

PROPUESTA PARA LA MITIGACION DE AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES  
SOBRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CRUDO EN LA ZONA DE  
MONTERREY ARAGUANAY (CASANARE)

LESLIE JOSE QUINTERO PICON

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA  
2014

PROPUESTA PARA LA MITIGACION DE AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES  
SOBRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CRUDO EN LA ZONA DE  
MONTERREY ARAGUANAY (CASANARE)

LESLIE JOSE QUINTERO PICON

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título:  
Especialista en gerencia de hidrocarburos

Director

ING. CARLOS EDUARDO ZAMBRANO BEDOYA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA  
2014

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mi Familia: Argemira Picón, Iván Quintero, Kamila Andrea Duque por su apoyo y confianza en mis metas académicas.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Todo el personal del área proyectos en la línea de Transporte de crudos en la zona Arguaney Monterrey, al vicepresidente en la conducción de crudos seccional Bogotá de la Empresa ECOPETROL S.A. Al grupo de Ingenieros que apoyaron mi trabajo de investigación en campo y oficina.

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2. JUSTIFICACION.....	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
4. MARCO DE TEORICO .....	18
4.1 GEOPOLITICA.....	18
4.2 GESTION AMBIENTAL.....	21
4.3 CONCEPTUALIZACION SOBRE RIESGOS.....	24
5. DISEÑO METODOLOGICO.....	26
5.1 DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL.....	26
5.2 ANALISIS RIESGOS Y AMENAZAS.....	27
5.3 VARIABLES PROCESO DE EXTRACCION Y TRANSPORTE DE CRUDO.....	28
5.4 POSIBLES ACCIONES DE MITIGACIÓN DE RIESGOS EN EL TRANSPORTE DE CRUDO.....	46
CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	73

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Sistemas de conducción existente.....	28
Tabla 2. Indicadores de transporte.....	29
Tabla 3. Niveles de producción Ecopetrol.....	29
Tabla 4. Riesgos del macro proceso de transporte.....	32
Tabla 5. Riesgos naturales sobre el sistema de transporte de crudo en la zona de Monterrey Araguaey (Casanare).....	35
Tabla 6. Sistemas de presión anuales en la línea de conducción Araguaey Monterrey..	42
Tabla 7. Nivel de impacto matriz.....	44
Tabla 8. Riesgos de impacto e incidencia.....	46
Tabla 9. Registro de matriz.....	47
Tabla 10. Registro de datos.....	48
Tabla 11. Clasificación de las variables según sus influencias.....	53
Tabla 12. Riesgos de variables más representativos en el modelo de transporte de crudo línea Araguaey Monterrey.....	54
Tabla 13. Escenarios y variables de alto impacto en las líneas de conducción de crudo..	55
Tabla 14. Riesgos representativos, escenarios de valoración y probabilidades.....	57
Tabla 15. Registro de impacto evaluando diversidad de escenarios.....	58
Tabla 16. Combinación bajo los escenarios.....	59
Tabla 17. Escenario ideal.....	62
Tabla 18. Escenarios fundamentales diagnóstico de valoración.....	64
Tabla 19. Plan de tratamiento para la tecnología obsoleta.....	67
Tabla 20. Acciones contempladas valorando los riesgos más representativos.....	67

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Gestión de riesgos en Ecopetrol.....	27
Cuadro 2. Metodología integrada por escenarios.....	31
Cuadro 3. Sistema funcional transporte de crudo Oleoductos.....	40
Cuadro 4. Dependencia de variables directas, indirectas y correlación.....	45
Cuadro 5. Esquema distribución conducciones crudo.....	49
Cuadro 6. Histograma de variaciones.....	51
Cuadro 7. Evaluando la posibilidad y correlación de impacto a corto, mediano y largo plazo.....	51

## RESUMEN

### TITULO

**PROPUESTA PARA LA MITIGACION DE AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES SOBRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CRUDO EN LA ZONA DE MONTERREY ARAGUANAY (CASANARE)**

### AUTOR

LESLIE JOSE QUINTERO PICON

### PALABRAS CLAVES

Derrame, Perdida del conocimiento, Servidumbre, Obsolescencia programada

### DESCRIPCION

En los sistemas exploratorios y de producción Petrolera en Colombia se debe contemplar diversos factores que inciden a nivel externo como interno para el transporte y conducción de crudo, lo cual genera riesgos debido a la manipulación humana en el proceso de extracción y transporte del mismo.

En nuestro caso de estudio, se ha creado un registro de las diversas amenazas tanto internas como externas, en el transporte de crudo en la zona de Araguaey (Monterrey – Casanare); debido a que en nuestro país por la topografía de los terrenos se debe prever implementando sistemas de amortiguación en los tramos sectorizados, adaptando sistemas de control de flujo, adicional de los atentados terroristas o en su defecto el hurto continuo de crudo en diversas secciones de las líneas de conducción.

Modelando con el programa Expert Choice una matriz de riesgos, clasificándolos y depurando los de mayor riesgo, con escenarios críticos además identificando los grados de impacto, con el fin de prevenir y mitigar los riesgos, por medio de departamentos de soporte y medidas complementarias.

