del recurso bien sea humano, equipos, herramientas y logística, a quien hace las veces de cliente en el proyecto Fase II TGI¹.

El objetivo del presente trabajo consiste en presentar una metodología para la documentación de lecciones aprendidas en la construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos. La metodología es validada a través de comparaciones con datos obtenidos de la construcción del proyecto de expansión gasoducto Cusiana – Vasconia fase 1 loop 58 pk 222+000 al pk 280+000.

¹ viz.: Transportadora de Gas Internacional: empresa colombiana cuyo mayor accionista es el Grupo Energía de Bogotá, y que presta servicio público de transporte de gas

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología de lecciones aprendidas aplicada a las actividades de construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana–Vasconia fase1.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y clasificar las actividades que sufrieron modificaciones en el diseño- de construcción, por no efectuar revisión de constructibilidad², del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia fase 1.
- Diseñar una matriz de valoración para evaluar las causas y efectos asociados a los cambios en la interacción diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia fase 1.
- Realizar un esquema para la documentación de lecciones aprendidas en la interacción diseño construcción de ductos para el transporte de hidrocarburos.

² viz.: Construction Industry Institute, define esta técnica como un sistema para conseguir una óptima integración del conocimiento y experiencia constructivos en las operaciones de planificación, ingeniería y construcción; orientado a tratar las peculiaridades de la obra y las restricciones del entorno con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto. *Blog Construcción. 2008. Constructabilidad. Recuperado el día 12 de octubre de 2013 de la pagina web <http://ingenieria-y-construccion.blogspot.com/2008/03/la-constructabilidad.html>*

2. MARCO CONCEPTUAL PARA LA ESTRUCTURACION LECCIONES APRENDIDAS PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Metodología de Administración de Proyectos. La administración de proyectos como tal, comenzó en los años 60s cuando empresas y otras organizaciones comenzaron a organizar su trabajo alrededor de proyectos, desde entonces esta disciplina ha evolucionado y se ha puesto en práctica en diferentes industrias³

En la actualidad, los estándares para la administración de proyectos propuestos por el Project Management Institute (PMI) son uno de los estándares más ampliamente reconocidos a nivel mundial. Su primera guía de fundamentos para la dirección de proyectos fue publicada en el año 1987.

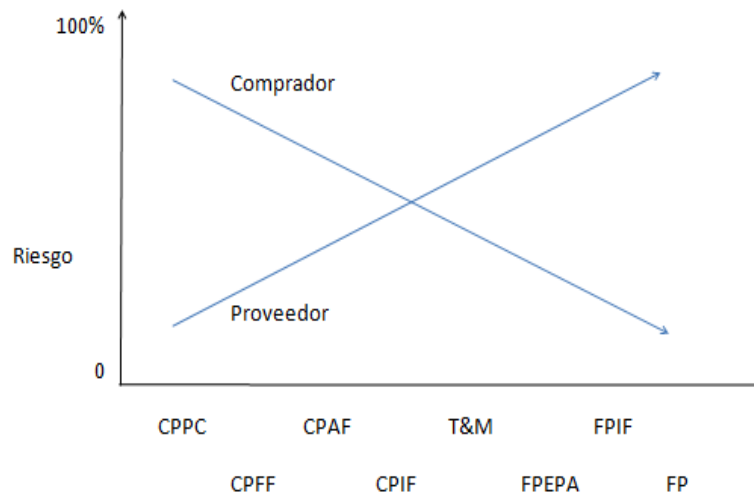
2.1.2 Tipos de Contratos aplicados a la ejecución de proyectos. Para la ejecución de proyectos es importante considerar el tipo de contrato que aplica ya que de este depende la viabilidad del mismo y según su costo y distribución se determinara el costo invertido, es importante para esto referenciar los diferentes tipos de contratos a fin de dar una idea de los enfoques de costos que se pueden presentar en un proyecto, a continuación se relacionan gráficamente y se definen los tipos de contratos así:

- CPPC (Costo más porcentaje): Cubre los costos del vendedor por trabajo realizado más porcentaje de los costos reales totales, entre más gaste el vendedor, más grande será el valor del contrato.
- CPFF (Costo más honorarios fijos): Utilizado cuando el comprador sabe de forma general lo que se necesita, pero faltan detalles para saber de forma general lo que se necesita, el incentivo es pagado por el trabajo completado.
- CPAF (Costo más honorario por cumplimiento de objetivos): Se reembolsa al vendedor los costos, pero la gran mayoría del incentivo se reconoce únicamente basado en la satisfacción del cliente.

³ MIRANDA MIRANDA, Juan José. Tercera edición, El Desafío de la Gerencia de Proyectos- Microsoft, 2012.

- CPIF (Costo más honorario con incentivos): Se presenta la misma situación que en el CPFF, pero además el comprador tiene necesidades específicas que quiere obtener (oportunidades de mercado), el incentivo permite compartir ahorros y sobrecostos según lo acordado.
- T&M (Tiempo y Materiales): Se acuerdan tarifas para el tiempo trabajado, se reembolsan los costos de materiales, es un híbrido entre costos reembolsables y precio fijo.
- FPEPA (Precio fijo con ajuste económico de precio): Como el FFP pero asociado a contratos extensos en tiempo para compensar cambios económicos del año.
- FPIF (Precio fijo con incentivo): Se incluyen incentivos financieros para motivar al vendedor a incrementar su productividad.
- FP (Fixed Price): Precio fijo total por un producto totalmente definido, puede incluir incentivos por el logro de objetivos.⁴

Grafica 1. Riesgos vs Tipos de Contrato



Fuente. Rita Mulcahy's; Libro PMP EXAM PREP

2.1.3 Constructibilidad. Para una adecuada interacción diseño construcción se deben realizar talleres de *constructibilidad* que está definida como el conocimiento de la construcción en cuanto a la planificación, diseño, procedimientos y operaciones en campo para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto. El propósito de la revisión de constructibilidad es identificar los posibles errores en el

⁴ Mulcahy's, Rita . PMP EXAM PREP . Seventh edition, pg 437.

diseño, materiales, dimensiones de los elementos, estrategia constructiva, interferencias, especificaciones ambiguas, características que sean difíciles de ejecutar y costosas para la complejidad de los diseños; factores que al ser analizados pueden llevar a una reducción de costos, de tiempos de ejecución, aumento de la seguridad, aseguramiento de la calidad, mejor control de riesgos, pocos cambios y minimizar posibles reclamaciones.

Una de las razones por la cual dicho proyecto tuvo sobrecostos y demoras en el tiempo de ejecución (el doble de lo previsto), lo cual se tradujo en una reclamación por parte del contratista por mayor permanencia en obra debido a las esperas a las soluciones de ingeniería para corrección a los diseños, fue debido a que no se realizó la fase de pre construcción que obedece a una revisión de la constructibilidad de la ingeniería, la constructibilidad es definida por RSMeans Illustrated Construction Dictionary, 4th Edition, 2010, como “el óptimo uso del conocimiento en construcción y experiencia en planeación, diseño, procura y operaciones para lograr todos los objetivos del proyecto” lo cual pretende conservar la triple restricción Alcance, Tiempo y Costo de un proyecto; y que como práctica consiste en asignar un suma global al contratista de construcción para que haga un recorrido de campo, revisión exhaustiva de los diseños y contrastar los diseños frente a las condiciones existentes debido a que la construcción de un gasoducto depende de diversos factores que se pueden describir de la siguiente forma:

- Condiciones geotécnicas encontradas en el corredor actual.
- Condiciones morfológicas de los terrenos que son intervenidos.
- Locaciones, viviendas y estructuras que ocupan el corredor actualmente.
- Pasos especiales debidos a limitaciones espaciales en donde intervienen aspectos ambientales.
- Pasos especiales de vías y corrientes.
- Cumplimiento de las normas que regulan el diseño de las tuberías conductoras para gas.

2.1.4 Ductos para el transporte de hidrocarburos. Los ductos⁵, son el medio con el cual se transportan los hidrocarburos. Los ductos de petróleo crudo (oleoducto) son el complemento indispensable y a veces el competidor del navío de alta mar: en efecto, conduce el petróleo del yacimiento situado a una distancia más o menos grande de tierra adentro, al puerto de embarque del yacimiento submarino a la costa más cercana; del yacimiento directamente a la refinería o finalmente, del puerto de desembarco a la refinería. Los gasoductos, en primer término, conducen el gas natural que puede producirse desde un yacimiento de gas libre o asociado a plantas separadoras y fraccionadoras.

Las compañías de transmisión, distribución y producción de gas natural transportan metano y otros hidrocarburos ligeros a través de las tuberías presurizadas de gas. El material más común para estas líneas de conducción es el acero.

2.1.5 Contextualización de las lecciones aprendidas. Las lecciones aprendidas corresponden a las reflexiones hechas al final del proyecto bien sea por la gerencia o por uno de los interesados en el desarrollo del mismo, analizando las fortalezas y debilidades en cualquiera de sus etapas inherentes; el PMBOK⁶ define lecciones aprendidas como lo que se aprende en el proceso de realización del proyecto, y sugiere llevar una base de conocimientos de lecciones aprendidas que consiste en recopilar y documentar e implementar actividades de mejora del proceso, como parte del sistema de gestión de calidad, para tenerlas en cuenta en proyectos posteriores; dentro del libro de El Desafío de la Gerencia de Proyectos de Juan José Miranda se enmarca las lecciones aprendidas como la última etapa en el desarrollo de todo proyecto, pues sirve como punto de partida para el desarrollo de otro de similares características. La lección aprendida es una generalización a la cual se llega después de reflexionar acerca de la experiencia vivida en el proceso de desarrollo de un proyecto.