Por tal motivo, este proyecto establece una propuesta por segmentación en las líneas de conducción para desarrollar un plan de control de flujos en la zona de estudio, complementando un servicio social vinculando una participación de la comunidad, instaurando barreras de protección necesarios para el medio ambiente.

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingeniería Físicoquímica. Director: ING. CARLOS EDUARDO ZAMBRANO BEDOYA

## **SUMMARY**

### **TITLE**

**Proposal for mitigation of natural hazards and risk to oil transportation system in the MONTERREY ARAGUANAY (CASANARE)**

### **KEYWORDS**

Stroke, Unconsciousness, Bondage, planned obsolescence

### **AUTHOR**

LESLIE JOSE QUINTERO PICON

### **DESCRIPTION**

In the exploration oil production systems in Colombia should consider various factors that influence externally and internally for the transport and driving oil which creates risks due to human manipulation in the process of conveying it.

In our case study has created a record of the various external and internal threats as in the transport of oil in the area of Araguaney (Monterrey – Casanare); because in our country by the topography of our land should provide cushioning systems implemented in tranches sectorized systems adapting flow control additional terrorist attacks and failing the continuous theft of oil in various sections of the lines driving attacks.

Modeling with a risk matrix Expert Choice program and debugging classifying the highest risk with critical situations besides identifying the degree of impact, with the purpose of prevent and mitigate risk, through support departments and complementary measures

Therefore, this project provides a proposal for segmentation in driving lines to develop a plan to control flows in study area, complementing a social service linking a community involvement by establishing barriers necessary to protect the environment.

\* Monograph

\* Faculty of Engineering Physicochemical Director: ING. CARLOS EDUARDO ZAMBRANO BEDOYA

## INTRODUCCION

En la actualidad, el país se encuentra en una fase de exploración y hallazgo de diversos puntos para comercializar, producir y transportar crudo en las diversas regiones a nivel nacional, con el fin de abastecer la necesidad de crudo en el país, sin olvidar que actualmente es una necesidad mundial, de la cual las grandes empresas petrolíferas, promueven el desarrollo de países como el nuestro.

Es así que la extracción de petróleo en el país está abocada a un continuo crecimiento en la demanda de combustible y sus derivados, por lo cual se hace necesario conocer las diversas topográficas de cada región con el fin de estimar las soluciones más viables y seguras posibles en el proceso de extracción del crudo, las cuales no generen efectos colaterales como lo son el daño a la entidad cultural y el medio ambiente el cual puede llegar a ser el más damnificado en este proceso de extracción.

Por lo tanto se hace necesario contemplar los diversos riesgos presentes en el transporte del crudo, el cual es un factor determinante en el momento de la comercialización del mismo, esto se realiza a través de la identificación de los agentes internos y externos que conllevan el transporte, por lo cual este trabajo desarrolla una sección en la cual se realiza el proceso de identificación y seguido se plantea una propuesta para el manejo de estos riesgos.

A partir de lo anteriormente dicho el proyecto dará cuenta de bases de datos de los agentes inmersos en el proceso de transporte, lo cual permitirá realizar una depuración acerca del componente social, económico demográfico y cultural, siendo estos los aspectos más relevantes.

A partir del proceso de identificación de los riesgos presentes en el proceso de transporte, se procede a estudiar las políticas al respecto sobre tipo de riesgos, las amenazas y generar un modelo de registro de impacto (alto, medio, bajo) para determinar los de mayor impacto en la región, para este caso Araguaey Monterrey y así generar estrategias adecuadas para que la clase de riesgos determinados tiendan a desaparecer lo que representaría un beneficio desde mucho de los aspectos más relevantes de estudio.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El continuo desarrollo del hombre, genera diversos impactos en su entorno social, a medida que desarrolla nuevas técnicas va afectando su medio ambiente. Así en nuestro país se puede encontrar geografía variada, desde zonas de nevados conformadas por grandes cumbres en témpanos y nieves perpetuas, hasta zonas cálidas como desiertos. En este ámbito político y económico se evidencian factores externos que afectan nuestros trabajos.

En esta forma al trazar líneas de conducción se encuentran agentes externos como movimientos de tierra (aludes), o en su defecto crecientes inesperadas de ríos que afectan súbitamente las infraestructuras del transporte de crudo para las diversas refinerías de nuestro país.

De otra manera en área política existen grupos al margen de la ley, los cuales dinamitan o explotan tramos de la línea de transporte de crudo, afectando la población. Donde este crudo puede invadir las cuencas hidráulicas, afectando el suministro de agua potable para las poblaciones veredales. El impacto ambiental es altísimo, esto puede llevar a que algunas especies se vean afectadas por las invasiones de producto en su hábitat.

Lo anteriormente mencionado genera pérdidas invaluable y en su momento las extinciones de especies únicas en el mundo. De la misma manera los choques, en flora afectan el medio ambiente y el entorno, su recuperación puede llegar al orden de 100 años para volverlos nuevamente aptos para su posible desarrollo.

En nuestra posición geográfica se encuentra ubicado el cinturón de fuego del pacífico, este compuesto por varias placas tectónicas las cuales pueden producir emisiones de energía térmica afectando las infraestructuras en el transporte de crudo, las oleadas, tsunamis, movimientos de tierra los cuales pueden llegar a generar rupturas o cambios internos en las líneas de

conducción de crudo, generando aumentos de presiones, rupturas y sus correspondientes estragos en el ámbito natural.

Adicional a esto las placas y factores geotécnicos (diversidad en los tipos de formaciones lacustres, complementarios) de las regiones muestran inestabilidades en algunas zonas las cuales transmitirán estas variaciones a los tramos de las líneas de conducción en su recorrido por las regiones hacia las refinерías.

## 2. JUSTIFICACION.

A través de la evolución del hombre, se han evidenciado espacios para explorar, identificar, extraer y comercializar crudo para brindar un producto a la sociedad en el área, estos generan transitoriamente choques o liberaciones de energía las cuales producen sismos de diversas magnitudes. Estos pueden afectar cambios en la naturaleza, generando hidrocarburos. Donde el transporte de crudo (pesado, liviano), es el tema para evaluar las diversas amenazas que afectan los ductos de conducción. Así esto se encuentra referenciado a la geopolítica de las diversas zonas.

El presente trabajo nace de la necesidad de conocer los factores que inciden de manera externa e interna en los procesos de instalación, conducción, transporte y los tipos de barreras a nivel topográfico, geográfico, demográfico y constructivo. Complementando con los tipos de crudo que se deseen transportar, sus características químicas (viscosidad) de transporte para los diferentes ductos (oleoductos, poliductos).

Evaluando los sistemas de transporte calentando el producto, pero generando sobre costos por las grandes distancias en conducción, disminuyendo la eficiencia en su recorrido, estos desarrollados en la línea de producción de asfaltos. Un segundo sistema es la aplicación de diluyentes como la nafta, querosén que permiten un manejo más adecuado, para poder conducir crudos pesados, el inconveniente en este aspecto es la dificultad para las desproporciones en la destilación y fraccionamientos residuales del producto al ingresar a una refinería en el país.

Una característica en los procesos en las líneas de conducción se muestra al aplicarle al crudo hidrogeno para poder transportar el crudo convencional, pero este proceso genera altos contenidos contaminantes como metales, azufres y micro carbones en su recepción en la refinería. En los países como Canadá y Venezuela, han incorporado productos para volver los crudos convencionales en

crudos sintéticos para su conducción, venta y almacenamiento en los diversos puntos de recepción de las refinerías en el estado donde se encuentren; el químico que le suministran en el proceso de envío, lo recuperan durante el proceso de procesamiento y reciclado en el campo de producción

En nuestro país bajo este precedente se pueden encontrar aquellos tipos de crudos pesados los cuales se explotan en gran parte del territorio nacional, afectando las infraestructuras de conducción, disminuyendo los tiempos de vida útil de las redes, combinadas con las diversas modalidades de contratos, evalúa unos indicadores de decrecimiento del producto frente a los costos de extracción y producción por unidad de barril en el mercado

Nacional. La propuesta esta esbozada en los diversos procesos de mitigación que se puedan generar en los procesos de conducción del flujo a través de las diversas topografías del territorio nacional, conociendo con antelación su grado °API para poder evaluar su densidad o gravedad específica para determinar el tipo de crudo (pesado, extra pesado), punto de chispa, sulfuros, componentes para poder tratarlos de manera óptima en los diversos procesos de refinación del producto.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 General:**

Identificar las Amenazas y riesgos naturales, su impacto sobre el sistema de transporte de crudo y establecer las estrategias de mitigación en la zona de Monterrey Araguaey (Casanare).

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar un diagnóstico con la problemática en la zona de estudio relacionado con el transporte de crudo pesado en Monterrey Araguaey en el departamento del Casanare.
- Identificar las amenazas externas y los riesgos naturales concernientes al transporte de crudo, donde se evalúan aspectos de la zona para establecer las diversas líneas de conducción de una forma eficiente.
- Identificar y priorizar los factores que inciden en los procesos de diseño y conducción, contemplando escenarios para optimizar líneas de conducción de crudo.
- Diseñar medidas de control para mitigar los impactos en las zonas geográficas donde crucen las líneas de conducción de crudo.
- Elaborar una propuesta para la mitigación de riesgos en las líneas de conducción; definiendo áreas de reacción y medidas al respecto.

## **4. MARCO TEORICO.**

Desde la época del siglo XVI, se han realizado diversos hallazgos de petróleo desde la conquista Española en nuestro territorio; en ese tiempo descubrieron un lugar llamado Tora (ubicada en la zona del Magdalena, en la actualidad Barrancabermeja) implantando su mandato el conquistador Gonzalo Jiménez de Quesada, en esta zona los indígenas utilizaban un producto que brotaba del suelo de color negro para ungüento corporal y como medicamento para algunas enfermedades de nuestros antiguos nativos.

### **4.1 Geopolítica**

Hacia el año de 1905 se dio la primera fase para la perforación y explotación de crudo en la zona del Campo Cira-Infantas bajo la compañía Tropical Oil Company; en los años de 1948 se creó la compañía ECOPETROL para controlar y regular estos procesos, en el año de 1951 bajo los diversos litigios jurídicos regreso el control de esta al país. Bajo la necesidad de conformar un marco legal para los diversos procesos se genera la ley 37 de 1931, de forma somera y superficial. Así ECOPETROL manejo las diversas exploraciones y explotaciones con capital nacional o extranjero generando los primeros resultados con los descubrimientos gasíferos de chuchupa y ballenas en la Guajira.<sup>1</sup>

La carencia en su momento de un marco administrativo genero muchos vacíos, estos fueron subsanados transitoriamente con diversas normatividades y leyes las cuales tratan de mitigar los efectos de malas administraciones y de cumplir generar políticas de desarrollo adecuadas.