La lección aprendida es un ejemplo ilustrativo que refleja un aprendizaje basado en la experiencia y que resulta aplicable a una situación general más que a una circunstancia específica, dado que todos los proyectos son diferentes así tengan el mismo objeto y busca ayudar en la toma de decisiones en proyectos con condiciones similares.

⁵ ORTEGA, Arturo. Septiembre de 2009, An Alternative to Numerical Simulation of Thermal Transient Behavior Gas Flow in Pipeline Networks, pg. 84.

⁶ Project Management Institute, cuarta edición, Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (guía del PMBOK).

2.1.5.1 Aspectos a tener en cuenta en una lección aprendida.

- Se debe realizar un proceso evaluativo de la experiencia adquirida de una situación vivida.
- Se debe extraer una afirmación general de la situación vivida, sobre el efecto probable de una práctica o una decisión que determine un efecto sobre el desarrollo del proyecto, debe incluir un principio generalizado que pueda ser aplicable en otras situaciones y se debe justificar demostrando su validez.
- Debe ser aplicable a un amplio número de experiencias de desarrollo que compartan las mismas características comunes a la situación vivida.
- Se debe explicar la lección en el contexto del proyecto. Debe realizarse con los supuestos (hipótesis y conocimiento existente) sobre los cuales se ha basado el programa o proyecto. Para que la lección sea útil para otros proyectos, se debe entender el contexto en el que se produjo, de otra forma no se sabrá si es aplicable o inútil para la toma de una decisión en otro proyecto.

2.1.5.2 Elementos a tener en cuenta en una lección aprendida.⁷

- **El tema.** Este es fundamental ya que se plantee el ámbito del proyecto, por causa de una innovación metodológica o un problema surgido.
- **La interpretación o supuesto original.** Es la hipótesis o lo que se suponía antes de que se realizara la evaluación.
- **La nueva percepción o supuesto.** Es la nueva percepción de la situación en cuestión.
- **Uno o dos ejemplos que corroboren la nueva interpretación,** la lección debe ser probada para estar seguro de que es aplicable y general.
- **La forma como se llegó a la conclusión,** donde se describe como el equipo del proyecto cuestiona sus opiniones y revisa su interpretación.
- **Es necesario tener en cuenta:** Cuál es la lección aprendida que se quiere documentar, a quién se quiere transmitir y con qué propósito, qué evidencias la sustentan, de qué forma esta lección aprendida complementa y/o refuta el conocimiento existente, bajo qué contexto específico esta lección aprendida es pertinente y tener en cuenta que las lecciones aprendidas surgen de un proceso sistemático de análisis y reflexión colectiva con participación de los involucrados, pueden ser positivas o negativas, deben ser útiles y pertinentes,

⁷ MARIÑO NAVARRETE, Hernando. Alfa omega, primera edición, Calidad lecciones aprendidas, pg. vii-viii.

requieren de mecanismos de disseminación, son un primer paso para la identificación de buenas prácticas, permite Identificar factores de éxito (eficacia, eficiencia, sostenibilidad), Identificar deficiencias, ayuda a resolver problemas a través de nuevos cursos de acción (innovación), logra Mejorar la toma de decisiones futura.

2.1.5.4 Técnicas para la estructuración de lecciones aprendidas. Entre las más utilizadas se tienen : Estudios de Caso, Observatorios de experiencias, After Action Review (Reflexión después de la Acción) esta última es una discusión estructurada donde se analiza una experiencia o actividad en función de sus objetivos, expectativas y resultados logrados (ver tabla 1 y tabla 2): Qué sucedió?, por qué sucedió?, y cómo puede mejorarse?; Incluye a los responsables de la experiencia o actividad analizada, es flexible, rápida e informal, Identifica recomendaciones específicas para la acción y no es una evaluación de la experiencia o una sesión de crítica o de recolección de quejas⁸

Tabla 1. Requisitos para realizar un AAR⁹

Roles		Recursos	
• Facilitador		• Salón de reunión	
• Documentador		• Papelógrafo	
• Participantes: Poseedores del conocimiento		• Índex cards	
• Tiempo para la reflexión		• Marcadores de colores	
• Participación voluntaria y continua		• Grabadora digital	
• Visión común sobre necesidad de mejora		• Computador	
Antes		Durante el after action review	
Identificar claramente el TEMA y el PROPÓSITO de la reflexión		Qué se esperaba que sucediera?	
Proveer un marco de tiempo		Breve descripción del plan (lo propuesto)	
Invitar a participantes		Qué sucedió en realidad?	
Grupo representativo con riqueza de perspectivas		Identificar hitos o momentos críticos (pre-durante-post)	
No olvidar a los clientes y socios		Construir “línea de tiempo”	

⁸ Project Banco interamericano de desarrollo, Octubre de 2008, Lecciones aprendidas y buenas prácticas, pg. 1-4.

⁹ i.e.: After Action Review (Reflexión después de la Acción)

Definir roles	Qué podemos aprender y mejorar?
Preparar logística	– Análisis de momentos críticos: Qué funcionó bien y por qué?, Qué no funcionó bien y por qué, Qué podría mejorarse y cómo

Fuente. Autor del Proyecto

2.2 MARCO CONTEXTUAL

2.2.1 Generalidades respecto al proyecto de expansión gasoducto Cusiana – Vasconia fase 1 LOOP 58 PK222+000 AL PK 280+000. La demanda de gas se ha incrementado en los últimos años y esta tendencia se espera que continúe por más tiempo. Cuando las ciudades fueron suministradas con gas, la tubería era lo suficientemente grande como para atender las demandas pico por encima de las presiones mínimas. Sin embargo, de vez en cuando se hace evidente que las redes de gasoductos actuales no satisfacen el aumento previsto de la demanda en puntos determinados, y que la presión en esos puntos se encuentra por debajo de un mínimo necesario.

Ecopetrol dueña del gas natural que se explota en Colombia suministra el mismo por medio de las dos empresas transportadoras de gas que se encuentran en el país TGI (Transportadora de Gas Internacional y Promigas. La gerencia de infraestructura y mantenimiento de TGI (GIM) ante la llegada de nuevos remitentes, nuevas industrias y nuevos pueblos con gas, descubrió que la red necesitaba un refuerzo con el fin de poder abastecer el servicio ante el aumento de la demanda en ciertos puntos de distribución.

La simulación hidráulica realizada por TGI generó la determinación por la cual se debía construir en la Fase I un loop paralelo a la línea actual del Gasoducto, en una longitud de 53 Km, comprendido entre las abscisas K260 con origen K0 en el CPF (Centro de Producción y Facilidades) de Cusiana, esto es en jurisdicción del Municipio de Otanche, Boyacá. Para establecer en campo esta abscisa se tomó el abscisado actual del gasoducto, lo que corresponde a una localización entre los postes de abscisado K226 y K227 del actual gasoducto, es de recordar que estos postes de abscisado en campo del gasoducto tienen su origen en la estación El Porvenir y no del CPF de Cusiana como se manejará el proyecto de expansión.

En el año 2012 año pasado se construyó el loop 58, entre Vasconia (Puerto Boyacá) Pk 278+000 y El Camilo (Otanche) Pk 222+000, con abscisa pk+000 en Cusiana; como parte de la primera fase de expansión del gasoducto Cusiana–Vasconia, la cual aumentara el flujo en 70 MPCD (millones de pies cúbicos diarios) y en 110 MPCD adicionales en la segunda; actualmente se está desarrollando la

fase II del proyecto, que comprende la ampliación de las estaciones compresoras de Miraflores y Vasconia en Boyacá, y la construcción de las nuevas en Puente Guillermo en Puente Nacional – Santander y Padua en Tolima; con lo cual se podrá transportar un flujo de 390 MPCD al concluir el proyecto. Esto con el fin de abastecer la creciente demanda hacia el centro y occidente del país a corto plazo se busca pasar de 200 a 290 MPCD y a corto plazo a 390 MPCD.

Cuadro 1. Actividades correspondientes a la Fase I.

Gasoducto	Licencia Ambiental	No. De Expediente	Obra*
Centro Oriente	Res. No. 0406 de Nov.-24-94.	069	Construcción loop de 58 kms aproximadamente (entre el k280 al k222).
El Porvenir – La Belleza	Res. No. 0847 de Sep.-22-97.	054	Construcción de loop de 37 kms (entre el k 142 y el k105).
El Porvenir – La Belleza	Res. No. 0847 de Sep.-22-97.	054	Construcción estación compresora Puente Guillermo – Puente Nacional - Santander
El Porvenir – La Belleza	Res. No. 0847 de Sep.-22-97.	054	Ampliación estación compresora Miraflores – Boyacá.
Occidente	Res. No. 0874 de Agosto-18-97.	299	Construcción Estación Compresora Padua – Herveo – Tolima.
Centro Oriente	Res. No. 0778 de Julio-26-95.	069	Ampliación estación compresora Vasconia – Puerto Boyacá - Boyacá.

Fuente: TGI 2008, tomado del estudio de impacto ambiental.

2.2.2 Localización Geográfica del proyecto.

A nivel de localización político administrativa, el proyecto amparado en este estudio ambiental se ubica en el departamento de Boyacá (Municipios de Puerto Boyaca y Otanche). En el mapa Figura 1, se muestra claramente la ubicación del proyecto.¹⁰

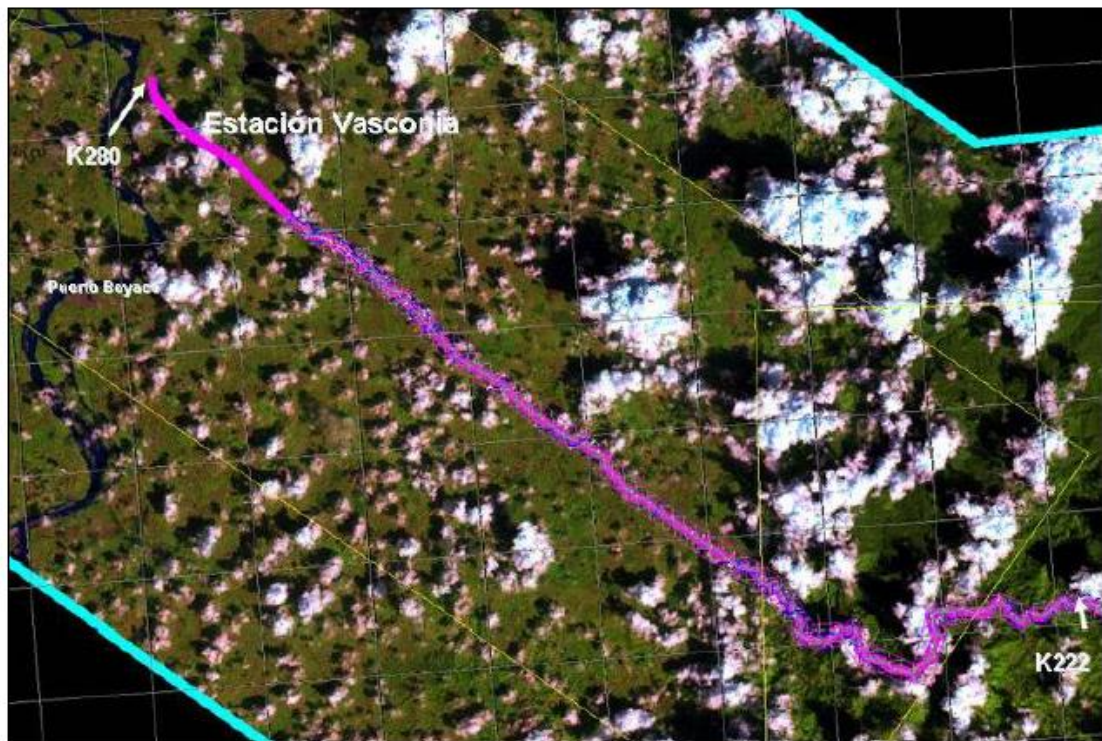
El proyecto de expansión del gasoducto Cusiana fase 1, contempla la construcción de un loop de 58 Km., de longitud aproximada en 16” de diámetro, localizado entre la abscisa K255+000 y el K313+000.

De acuerdo con los resultados de las simulaciones hidráulicas del gasoducto, se requirió de la construcción de un loop de 58 Km en tubería de 16”. La ubicación del loop comprendió las siguientes abscisas:

10 Licencia ambiental, sector la belleza – vasconia. Resolución 406/94. Exp. 069

- Punto de Inicio Propuesto: El sitio en el cual cambia el diámetro de la tubería de 14" a 12" –
- Aprox. Pk 260 (Con Pk 0 en Cusiana – Sector La Belleza - Vasconia). Variación de Punto de Inicio Máximo: El loop puede aumentarse en longitud para ubicar un sitio propicio para la conexión.
- Punto Final Propuesto: Trampa de raspadores Vasconia – Aprox. Pk 313 (Con Pk 0 en Cusiana – Sector La Belleza - Vasconia).
- Diámetro de la tubería: 16 pulgadas.

Figura 1. Ubicación Geográfica del Proyecto.



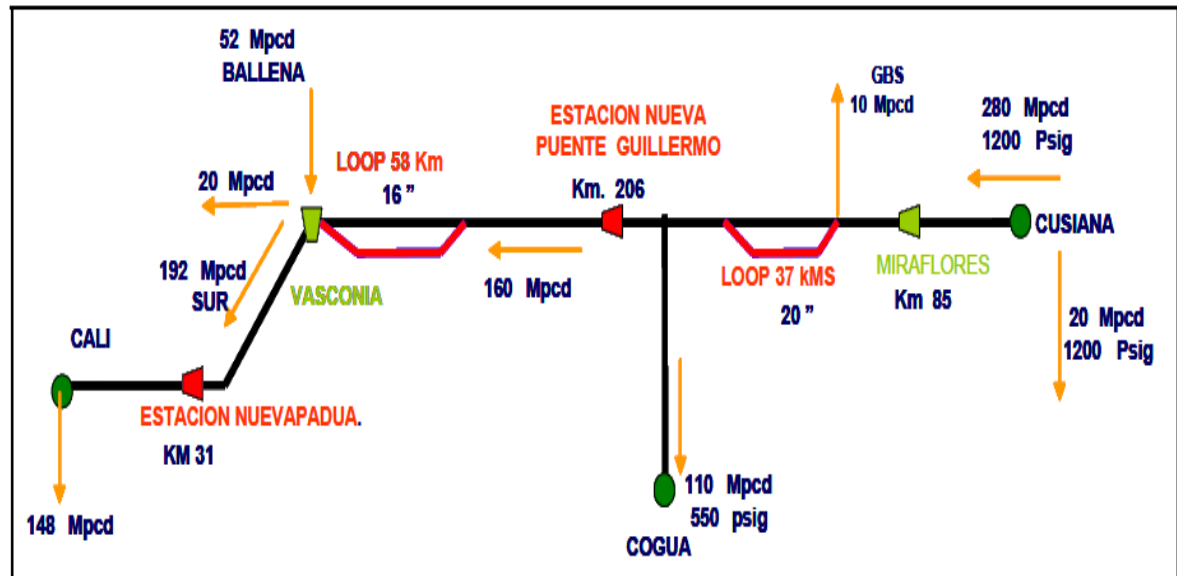
Fuente. Licencia ambiental, sector la belleza – vasconia. Resolución 406/94. Exp. 069

2.2.3 Características técnicas del proyecto

En vista del incremento en la producción de gas natural del campo cusiana y a los consumos proyectados de algunas regiones del país, especialmente en el occidente y en el centro, TGI ha previsto la necesidad de ampliar su capacidad de transporte desde este campo, a través de la construcción de estaciones compresoras, la adecuación y ampliación de las estaciones compresoras existentes y la construcción de loops que permitan una mayor capacidad de transporte de la red existente el proyecto de expansión comprende la ampliación

de la capacidad de transporte en 100 mpcd adicionales. La distribución de esta nueva capacidad de transporte se considera en dos fases; la primera de ellas denominada fase I se ilustra en la *figura 1*, la **Fase I** correspondiente al tramo entre Vasconia y La Belleza

Figura 2. Actividades correspondientes a la primera fase.



Fuente: Estudio de impacto ambiental.

Con base en lo anterior es conveniente mencionar que la ubicación del loop comprende :

- Punto de Inicio PK 255 (222 en abscisado existente)
- Punto Final : PK313 (280 en abscisado existente)
- Diámetro de la tubería: 16 pulgadas.

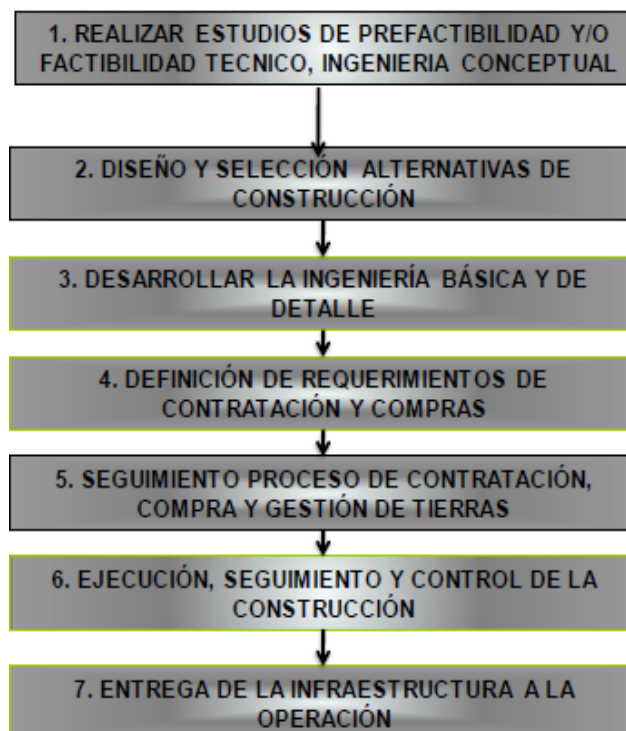
Como el diseño-construcción del proyecto de expansión gasoducto Cusiana – Vasconia fase 1 loop 58 es un proyecto de alta complejidad, ver Figura 3; ya que el trazado del loop¹¹ se encuentra compartido con el gasoducto y con el oleoducto de Ocesa se presentan diversos cruces entre estas tuberías; de igual forma se presentan cruces con otras líneas de transferencia de hidrocarburos, acueductos, alcantarillados, canales de riego o de drenaje, u otros ductos donde no se puede interrumpir el servicio.

¹¹ viz.: El loop es una tubería que se construye de manera paralela en los sistemas de transporte de gas, para aquellos sectores en donde se requiere aumentar la sección del sistema con el fin de disminuir las pérdidas de presión por longitud, cuando se requiere alimentar un sistema a una presión determinada.

Donde sea necesario el cruce con otros ductos, se realizarán inicialmente excavaciones a cielo abierto (apiques) u otro tipo de exploración aprobado, para determinar con exactitud la profundidad a la cual se encuentra el tubo o tubos.