A lo largo de los diversas presidencias de turno se han generado diversos marcos y modalidades de contratación para hacer más atractivos la inversión extranjera en nuestro país; como lo son: sistemas de concesiones, explotación directa, factor R, contratos de asociación, mostrando bondades y beneficios multimillonarios para los inversionistas extranjeros generando detrimentos en las diversas regiones de

---

<sup>1</sup> ACUNA G, Alirio y otros. FILOSOFIA DE SECCIONAMIENTO EN LINEAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS. Elaborado 16/05/2012.

nuestro país, anotando que los recursos minerales del suelo y subsuelo son propiedad de la nación y No del dueño del predio. Tal es el caso en su momento que las exportaciones de crudo ocurren una vez pagadas las regalías, las que se contabilizan como parte de los costos de producción de las operadoras petroleras.

En la actualidad el país se encuentra inmerso en una geopolítica global, en la cual la producción del país aporta un porcentaje insignificante al menos para nuestra demanda interna por lo menos en los siguientes 10 años siendo optimista y realizando el estado intervenciones ecuanímes en pro de los intereses internos del país. Tal es así que no exista un enfoque en producción para exportar nuestro oro negro enriqueciendo a terceros utilizando nuestros recursos naturales, en cambio promover la creación de plantas, siderúrgicas, refinerías en las cuales podamos sacar las mayores utilidades.

Así de una forma continua en la que desangramos nuestra canasta económica enriqueciendo los intereses de ciertas familias y las maquinarias políticas del momento del gobierno en curso, como son las rentas energéticas, las regalías y más triste aun el aumento de la pobreza para nuestras diversas regiones. Mencionando de alguna forma nuestra descapitalización generando lucros para las diversas empresas exploradoras, que invierten, explotan y afectan nuestro medio ambiente generando fuertes impactos que serán insostenibles a corto plazo.

Debido a la fuga de dineros de diversa índole y bajo las diversas concesiones económicas a las diversas empresas multinacionales, no se ha realizado una investigación y exploración a conciencia; zonas vírgenes con respecto a campos de exploración, registros estratigráficos, muestreos sísmicos y conceptos en su momento favorables para poder explorar y extraer crudo.<sup>2</sup>

A través de la diversa toma de decisiones en el país se han concentrado diversos intereses por parte de algunos conglomerados con el fin de obtener ganancias en

---

<sup>2</sup> MAYR Juan. GUIA AMBIENTAL PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR DUCTOS. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Santa fe de Bogotá, 1988.

ríos revueltos. Tal es así que los diversos precios que han oscilado muchas veces desfasan al usuario del común; participando del entorno global para poder intentar ser “competitivos” en ese mercado. La oportunidad de participar de forma minoritaria en los recursos de la empresa ECOPETROL al menos dará un compás de espera.<sup>3</sup>

En la actualidad no se cuenta con un marco legal claro y definido, tampoco existen grupos de investigación adecuados para suplir y dar abastecimiento a las demandas internas mínimas de los combustibles a nivel nacional, por lo cual siempre se estará sujeto a las diversas familias pertenecientes al gobierno del momento, donde un conocido dijo “COLOMBIA ES EL UNICO PAIS QUE ROBAN Y SIEMPRE LE QUEDA RECURSOS PARA SUBSISTIR” siendo para este caso la pregunta clave ¿Cuándo será el día que esto deje de ocurrir?, además se han visto casos como un ejemplo base La Universidad de los Andes que bajo su manto político y de familias aristocráticas asistí a una clase donde me presentaron al asesor de ECOPETROL en las economías y pactos de barriles para la exportación en su momento; él habló a manera de chiste de las decisiones de dejar el precio de barril fijo en 32 dólares durante un tiempo de 20 años, en este tiempo se presentó un incremento notable en los precios del mercado global llegando el barril a 72 dólares, cuánto se perdió? Las diversas autonomías universitarias son otro mecanismo que limita y restringe algunas decisiones importantes en nuestro país.

En este escenario se evidencia que nuestros diversos campos de exploración, posibles producciones se encuentran crudos pesados con un rango de 19-22.3 °API, o en su defecto crudos extra pesados con un rango de 0.0-9.9°API los cuales contienen altos porcentajes en azufre, sal, metales como níquel, vanadio entre otros.

---

<sup>3</sup> ECOPETROL – GARCIA GONZALEZA LTDA. 1997 Manual de Guía ambientales para la construcción y Almacenamiento de Hidrocarburos IV Volúmenes.

## 4.2 GESTION AMBIENTAL

Este diseño de proyectos prevé el desarrollo de un diagnóstico ambiental, contemplando las fases de pre factibilidad y el estudio de impacto ambiental para estas zonas. Todo esto contemplado dentro de la situación jurídico-ambiental y de las condiciones que se desarrollen en la zona, si el campo posee Licencia Ambiental Global otorgada con base en un EIA preparado con los términos HTER 300, se deberá para la ejecución del proyecto profundizar la información contenida con miras a establecer los criterios de la zonificación ambiental. Para todos estos procesos se debe desarrollar un diagnóstico ambiental de alternativas y procedimientos, están definidos en el PMA (Plan de Manejo Ambiental), el cual estará desarrollado con las normatividades de la zona al momento de iniciar el proyecto, contemplara los recursos económicos y de personal para las diversas tareas en cada etapa de los procesos de investigación, topografía, conducción, socialización en la temática a implementar para generar una socialización en la zona por donde se halla definido el trazado del crudo.

Todas las actividades y acciones de construcción deben estar adecuadas para la remoción de la vegetación de la zona. En este proceso se pueden fraccionar los ecosistemas, se pueden crear sedimentaciones de cauces, cambios en las características de las vertientes hidráulicas de la zona, incrementos de la erosión ubicados por zona que se estén interviniendo, la degradación de las condiciones del sustrato, el arrastre de materiales orgánicos en los cauces por escorrentías superficiales.

Las zonas de desmonte, deben estar delimitadas en un orden de 10 metros, la marcación debe realizarse con los planos de levantamiento, si se presenta la tala de algunos árboles de la zona deben marcarse previamente para gestionar los permisos respectivos para sus talas y correspondiente reubicación, en los procesos seguidos encontramos el descapote, en este se debe identificar con antelación los sitios para la disposición de excavación para poder desarrollar los diversos tipos de cimentación para las líneas de conducción. Como un riesgo de desarrollo encontramos la afectación de áreas aledañas al derecho de la vía, la

desestabilización del terreno, el aporte de sedimentos a las corrientes de agua, una afectación de cauces, el incremento del riesgo de accidentalidad en la operación de maquinaria para la zona.

Las construcciones y obras geotécnicas en la zona se determinan con la línea de investigación, el campo de las áreas aledañas, desarrollando trincheras transitorias para el movimiento de materiales, para todo esto existen medidas preventivas, de mitigación, correctivas, compensación y control, todo esto bajo los diversos parámetros establecidos en los campos de trazado. Para la disposición de los tramos de tubería serán camas de madera (polines), sacos de suelo, bases metálicas que proporcionen una buena sustentación y nivelación de la tubería e impidan su contacto con el suelo. No se permitirá extraer madera de áreas aledañas para ser utilizada la madera proveniente del aprovechamiento bajo la norma vigente de la autoridad ambiental. El transporte de esta será con maquinaria que no afecte las vías por donde se movilicen, se utilizaran equipos con dispositivos de control de ruido exigidos por la legislación ambiental Colombiana, además se impedirá el uso de objetos que produzcan emisiones de alta frecuencia, pitos que emitan actividad sonora.

Se les debe colocar la tubería con revestimiento anticorrosivo aplicado en fabrica, evaluando las uniones de sección y con campana; para el manejo de tubería superficial se tendrá en cuenta el paso de peatones, ganado de la zona, las estructuras en H para la instalación de las cimentaciones continuas, los tipos de soldaduras estarán evaluados bajo el pliego de licitaciones o en su defecto por extrusión o por cordón. Para los cruces parciales de tuberías en vías, se deberá evaluar el tipo de vía a intervenir, siguiendo las normas API-RP-1102 Recommended Practice for Liquid Petroleum Pipelines Crossing Railroads and Higways., las resoluciones complementarias 001937 de marzo de 1994, expedidas por el Instituto Nacional de vías.<sup>4</sup>

---

1. <sup>4</sup> KING . J. James 1995 The Environmental Dictionary . Third edition. N.Y.,EEUU.

Se evalúan normas para niveles ferroviarios como lo son FERROVIAS-NIT-001 de abril de 1992, emitidas por vías férreas de Colombia. Durante la ejecución de los trabajos se señala adecuadamente en el sector de cruce de la vía, con el fin de evitar accidentes, se obtendrán registros fílmicos sobre los estados de la vía, para una garantía de los predios que puedan afectarse en el desarrollo de los cruces de las líneas de conducción. Para cruces de secciones angostas se deberán construir taludes transitorios, cerca de la banca para generar todas las precauciones del caso, se dispondrá de elementos que protejan el pavimento ante el paso de equipos de construcción que se desplacen sobre orugas y ante los efectos de aquellos equipos que transmitan cargas concentradas al piso. Para el paso en corrientes de agua se deberá evaluar si son subfluviales o aéreos, donde se consultara las normas ASME/ANSI B31.4 en las que se describen los procedimientos relacionados con la construcción de cruces de agua. Para cruces fluviales se asegurara que la tubería quede instalada por debajo del nivel de socavación natural de la corriente en todo el ancho del cauce. En los pases aéreos se asegurara la estructura que hace parte del cruce queden por fuera de la fluencia de la corriente y que la tubería se instale a una altura por encima del nivel de aguas máximas estimad para el periodo de retorno considerado (mínimo 50 años para cruces secundarios y 100 años para corrientes principales, y no obstruyan posibles operaciones de navegación.)