Estos sondeos deben hacerse extremando las precauciones para evitar daños a los tubos existentes. La tubería, además de cumplir con la profundidad mínima para la línea regular, debe quedar a una distancia libre mínima de 0.30 m. por debajo del tubo existente

Figura 3. Etapas del proyecto de alta complejidad.



Fuente: presentación de proyectos de alta complejidad, Pg. 24.

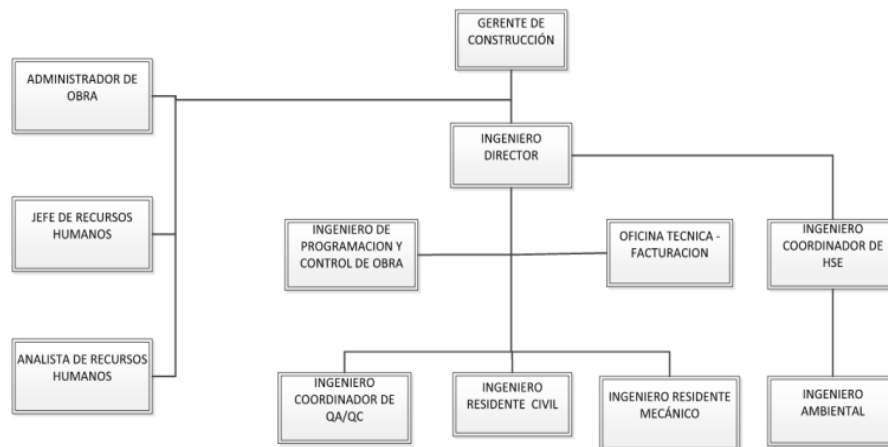
El proyecto de expansión desde Cusiana, será financiado en su totalidad a través de recursos propios de TGI, que provienen de la acumulación de caja generada durante los años 2007 y 2008.

2.2.3.1 Estructura organizacional para el proyecto.

Para el desarrollo del proyecto el talento humano es el recurso clave, así como para garantizar la satisfacción de los requerimientos del los cliente; para cumplir con dicha premisa, la organización trabajo en el desarrollo del talento humano y en la optimización de sus habilidades además se estructuro un esquema organizacional *ver figura 4*, en el

que se definen los cargos que participan en la construcción del loop 58 y los niveles de autoridad para este.

Figura 4. Estructura Organizacional para el proyecto



Fuente. Empresa Cosacol Constructora

Cabe resaltar que estos cargos hacen parte fundamental para el estudio y estructuración de las lecciones aprendidas derivadas del proyecto, esta estructuración se lleva a cabo bajo la supervisión y control del gerente de construcción pero los demás cargos deben participar activamente en la generación de lecciones aprendidas según las actividades realizadas.

Como parte del proyecto mi cargo fue de ingeniero de programación y control de obra, encargado de reportar diariamente las cantidades de obra ejecutadas contra las programadas, elaborar los informes semanales de avance de obra, actualización del programa detallado de trabajo en Project y la curva S, esto permitía identificar a diario el estado de la obra y las desviaciones que se iban presentando, con base en esto se pueden estructurar lecciones aprendidas que pueden contribuir al mejoramiento continuo de las actividades de ejecución de obras constructivas.

2.2.4 ALCANCE DEL PROYECTO DE INGENIERÍA DEL GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58 PK222+000 AL PK 280+000

Debido a que los loops se han diseñado utilizando el actual corredor del gasoducto que comparte con la tubería del oleoducto de Ocesa, el trazado de los loops no depende únicamente de la zona aledaña que se requiera para la instalación de la tubería, sino que es dependiente de diversos factores que se pueden describir de la siguiente forma:

- Condiciones geotécnicas encontradas en el corredor actual.
- Condiciones morfológicas de los terrenos que son intervenidos.
- Locaciones, viviendas y estructuras que ocupan el corredor actualmente.

- Pasos especiales debidos a limitaciones espaciales en donde intervienen aspectos ambientales.
- Pasos especiales de vías y corrientes.
- Cumplimiento de las normas que regulan el diseño de las tuberías conductoras para gas.

Estos factores determinan finalmente los requerimientos en el diseño detallado y en la construcción de los loops, por lo que deben ser tenidos en cuenta en el momento de establecer los espacios o áreas que demandan los loops; estas circunstancias obligan a realizar un número significativo de cambios de hombro con las tuberías existentes para encontrar la mejor localización de los loops, con el propósito de no generar corredores adicionales (variantes), que se pueden convertir en nuevas servidumbres en nuevos predios afectados o intervenidos.

La firma que se encargó de hacer los estudios y diseños previos para la expansión del gasoducto Cusiana-Vasconia es Salgado, Meléndez y asociados, ingenieros consultores S.A., para las dos fases del proyecto; el consultor entrego a TGI los documentos y planos de los diseños mecánicos (todo el trazado de la línea), de la parte civil -estructural (diseño casetas para válvulas de interconexión de los loops), de la geotecnia, p&id ¹² incluye indicadores de presión y de paso de raspadores, transmisores de los indicadores, válvulas, eléctricos (detalle de la protección catódica), también hicieron el estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental, las especificaciones técnicas de todo los ítems de las especialidades antes descritas, los análisis de precios unitarios (apu), cantidades de obra, cronograma y programación, salarios, presupuesto.

12 i.e.: diagrama de tubería e instrumentación

3. MARCO METODOLOGICO PARA LA ESTRUCTURACION DE LECCIONES APRENDIDAS PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58

De manera general, para el desarrollo del presente proyecto se recurrió a técnicas de recolección de información primaria y secundaria como la revisión bibliográfica y la consulta a expertos. Adicionalmente, se tomaron en consideración experiencias exitosas de proyectos de expansión de gasoducto de TGI.

3.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE FORMATOS APLICADOS A LECCIONES APRENDIDAS.

Con el objetivo de obtener la información necesaria para formular una propuesta metodológica basada en herramientas de administración profesional de proyectos y en un enfoque adecuado para la estructuración de lecciones aprendidas se realizó un análisis de los formatos existentes las cuales se referencian a continuación:

Figura 5. formato de lecciones aprendidas Ecopetrol



- a. Formato de lecciones aprendidas Ecopetrol: aunque es un formato muy intuitivo, es muy didáctico y más aplicable al área de HSE¹³, por eso se decidió descartarlo y comenzar a trabajar a partir de otros formatos.

Figura 6. Formato de lecciones aprendidas Petrotiger

FORMATO PARA EL REGISTRO DE MEMORIAS DE LOS TALLERES DE LECCIONES APRENDIDAS											
MACROPROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTOS											
CÓDIGO				ELABORADO				VERSIÓN:			
				Fecha:							
				Facilitador:							
Retrospectiva											
ESTUVO BIEN	POR MEJORAR	IMPACTO CUANTIFICADO	CONSECUENCIA	CAUSAS POSIBLES	CAUSA RAIZ	LECCIONES APRENDIDAS	CLASIFICACION DE LA LECCION APRENDIDA	RESTRICCIONES	PLAN DE MEJORA	RESPONSABLE	FECHA COMPROMISO

- b. **Formato de lecciones aprendidas Petrotiger:** es un formato muy completo, pero que requiere un mayor nivel de análisis y de conocimientos en proyectos para desarrollarlo, lo que se busca con el formato de lecciones aprendidas desarrollado en el presente trabajo, es que sea muy intuitivo y que lo pueda diligenciar cualquier miembro del equipo del proyecto. Por esto se decidió seguir mirando más formatos antes de comenzar a adaptarlo.

Figura 7. Formato de lecciones aprendidas de PMI

	What Worked Well	What Can Be Improved
Requirements definition and management		
Scope definition and management		
Schedule development and control		
Cost estimating and control		
Quality planning and control		
Human resource availability, team development, and performance		
Communication management		
Stakeholder management		
Reporting		
Risk management		
Procurement planning and management		
Process improvement information		
Product-specific information		
Other		

13 i.e.: Higiene, seguridad y Medio Ambiente

Risks and Issues

ID	Risk or Issue Description	Response	Comments

Quality Defects

Description	Resolution	Comments

Vendor Management

Vendor	Issue	Resolution	Comments

Other

Areas of Exceptional Performance	Areas for Improvement

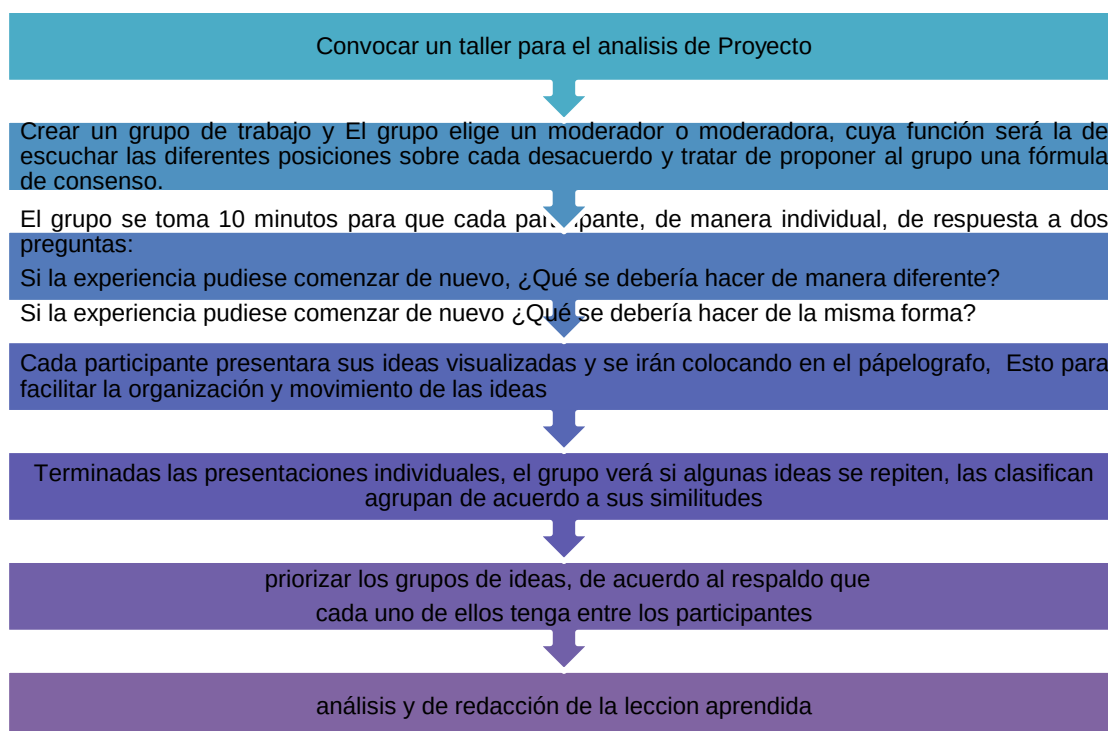
Formato de lecciones aprendidas del PMI: Es el formato más completo de los tres pero a la vez el más complejo de diligenciar, debido a que la persona debe tener conocimientos en la matriz de grupos de procesos y áreas de conocimiento del PMBOK,

3.2 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LECCIONES APRENDIDAS.

es importante establecer una metodología clara para la documentación de lecciones aprendidas ya que son una herramienta importante q contribuye a convertir el conocimiento tácito (aquel que se encuentra en la mente y deriva de la experiencia de las Personas), en conocimiento explícito (aquel contenido en documentos, archivos electrónicos u objetos), facilitando su difusión.

Para el caso de la estructuración de las lecciones aprendidas se tendrá en cuenta la siguiente estructura propuesta por el autor del proyecto, ver Figura 8, en la cual se resume según mi criterio paso a paso que hacer para estructurar una lección aprendida para un proyecto de construcción.

Figura 8. Metodología Propuesta para estructuración de Lecciones Aprendidas



Fuente. Autor del Proyecto

La lección aprendida es una generalización a la cual se llega después de reflexionar acerca de la experiencia vivida en el proceso de desarrollo de un proyecto y es un ejemplo ilustrativo que refleja un aprendizaje basado en la experiencia que resulta aplicable a una situación general más que a una circunstancia específica, dado que todos los proyectos son diferentes así tengan el mismo objeto y busca ayudar en la toma de decisiones en proyectos con condiciones similares, es necesario establecer un formato en el que se pueda documentar la lección aprendida por lo que se proponen los cuadros uno (1) y dos(2) como herramienta para la docummentacion de las lecciones aprendidas

Cuadro 1, Formato de lecciones aprendidas de La gestión de riesgos en proyectos

LECCIONES	
Nombre del Proyecto:	
Grupo de Procesos:	
Fecha del taller:	
Riesgo:	
Estado del	

Riesgo	
Que estuvo bien?	
Que se debe mejorar?	
Acciones	

Fuente. Autor del Proyecto

El formato anterior lecciones aprendidas de la gestión de riesgos en proyectos, es un formato muy simple de diligenciar y a la vez muy intuitivo, que contiene la información más relevante para la documentación de las lecciones aprendidas, a continuación presento la plantilla que desarrolle para documentar las lecciones que se aprendieron en diferentes momentos del proyecto Documenta que cosas salieron bien y se deberían repetir en futuros proyectos, y que cosas salieron mal y se deberían mejorar en el futuro.

En general se puede usar para documentar las lecciones luego de una sesión de lecciones aprendidas al final del proyecto o al final de sus fases.

Cuadro 2. Formato de lecciones aprendidas

LECCIONES APRENDIDAS	
Información del proyecto y de la sesión de lecciones aprendidas	
Proyecto:	
Fase del Proyecto:	
Fecha de sesión:	
Asistentes:	
Número de riesgo:	
Que salió bien y deberíamos replicar en el futuro?	
Que salió mal y deberíamos mejorar en el futuro?	
Recomendaciones	

Fuente. Autor del Proyecto

A continuación explico la manera en que se deben diligenciar todos los campos del formato de lecciones aprendidas:

Proyecto: se indica el nombre del proyecto

Fase del Proyecto: se indica en cuál de las siguientes cinco fases de la metodología FEL (Front End Loading) se encuentra el proyecto

- Fase 1. Visualización: Identificación de la Oportunidad
- Fase 2. Formulación: Selección de la Alternativa
- Fase 3. Planeación: Definición del Proyecto.
- Fase 4. Ejecución, corresponde a la etapa de implantación
- Fase 5. Cierre y entrada en operación. Hace parte de la etapa de entrada en operación

Fecha de sesión: corresponde a la fecha en la cual se registró la lección aprendida, cabe recordar que las lecciones aprendidas se pueden documentar en cualquier fase del proyecto y en cualquier grupo de procesos de acuerdo al PMI: Iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre.

Asistentes: se registran los asistentes al taller de lecciones aprendidas, con cargo, empresa y rol dentro del proyecto.

Número de riesgo: se debe registrar el riesgo potencial o el riesgo materializado en el caso de que ya se haya generado un impacto en la triple restricción (alcance, tiempo y costo), colocando el número y el nombre del riesgo de acuerdo al registro de riesgos del proyecto.

En las siguientes tres (3) casillas es en donde se realiza la documentación de la lección aprendida como tal y se deben diligenciar los siguientes campos:

Que salió bien y deberíamos replicar en el futuro?

Se realiza una breve descripción de los aspectos positivos y las fortalezas encontradas durante la ejecución del proyecto y que pueden aplicarse en el futuro.

Que salió mal y deberíamos mejorar en el futuro?

Se realiza una breve descripción de los aspectos negativos y las debilidades encontradas durante la ejecución del proyecto y que pueden o no haber ocasionado un impacto y cuyas prácticas deben evitarse en el futuro.

Recomendaciones

Corresponde a procedimientos o procesos con impactos positivos o negativos que deben ser aplicables o no en futuros proyectos.

4. ESTRUCTURACION DE LECCIONES APRENDIDAS PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA – VASCONIA FASE 1 LOOP 58

4.1 IDENTIFICACION Y CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SUFRIERON MODIFICACIONES DISEÑO-CONSTRUCCIÓN¹⁴

4.1.1 Clasificación de variaciones. Los cambios se clasificaran de acuerdo al factor que los causo y estos son:

- **Ambiental:** Corresponde a todos los cambios originados por la legislación ambiental vigente, o por la autoridad regional, CorpoBoyaca, o todos aquellos que haya que cumplir por la licencia ambiental.
- **Adquisiciones:** Corresponde a los cambios generados por tiempos de materiales de largo periodos de fabricación, pruebas, transporte y puesta en sitio.
- **Geotecnia:** Corresponde a todos los cambios ocasionado por condiciones geotécnicas locales como deslizamientos tanto traslacionales como rotacionales, hundimiento de banca, inestabilidad de taludes, y demás relacionados con las condiciones geomorfológicas del terreno.
- **Acercamiento con Ocesa (paso Angosto).** Corresponde a todos los cambios ocasionados para cumplir acuerdos con Ocesa con quien se comparte el derecho de vía y al cual se le deben garantizar las mismas o mejores condiciones al final de los trabajos.
- **Ingeniería:** corresponde a los cambios e impactos generados por incongruencias entre el diseñado y las condiciones reales, por no realizar una revisión de constructibilidad la cual se debe hacer junto con el cliente final es decir el operador para garantizar las condiciones y disposición de la línea, accesorios, válvulas, casetas de interconexión y facilidades necesarias para la correcta operación y para los futuros mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos.

14 Proyecto De Expansión Gasoducto Cusiana -Vasconia Fase 1

4.1.2 Identificación, descripción e impactos generados por las actividades que sufrieron modificaciones diseño-construcción

4.1.2.1 Caseta Interconexión (El Camilo) Pk 222+000: La caseta de válvulas para la interconexión del gasoducto nuevo con el existente, en el Camilo municipio de Otanche, sufrió cambios diseño construcción, debido a que por la topografía el tubo debía ser doblado más de 22° máximo permitido para un tubo de 16", esto repercutió en que hubo que sobre excavar con respecto al diseño original, por otro lado el diseño de las casetas no permitía el ingreso de un camión grúa para el cargue de las válvulas, con lo que se tuvo que cambiar en un 40% el diseño de las mismas.

4.1.2.2. Pilotes los pericos Pk 223+850: El terreno en la pendiente llamada los pericos presentaba poca cohesión con lo cual el zanjado no se puede hacer de manera convencional, y se hace necesaria la utilización de pilotes de madera con punta de lápiz hincados al rechazo ubicados a un metro de cada lado de la zanja a lo largo de la zona inestable, para confinar el terreno y evitar que durante el zanjado se cerrara inmediatamente la zanja y evitara el bajado del tubo.

4.1.2.3 Tablestacado los mártires Pk 226+100: Esta zona presentaba inestabilidad debido a que no existía un manejo de aguas que evitara que las escorrentías sobresaturaran el terreno y con el tránsito de las maquinas durante la apertura del derecho de vía, este problema se agravó ocasionando un deslizamiento traslacional que obligo a la utilización de un tablestacado con pilotes en tubería de perforación hincados al rechazo, para confinar el terreno y evitar a futuro una socavación del tubo.