La construcción de las líneas de transporte de hidrocarburos se realiza teniendo en cuenta las variables ambientales, social, técnica y económica; esta construcción se conforma con tres grupos de trabajo, desarrollando las tareas de adecuación, conformación y apertura del derecho de la vía, el segundo se encarga de las labores de instalación de la tubería y el tercero, de la recuperación de las áreas afectadas mediante la construcción de obras de protección geotécnica y ambiental. A nivel operativo se realiza un mantenimiento y conservación en los derechos de la vía, esta actividad se lleva a cabo a partir de un monitoreo periódico del estado del terreno físico, el cual mostrara la necesidad de construir o reparar las obras de protección geotecnia y ambiental, con el fin de evitar la

presencia o propagación de fenómenos de inestabilidad del terreno y garantizar la recuperación de las áreas afectadas durante la construcción. En las líneas se puede producir el movimiento de hidrocarburos pesados o residuos que obstruyan el flujo. Por lo cual es necesario limpiar internamente periódicamente la tubería, utilizando marranos y raspadores diseñados para tal fin. Los raspadores se despachan desde una estación hacia otra y el residuo generado es manejado en la estación de recibo, estos equipos cuentan con cuchillas, cepillos o cualquier mecanismo que permita la limpieza, dependiendo de las características de la línea y del fluido transportado, en algunos casos estos equipos cuentan con sistemas computarizados.

En algunas ocasiones las válvulas instaladas a lo largo de la línea pueden ser operadas a control remoto, a través de sistemas de telemetría accionados desde una estación de control. Esta facilidad permite asilar tramos, desarrollar reposiciones de líneas o detener flujo en caso de una emergencia.

En la etapa de desmantelamiento de las tuberías, se debe prever que este se encuentre despresurizado, mitigando los riesgos de explosiones, manejo de tuberías, disposición de ellas para ONA poder transportarlas de forma segura. En casos donde la topografía sea muy agreste se construirán sistemas provisionales de contención para optimizar las instalaciones de la tubería al respecto.

#### **4.3 CONCEPTUALIZACION SOBRE RIESGOS**

El presente trabajo muestra o evidencia aquellos riesgos que generan impactos negativos dentro del proceso de transporte de crudo. Desde la definición propuesta por Cardona (2001), quien define el riesgo como “una idea compuesta por la eventualidad, el contexto y las consecuencias, que se evidencia en la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias (materiales) económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto periodo de tiempo, convirtiéndose en la convolución (concomitancia y mutuo condicionamiento) de la amenaza y la vulnerabilidad”, se observa como el trabajo a realizar en el presente proyecto dará cuenta de los riesgos inmersos en el proceso de transporte de crudo

y como estos riesgos se puede reducir a través de un trabajo responsable y asertivo por parte de quienes lo ejecutan

Respecto a la administración del riesgo, es importante recalcar que dentro de las organizaciones es necesario comprender tener en cuenta los siguientes pasos: Identificación, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo, permitiendo la mitigación de las posibles pérdidas, a través de un estudio de costos adecuado, estableciendo que los costos de tratamiento no superen los costos de las consecuencias que pudiesen llegar a producir la concreción de un evento riesgoso.

En lo referente a la clasificación del riesgo, de acuerdo con Bravo & Sanchez (2006), los riesgos dentro de la industria del petróleo pueden ser clasificados así: Riesgos de asignación de recursos, riesgos operacionales y riesgos del entorno. Los riesgos de asignación de recursos se refieren a aquellos que están asociados con la ejecución de proyectos y toma de decisiones. Los riesgos de negocio u operacionales se refieren a aquellas dificultades que se presentan a diario en la operación normal de las actividades y que impiden alcanzar los objetivos y metas trazados por la organización. Por último, los riesgos del entorno son aquellos que no se encuentran en total control por parte de la Empresa y está asociado a la interacción con los grupos de interés, pueden subdividirse en riesgos legislativos, sociales, ambientales, regulatorios.

Los riesgos asociados con la industria del transporte de hidrocarburos, se pueden clasificar o categorizar de acuerdo con los siguientes criterios (Unidad de gestión de riesgos, Ecopetrol S.A., Octubre de 2007) : Por fuente: Económico y de mercado (Externo), Catástrofes naturales (Externo), Políticos y legales (Externo), Sociales (Externo), Comerciales (Externo), Tecnológicos o tecnología (Internos), Proceso (Internos), Infraestructura (Internos), Personal (Internos). Por etapas del proyecto: Alcance; Ingeniería; Compras; Construcción; Alistamiento; arranque y puesta en marcha; contractuales; Logística; Comunicación y sistemas de información; Integración; Políticos; Seguridad. Por Origen: Externos; Internos – Externos; Internos.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

En la presente sección del documento, se realiza en primera instancia un análisis diagnóstico de la situación referente a la explotación y transporte de crudo en el país, en la cual se enuncian diferentes variables pertenecientes a este fenómeno, con los cual se procederá a establecer los riesgos y amenazas presentes en esta labor, además de la determinación de los factores que generan los riesgos, para así culminar con diferentes posibles acciones de mitigación a los riesgos presentes en el transporte de crudo.

### 5.1 DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL

Desarrollando una investigación adecuada, se encontró que la Empresa ECOPETROL S.A. ha venido realizando una serie de registros tanto externos como internos en la labor administrativa y en los sistemas de despacho referente al transporte de crudo en esta zona del país, contemplando los factores externos o internos que pueden incidir como riesgos bajos, medios o altos en los sistemas de transporte para la región.

Según lo anteriormente dicho se desarrollará un trabajo de investigación en la región, un análisis de las diversas causas externas e internas en el transporte de crudo, evaluación y consolidación de esta información, plantear una matriz para su valoración y tratamiento al respecto, referenciando un modelo de presentación de riesgos en la metodología PMI.

El aporte de este trabajo es disminuir el factor de la Incertidumbre en los procesos que pueden llegar a afectar los sistemas de transporte de crudo en esta zona, conformando un análisis en conjunto de los riesgos dependientes e independientes para poder plasmar una matriz de impacto. Evaluando que en el País existe una apertura de tratados de libre comercio y competitividad en todos los reglones económicos, conformamos un modelo con información recolectada por la empresa Ecopetrol S.A. donde planearemos su misión y visión para el año 2015: *“Ecopetrol será una empresa global de energía y petroquímica, con énfasis en petróleo, gas y combustibles alternativos; reconocida por ser competitiva, con*

*talento humano de clase mundial y socialmente responsable*". (Tomado del Marco Estratégico publicado en la página Web de Ecopetrol S.A. <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=31&conID=484>).

## 5.2 ANALISIS DE RIESGOS Y AMENAZAS

En el siguiente cuadro se realiza una discriminación de los riesgos, presentes en el proceso de extracción y transporte de crudo, el cuadro establece cuatro factores (Estratégicos, Entorno, financieros y operacionales) en los que la ausencia de ciertos elementos particulares producen amenazas o riesgos, con lo cual se plantean estrategias o acciones de mitigación de los mismos.

Cuadro No.1 Gestión de Riesgos en Ecopetrol



Fuente: Tomado de las estrategias de la Empresa ECOPETROL S.A (S.A., 2013)

### 5.3 VARIABLES DEL PROCESO DE EXTRACCION Y TRANSPORTE DE CRUDO

En Colombia hay gran un gran número de pozos y oleoductos los cuales se destinan para suplir la demanda del país, por lo cual a continuación se presentara la información referente a este hecho con el fin de dar cuenta del proceso de extracción en el territorio nacional.

#### Principales Oleoductos a nivel Nacional.

A nivel nacional se cuenta con una red conformada por 8.500 km entre oleoductos y poliductos, los cuales convergen en las terminales de Coveñas, Santa Marta en la región Atlántica, por Buenaventura y Tumaco en la zona Pacifica.

Tabla No. 1 Sistemas de conducción existente.

<b>OLEODUCTO</b>
Caño Limón-Coveñas: Longitud 770 kms, transporte de crudos
Alto Magdalena: Transporte de crudos Valle superior del Magdalena, Ecopetrol participa 49 %
Oleoducto Colombia: Longitud 481 kms, Conecta Estación Vasconia con puerto Coveñas, Ecopetrol participa 42.5%
Oleoducto Central S.A. (Ocensa): Longitud 790 kms, transporte de crudos Piedemonte llanero (Cusiana –Cupiagua) hasta terminal marítimo de Coveñas
Oleoducto Trasandino: Longitud 360 kms, transporte de petróleo desde Ecuador hasta el puerto de Tumaco

Fuente:Tomado líneas de conduccion ECOPETROL S.A.(S.A, 2013)

Las cinco gerencias regionales estan distribuidas por negocio de la siguiente manera:

- Caño Limon-Coveñas: Transporte de crudo, Áreas Arauca, Norte, Coveñas.
- Andina: Transporte de combustibles, Área: Llanos y Sabana.

- Caribe: Transporte de combustibles, Área : Pozos Colorados, Sucre.
- Magdalena: Transporte de crudo y combustibles, Área: Galán, Vasconia.
- Occidente: Transporte de combustibles, Área: Antioquia, Valle, Caldas.

Tabla No.2 Indicadores de Transporte.

<b>Indicador</b>	<b>Medida del Indicador</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Volumen de crudo Transportado	Miles de barriles por día calendario	471.1	516.6	542.3	576.2	770.9	1204
Volúmenes refinados transportados	Miles de barriles por día calendario	180.7	193.8	209.5	223.3	264.9	289
Hurto de Hidrocarburos	Barriles por día calendario	942	561	389	196	132	81

Fuente: Tomado líneas de conducción ECOPEPETROL S.A. (S.A, 2013)

Tabla No.3 Niveles de producción Ecopetrol S.A.