4.1.2.4 Obras de estabilización las quinchas Pk 230+200: En la zona de las Quinchas donde se encuentra localizada la base militar "El Zipa", existe un paso angosto de aproximadamente 7 metros de ancho en promedio a lo largo de 500 metros lineales, donde previamente se encuentran enterradas las tuberías de Ocesa 30" y la existente de TGI 16", para lo cual cualquier intervención a menos de 16 metros del tubo existente de Ocesa requiere previa revisión de los diseños por parte del personal de Ocesa contratado por TGI para la realización del proyecto, esto con el fin de evitar problemas de estabilidad y manejo de aguas que puedan perjudicar la integridad del ducto. Dicho tramo requirió la visita de un consultor Geotécnico para el diseño de obras de estabilidad del derecho de vía con el fin de evitar una posible afectación del mismo debido a lo angosto.

El consultor definió una serie de gaviones en saco suelo cemento ya que las condiciones de ingreso de material pétreo para gaviones en piedra son casi imposibles y tendrían que hacerse en trineo y se presentaría un mayor incremento

de costos debido a las distancias de acarreo del mismo, en tramos menores a 7 metros lineales con el fin de no agregar mucho peso que pudiera generar deslizamientos a el costado derecho del derecho de vía compartido.

4.1.2.5 Paso aéreo deslizamiento Pk231 + 700: Al hacer el recorrido de campo una vez adjudicado el contrato se evidencio que la topografía de diseño no correspondía con la realidad y que dicho paso aéreo que de acuerdo a como estaba diseñado de 40 metros los macizos de anclaje del mismo iban a quedar dentro de la superficie de falla y al cargar la misma se previó un riesgo de un deslizamiento mayor, por lo cual fue necesario contratar un consultor de estructura metálica que diseño una alternativa de un paso aéreo de 70 metros 30 más de lo previsto con lo cual se evitó el riesgo de generar un problema mayor, esto impacto en el tiempo de ejecución de una manera significativa, debido a que debido al peso de la estructura los macizos de anclaje y los muertos eran de unas volúmenes de aproximadamente 3 veces mayores a los de un paso aéreo de 40 metros como estaba inicialmente planeado.

El izaje de las torres fue más complejo debido a la altura de las mismas (14 metros), la instalación de la tubería aérea en dicho tramo fue muy compleja, con el cambio de longitud aumento la complejidad de los trabajos de lanzamiento de la tubería, para lo cual se hizo un análisis funcional de operatividad: es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operatividad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso HAZOP y se tuvieron todas las prevenciones y acciones para cumplir con el montaje de los 70 metros de tubería aérea. También hubo un incremento de costos por consultoría para el diseño y construcción de la estructura, la construcción de la estructura se incrementó en un 70% debido al aumento en el peso de la misma, también hubo un incremento de costos por tiempos de elaboración del procedimiento de lanzado y la ejecución del mismo.

4.1.2.6 Marcos “H” El Yoyo Pk239 + 500: En este tramo con una pendiente mayor al 100% y un ancho de derecho de vía compartido con OCENSA de 8 metros, se preveía que la tubería fuera enterrada, al evidenciar la inestabilidad del terreno hacer un zanjado para enterrar el tubo en un derecho de vía muy angosto significaba un riesgo de una posible futura socavación de los dos tubos existentes (Ocensa 30” y TGI 16”), con lo cual se decidió que estos 100 metros se debían pasar con tubería aérea soportada sobre marcos “h”, esto incremento significativamente en tiempo debido al procedimiento de hincado de los marcos “h”, a la soldadura en sitio de las traviesas y a el procedimiento de izaje de lingada de tubería soldada sobre los mismo.

El incremento en costos se debió al aumento de HH de personal y equipos y a un nuevo ítem no previsto de marcos “h”, que son pagados por unidad sin importar el peso con lo cual el contratista cotiza con base a la condición más desfavorable de dimensiones y por lo tanto peso de los mismos.

4.1.2.7 Paso Aéreo Bocatomas Pk242 + 300: En el diseño se tenía previsto pasar la quebrada “la Cristalina” con tubería lastrada, debido a que aguas debajo del sitio donde se tenía previsto el paso de la tubería se encuentran dos bocatomas de acueductos veredales, la corporación de Boyacá durante el recorrido de levantamiento de la línea base de Flora y Fauna, CorpoBoyaca prohibió la ejecución de un paso enterrado bajo el lecho de la quebrada, ante un posible afectamiento ambiental del río cuya agua es de consumo humano de la comunidad.

Esto significó un paso aéreo de 20 metros para cruzar la quebrada con lo cual se impactó en tiempo debido a las demoras por visitas a campo de un consultor, a los tiempos de diseño y construcción del paso aéreo, también se presentó un incremento de costos debido a la contratación de un consultor de diseño y construcción de estructura metálica, a través del contratista con lo cual además del aumento de costos por dicha orden de servicio se presenta unos costos adicionales por administración que TGI debe reconocer al contratista de construcción del Loop al cual le adjudico el tramo completo de 58 km.

4.1.2.8 Trampa de Recibo Pk280 + 000: Durante la construcción de la trampa de recibo en el punto de finalización del Loop 58, TGI no tuvo en cuenta los tiempos de entrega de los accesorios rating 900, los cuales tardan 36 semanas en llegar al país a partir de la elaboración de la orden de compra, dicha demora en el tiempo de llegada de accesorios y construcción de la trampa significó que el tramo final de tubería cuyo topografía es totalmente plana por encontrarse en el valle del río Magdalena y con un nivel freático hizo que la tubería destapada en su punto final se inundara con lo cual fue necesario un procedimiento de secado y limpieza posterior a la ejecución de la prueba hidrostática la cual ya se había realizado meses atrás al finalizar dicho tramo que fue el primero en ejecutarse.

La indefinición o falta de constructibilidad por parte de TGI le significó un tiempo de retraso y sobrecostos por elaboración de procedimientos para evitar un ataque corrosivo al interior de la tubería que estuvo expuesta al agua un par de semanas.

Cuadro 3. Cambios e impactos en tiempo (t) y coste (\$)

#	Cambios	Abscisa	Causa	IMPACTO	
				Tiempo (t)	Costo (\$)
1	Caseta interconexión	Pk 222+000	Ingeniería	7 días	80.000.000
2	Pilotes los pericos	Pk 223+850	Geotécnica	1mes	40.000.000
3	Tablestacado los Mártires	Pk 226+100	Geotécnica	1 mes	14.000.000
4	Obras de estabilización las quinchas	Pk 230+200	Acercamiento con Ocesa (paso Angosto).	1mes	42.000.000
5	Paso aéreo deslizamiento	Pk 231+700	Geotécnica	2 meses	300.000.000
6	Marcos h el yoyo	Pk 239+500	Acercamiento con Ocesa (paso Angosto).	21días	12.000.000
7	Pasó aéreo bocatomas	Pk 242+300	Ambiental	15 días	200.000.000
8	Trampa de recibo	Pk 280+000	Adquisiciones	45 días	32.000.000

Fuente. Autor del Proyecto

4.2 MATRIZ DE VALORACIÓN DE LAS CAUSAS Y EFECTOS ASOCIADOS A LOS CAMBIOS EN LA INTERACCIÓN DISEÑO-CONSTRUCCIÓN DEL LOOP 58, EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA -VASCONIA FASE 1

Para el desarrollo de la matriz de valoración de causas y efectos se partió de la matriz de riesgos integral SGSI de Ecopetrol, la cual define y clasifica la probabilidad y el impacto para poder realizar la valoración del riesgo de la siguiente manera:

PROBABILIDAD: Es función de la frecuencia de exposición, la intensidad de la exposición, el número de expuestos, la sensibilidad especial de algunas de las personas al peligro, antecedentes de que el peligro se ha presentado, entre otras. Se analiza antes de aplicar los controles y se clasifica en:

- Raro: Difícilmente ocurrirá el daño

- Baja: El daño ocurrirá raras veces
- Media: El daño ocurrirá algunas veces
- Probable: El daño ocurrirá muchas veces
- Alta: El daño ocurrirá siempre

IMPACTO: Se estiman según el potencial de gravedad de las lesiones, es independiente de la probabilidad. Se analiza antes de aplicar los controles y se clasifican en:

- Ligeramente dañino: Lesiones superficiales, de poca gravedad, usualmente no incapacitantes o con incapacidades menores
- Menor: Lesiones superficiales, de poca gravedad, con incapacidades menores
- Moderado: Todas las enfermedades profesionales no mortales, esguinces, torceduras, quemaduras de segundo grado.
- Dañino: Quemaduras tercer grado, golpes severos, fracturas menores (costilla, dedo, mano no dominante, etc.).
- Extremadamente dañino: Incapacidad permanente parcial, invalidez o la muerte, enfermedades profesionales graves, progresivas y eventualmente mortales, fracturas de huesos grandes o de cráneo o múltiples, trauma encéfalo craneal, amputaciones, etc.

VALORACIÓN DEL RIESGO: Proceso de evaluar el(los) riesgo(s) que surgen de un(os) peligro(s), teniendo en cuenta la suficiencia del(los) control(es) existente(s), y de decidir si el(los) riesgo(s) es(son) aceptable(s) o no. Está dada de acuerdo con la combinación realizada entre probabilidad y consecuencias, de la siguiente manera:

La Matriz de Valoración se realiza de acuerdo los cambios en las actividades en las que aumento el tiempo y coste del proyecto, esta se presenta a continuación en el cuadro 4.

Cuadro 4. Matriz de valoración de causas y efectos asociados a los cambios en la interacción diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia fase 1.

			IMPACTO				
			LIGERAMENTE DAÑINO (Insignificante) 1	Menor 2	Moderado 3	DAÑINO (Mayor) 4	EXTREMADAMENTE DAÑINO (Catastrófico) 5
			1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	Raro-E 1	1	BAJO-TRIVIAL 1	BAJO-ACEPTABLE 2	MODERADO 3	ALTA-IMPORTANTE 4	ALTA-IMPORTANTE 5
	BAJA (Improbable) D 2	2	BAJO-TRIVIAL 2	BAJO-ACEPTABLE 4	MODERADO 6	ALTA-IMPORTANTE 8	EXTREMA- INACEPTABLE 5
	MEDIA (Moderado) C 3	3	BAJO-TRIVIAL 3	MODERADO 6	ALTA-IMPORTANTE 9	EXTREMA- INACEPTABLE 12	EXTREMA- INACEPTABLE 15
	Probable B 4	4	MODERADO 4	ALTA-IMPORTANTE 8	ALTA-IMPORTANTE 12	EXTREMA- INACEPTABLE 16	EXTREMA- INACEPTABLE 20
	ALTA (Casi certeza) A 5	5	ALTA-IMPORTANTE 5	ALTA-IMPORTANTE 10	EXTREMA- INACEPTABLE 15	EXTREMA- INACEPTABLE 20	EXTREMA- INACEPTABLE 25

B ZONA DE RIESGO BAJO-TRIVIAL
AC ZONA DE RIESGO BAJO-ACEPTABLE
M ZONA DE RIESGO MODERADA
A ZONA DE RIESGO ALTA-IMPORTANTE
e. ZONA DE RIESGO EXTREMA-INACEPTABLE

Fuente: Gtc. 45. Guía de análisis de riesgos

Una vez se tuvo este punto de partida se procedió a realizar la matriz de valoración, cabe aclarar que el alcance del presente trabajo no contemplo la realización de un estudio de caso, por lo cual se definieron unos rangos de tiempo y costo como se explica a continuación.

Valores Rangos de Costos. Para los rangos de costos se realizó una distribución de la siguiente manera: Se hallaron los porcentajes del valor de cada uno de los cambios dentro del valor total del presupuesto, y dichos porcentajes se promediaron de los que se obtuvo un porcentaje, debido a que daban muy pocos rangos para los valores se dividió entre dos dicho valor:

Cuadro 5. Rangos de costos para la matriz de valoración.

					Presupuesto
Cambios	Abscisa	Causa	Tiempo (t)	Coste	\$ 79,259,845,310
					Porcentaje de costo del cambio
Caseta interconexión	Pk 222+000	Ingeniería	7 días	80,000,000	0.10%
Pilotes los pericos	Pk 223+850	Geotécnica	1mes	40,000,000	0.05%
Tablestacado los Mártires	Pk 226+100	Geotécnica	1 mes	14,000,000	0.02%
Obras de estabilización las quinchas	Pk 230+200	Paso angosto	1mes	42,000,000	0.05%
Paso aereo deslizamiento	Pk 231+700	Geotécnica	2 meses	300,000,000	0.38%
Marcos h el yoyo	Pk 239+500	Paso angosto	21días	12,000,000	0.02%
Pasó aéreo bocatomas	Pk 242+300	Ambiental	15 días	200,000,000	0.25%
Trampa de recibo	Pk 280+000	Adquisiciones	45 días	32,000,000	0.04%
Valor del rango: Promedio/2 = 0.11%/2 = 0.06%				Promedio	0.11%

Fuente. Autor del Proyecto

Valores Rangos de Tiempo. Para los rangos de tiempo se realizó una distribución de la siguiente manera: Se hallaron los porcentajes del valor de cada uno de los cambios dentro del tiempo total del proyecto, y dichos porcentajes se promediaron de los que se obtuvo un porcentaje, debido a que daban muy pocos rangos para los valores se dividió entre dos dicho valor:

Cuadro 6. Rangos de tiempo para la matriz de valoración.

Cambios	Abscisa	Causa	Tiempo (t)	Coste	Días	Porcentaje del cambio de Tiempo
Caseta interconexión	Pk 222+000	Ingeniería	7 dias	80,000,000	7	1.296%
Pilotes los pericos	Pk 223+850	Geotécnica	1mes	40,000,000	30	5.556%
Tablestacado los Mártires	Pk 226+100	Geotécnica	1 mes	14,000,000	30	5.556%
Obras de estabilización las quinchas	Pk 230+200	Paso angosto	1mes	42,000,000	30	5.556%
Paso aereo deslizamiento	Pk 231+700	Geotécnica	2 meses	300,000,000	60	11.111%
Marcos h el yoyo	Pk 239+500	Paso angosto	21días	12,000,000	21	3.889%
Pasó aéreo bocatomas	Pk 242+300	Ambiental	15 días	200,000,000	15	2.778%
Trampa de recibo	Pk 280+000	Adquisiciones	45 días	32,000,000	45	8.333%
Valor del rango: Promedio/2 = 5.51%/2 = 3% Aprox.					Promedio	5.51%

Después de integrado todo lo realizado anteriormente se obtuvo la matriz descrita a continuación.

Cuadro 7. Matriz de valoración de causas y efectos asociados a los cambios en la interacción diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia fase 1. Preliminar

MATRIZ DE VALORACIÓN DE CAUSAS Y EFECTOS ASOCIADOS A LOS CAMBIOS EN LA INTERACCIÓN DISEÑO-CONSTRUCCIÓN DEL LOOP 58, EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN GASODUCTO CUSIANA-VASCONIA FASE 1						
Inicial	Línea base de tiempo de construcción del proyecto	360	Días	Presupuesto cero para la Construcción del proyecto	\$ 79.259.845.310	COP
Cambios	Impacto de los cambios en la duración del proyecto	180	Días	Costo de los cambios en el proyecto	\$ 720.000.000	COP
IMPACTO A LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO						
Costo (Desviación del Presupuesto)		Menor 0,06%	0,06% ≤ X < 0,11%	0,11% ≤ X < 0,23%	0,23% ≤ X < 0,29%	Mayor del 0,29%
	Incremento de Costo Insignificante	\$ 47.555.907	\$ 47.555.908	\$ 87.185.830	\$ 182.297.645	Mayor a
			\$ 87.185.829	\$ 182.297.644	\$ 229.853.551	\$ 229.853.552
Tiempo (Desviación en el cronograma)	Incremento de Tiempo Insignificante	Menor 2,75%	2,75% ≤ X < 5,5%	5,5% ≤ X < 8,26%	8,26% ≤ X < 11,1%	Mayor del 11,1%
		14	15	30	45	Mayor a
			29	44	59	60
		IMPACTO				
		LIGERAMENTE DAÑINO (Insignificante) 1	Menor 2	Moderado 3	DAÑINO (Mayor) 4	EXTREMADAMENTE DAÑINO (Catastrófico) 5
PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
Raro-E 1	1	BAJO-TRIVIAL 1	BAJO-ACEPTABLE 2	MODERADO 3	ALTA-IMPORTANTE 4	ALTA-IMPORTANTE 5
BAJA (Improbable) D 2	2	BAJO-TRIVIAL 2	BAJO-ACEPTABLE 4	MODERADO 6	ALTA-IMPORTANTE 8	EXTREMA-INACEPTABLE 5
MEDIA (Moderado) C 3	3	BAJO-TRIVIAL 3	MODERADO 6	ALTA-IMPORTANTE 9	EXTREMA-INACEPTABLE 12	EXTREMA-INACEPTABLE 15
Probable B 4	4	MODERADO 4	ALTA-IMPORTANTE 8	ALTA-IMPORTANTE 12	EXTREMA-INACEPTABLE 16	EXTREMA-INACEPTABLE 20
ALTA (Casi certeza) A 5	5	ALTA-IMPORTANTE 5	ALTA-IMPORTANTE 10	EXTREMA-INACEPTABLE 15	EXTREMA-INACEPTABLE 20	EXTREMA-INACEPTABLE 25

Fuente. Autor del Proyecto

La matriz desarrollada permite cuantificar el impacto de los cambios en el proyecto, sin embargo para evitar que estos se presenten en proyectos de la misma naturaleza adicionalmente desarrolle una lista de controles, para lo que inicialmente tuve que clasificar las causas de cambios de acuerdo al impacto más negativo entre tiempo y costo.

Cuadro 8. Matriz de clasificación de impactos

Cambios	Causa	Tiempo (t)	Coste (\$)	IMPACTO		
				Tiempo	Costo	Critico
Caseta interconexión	Ingeniería	7 días	80,000,000	1	2	2
Pilotes los pericos	Geotécnica	1mes	40,000,000	3	1	3
Tablestacado los Mártires	Geotécnica	1 mes	14,000,000	3	1	3
Obras de estabilización las quinchas	Paso angosto	1mes	42,000,000	3	1	3
Paso aéreo deslizamiento	Geotécnica	2 meses	300,000,000	5	4	5
Marcos h el yoyo	Paso angosto	21días	12,000,000	2	1	2
Pasó aéreo bocatomas	Ambiental	15 días	200,000,000	2	3	3
Trampa de recibo	Adquisiciones	45 días	32,000,000	4	1	4

Fuente. Autor del Proyecto

De acuerdo al impacto más crítico se realizó una matriz de controles previos para evitar que se materialicen los posibles impactos, cruzando las causas asociadas a los cambios en la construcción del loop 58 contra la valoración del posible impacto

Cuadro 9. Matriz de controles previos.

Causas	Impacto	Controles
Geotecnia	6	Es indispensable recorrer todo el derecho de vía debido a la severidad de un posible impacto, dicho recorrido se debe hacer con un consultor o especialista en geotecnia que pueda identificar las superficies de falla y lugares de posible remoción en masa.
Adquisiciones	4	Se debe tener en cuenta este control sobre los materiales con largos tiempos de entrega como turbinas, bombas, válvulas, bridas, tubería y accesorios son los primeros a los que se les deben poner sus solicitudes de pedido y/o órdenes de compra con la suficiente anticipación y en el mismo orden aquí descrito.
Ambiental	3	Se recomienda realizar un recorrido de campo con un especialista del área ambiental para hacer el levantamiento de la línea base de flora, fauna y cuerpos de agua.
Ingeniería	2	Es necesario un aseguramiento de la ingeniería destinando un rubro al contratista de construcción para que el mismo realice la revisión de constructibilidad.
Paso Angosto	2	En los sitios con pasos angostos se deben diseñar estrategias constructivas que eviten la inestabilidad del derecho de vía, esto se puede evitar mediante la revisión de constructibilidad.

Fuente. Autor del Proyecto

Cabe destacar que con la aplicación de estas matrices y la realización de estos controles previos se disminuye la probabilidad de ocurrencia de los cambios.

4.3 DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS

Una buena práctica de gerencia de proyectos que pudo evitar el fracaso de dicho proyecto es la de haber documentado de lecciones aprendidas de la construcción del gasoducto existente, que de acuerdo a la matriz de procesos del PMBOK es un output del último proceso de Integración, Cierre Del Proyecto o Fase, actualización de los activos de procesos de la organización (organizational process assets updates) y corresponde a las reflexiones hechas al final del proyecto bien sea por la gerencia o por uno de los interesados en el desarrollo del mismo, analizando las fortalezas y debilidades en cualquiera de sus etapas inherentes; el PMBOK define lecciones aprendidas como lo que se aprende en el

proceso de realización del proyecto, y sugiere llevar una base de conocimientos de lecciones aprendidas que consiste en recopilar y documentar e implementar actividades de mejora del proceso, como parte del sistema de gestión de calidad, para tenerlas en cuenta en proyectos posteriores, se enmarca las lecciones aprendidas como la última etapa en el desarrollo de todo proyecto, pues sirve como punto de partida para el desarrollo de otro de similares características.

4.3.1 Lecciones Aprendidas

Siguiendo la metodología propuesta en el numeral tres se definieron las siguientes lecciones aprendidas en el proyecto diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia, las cuales se recomienda tener en cuenta para próximos proyectos junto con la matriz de valoración de riesgos y a su vez serán punto de partida para la estructuración de nuevas lecciones aprendidas puesto que son unas pocas lecciones generadas del conocimiento o entendimiento ganado por medio de la reflexión sobre una experiencia específica del loop 58 y de su conjunto de actividades.

Cuadro 10. Lección aprendida Contratación

LECCIONES APRENDIDAS	
Información del proyecto y de la sesión de lecciones aprendidas	
Proyecto:	Diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia
Fase del Proyecto:	Preliminar
Asistentes:	Equipo de Trabajo Cosacol
Número de riesgo:	Alto – Importante 8
Que salió bien y deberíamos replicar en el futuro?	
Se escogió adecuadamente la forma de contratación adecuada para el proyecto ya que El tipo de contrato usado fue cantidades por Precios fijos, donde el contratante tiene el menor riesgo y el contratista asume los riesgo de sobrecostos causados por demoras en la ejecución.	
Que salió mal y deberíamos mejorar en el futuro?	
No se incluyo dentro del presupuesto de contratación un ítem que incluya imprevistos por cambios de diseño y no se incluyo un porcentaje que incluya el análisis de de constructibilidad importante para este tipo de trabajo.	
Recomendaciones	
destinar una contingencia de constructibilidad en caso de que el contratista de construcción determine previa aprobación de la interventoría de construcción, que los diseños no puede ser construidos de igual manera a como se encuentra plasmado en el diseño	

Fuente. Autor del Proyecto

Cuadro 11. Lección aprendida Contratación

LECCIONES APRENDIDAS	
Información del proyecto y de la sesión de lecciones aprendidas	
Proyecto:	Diseño-construcción del loop 58, en el proyecto de expansión gasoducto Cusiana-Vasconia
Fase del Proyecto:	Ingeniería
Asistentes:	Equipo de Trabajo Cosacol
Número de riesgo:	Alto – Importante 8
Que salió bien y deberíamos replicar en el futuro?	
Se contrató personal competente para el desarrollo de las actividades lo que permitió que las actividades se cumplieran según lo programado	
Que salió mal y deberíamos mejorar en el futuro?	
Poco personal tanto del cliente como del contratista tenía conocimiento en contractibilidad ya que se conocían etapas de la construcción pero no un conocimiento específico y estructurado de la construcción en cuanto a la planificación, diseño, procedimientos y operaciones en campo para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto.	
Recomendaciones	
realicen talleres de constructibilidad con el personal de proyectos establecimiento de redes técnicas que compartan sus experiencias para mejorar la adaptación de estas herramientas de acuerdo a las características específicas de proyectos	

Fuente. Autor del Proyecto

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que durante la etapa de desarrollo de la ingeniería para un proyecto de construcción de líneas de transporte de hidrocarburos se realicen talleres de constructibilidad con el personal de proyectos y operaciones para retroalimentar a los pares de ingeniería y garantizar que la ingeniería este de acuerdo a lo que operaciones requiere.
- Se recomienda que antes aceptar la ingeniería al consultor se realice un recorrido de campo para corroborar que las condiciones geotécnicas, topográficas, ambiental, etc. correspondan a la información tenida en cuenta para el desarrollo del diseño.
- Se recomienda asignar un ítem para el contratista de construcción que se llame revisión de constructibilidad y le sea asignado un tiempo prudente para que el mismo contraste la ingeniería con las condiciones en sitio, es necesario que durante esta fase de revisión ya se encuentre operativa la interventoría de construcción para que valide que el contratista se encuentra realizando la revisión de la ingeniería y la constructibilidad.
- Se recomienda destinar una contingencia de constructibilidad en caso de que el contratista de construcción determine previa aprobación de la interventoría de construcción, que los diseños no puede ser contruidos de igual manera a como se encuentra plasmado en los planos entregados por el consultor de la ingeniería.
- Se propone aplicar las herramientas de administración de proyectos sugeridas en este documento en diferentes etapas de los proyectos, de tal forma que se trabaje en la estandarización de una la metodología para la elaboración lecciones aprendidas que facilite la planificación e implementación exitosa de este tipo de proyectos.

6. CONCLUSIONES

- Se observó que los cambios ocasionados en el presente análisis se pudieron haber evitado de haber realizado talleres de constructibilidad entre las partes del proyecto y el cliente final operaciones.
- Se evidenció que si TGI hubiese documentado las lecciones aprendidas de anteriores proyectos de construcción de líneas de conducción, se tendrían una serie de recomendaciones específicas que hubieran servido para analizar los puntos críticos para evitar impactos significativos en tiempo y costo como los presentados en la construcción del Loop 58.
- Las actividades desarrolladas, los cambios realizados y la ejecución de un proyecto, han permitido diseñar y construir una Matriz de Valoración sencilla, la cual se convierte en una herramienta a utilizar para cuando se programen proyectos, donde se estimen los tiempos y coste, esto ayuda así minimizar los impactos y las probabilidades de que la empresa evalúe cuanto presupuesto se va incrementar si no se cumple con lo programado en tiempos.
- Se logró priorizar actividades de los diferentes cambios y aprovechando los espacios internos de reflexión y proyectando en forma participativa las responsabilidades de cada proceso, acorde con los requerimientos del contratista y el contexto donde se realizan las actividades.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Banco interamericano de desarrollo, Octubre de 2008, Lecciones aprendidas y buenas prácticas, pg. 1-4.
- Buchtik, Liliana, Buchtik Global, segunda edición, La gestión de riesgos en proyectos, pg. 424.
- Consorcio Cosacol Confurca, CCC-PN-QHSE-025 revisión 01-09, Plan de calidad construcción loops fase 1, pg. 2-12.
- LERMA, Héctor Daniel. ECOE Ediciones, primera edición, Metodología de la Investigación, Propuesta, Anteproyecto y proyecto, pg. 40-45.
- MARIÑO NAVARRETE, Hernando. Alfa omega, primera edición, Calidad lecciones aprendidas, pg. vii-viii.
- MIRANDA MIRANDA, Juan José. Tercera edición, El Desafío de la Gerencia de Proyectos, pg. 427.
- ORTEGA, Arturo. Septiembre de 2009, An Alternative to Numerical Simulation of Thermal Transient Behavior Gas Flow in Pipeline Networks, pg. 84.
- Project Management Institute, cuarta edición, Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (guía del PMBOK), pg. 43, 365.
- SALGADO MELÉNDEZ y asociados, ingenieros consultores S.A., TGI-GR-IF-TA-003 versión: 0, Modificación de licencia ambiental sector la Belleza Vasconia, resolución 406/94. EXP. 069., pg. 1-5.
- SALGADO MELÉNDEZ y asociados, ingenieros consultores S.A., TGI-LO-ES-GE-009 versión: 1, especificación técnica planos y documentos finales, pg. 4-21
- TGI Grupo de energía de Bogotá, sin versión ni edición, DOSSIER, pg. 2-15.