<b>Petróleo y gas</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Petróleo operación directa Ecopetrol (Kbpd)	157	151	172	198	248	293
Propiedad de Ecopetrol (incluye regalías)	316	327	362	426	482	670
Petróleo Ecopetrol y socios (Kbpd)	528	525	564			
Producción diaria de petróleo total en el país (Kbpd)	529	531	588	671	786	914
Producción Gas Natural (Mpcd)	699	729	874			
Gas Natural propiedad Ecopetrol (Mpcd)	383	411	486			

Fuente: (S.A., <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=451&conID=76466>, 2013)

La planeación que se desarrolla está enfocada a la mitigación de amenazas relacionadas con el sector petrolero y los riesgos naturales que conlleva esta, con la planificación estratégica por escenarios como se ha estudiado por (GODET,

2007), como la situación desarrollada en los años 80 y 90 en el sector petrolero y energetico (Shell, EDF, Elf). Analizando dos tipos de escenarios: los de tipo exploratorio: con la esencia de hechos y tendencias pasadas y actividades presentes, para concluir futuros verosimiles. La de anticipación o normativa: con mapas construidos por alternativas o variables concebidas para el futuro, estimando su aceptación o descarte.

**Los procesos de elaboración expuestos se pueden sintetizar en las siguientes etapas:**

**Definición de Sistemas o Procesos:** identificar el sistema de riesgos a desarrollar, estableciendo una línea de tiempo para medir el nivel de riesgo (Amenazas y Riesgos Naturales en los sistemas de Transporte).

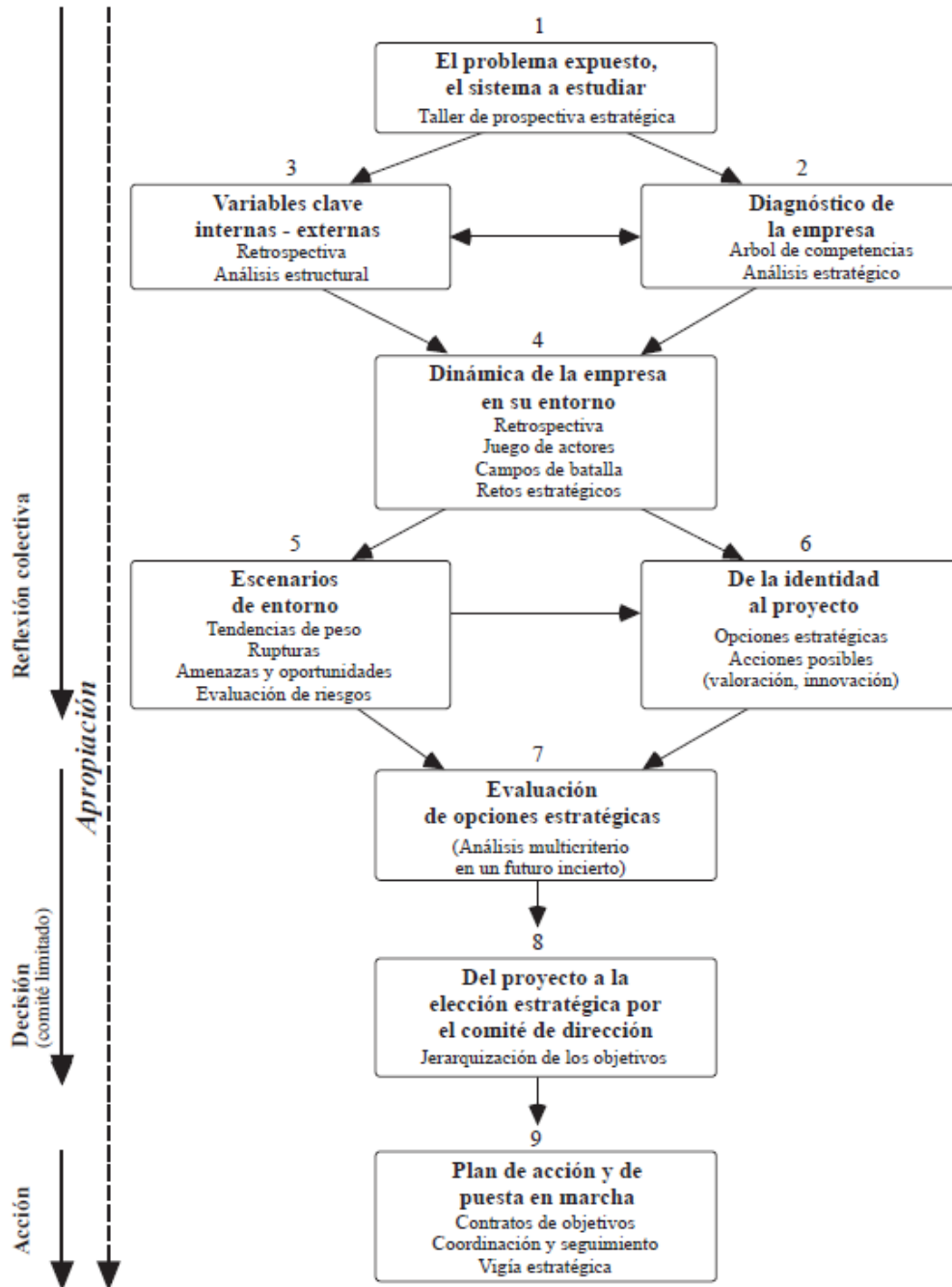
**Identificación de las variables:** valoración de los factores de riesgo, conformando una matriz de impactos; paso posterior una matriz de clasificación (MICMAC) de acuerdo al proceso de investigación. (GODET, 2007)

**Universo de Posibilidades:** poder contemplar los escenarios más críticos en el futuro generando un marco de probabilidades para su decisión, con la variable de la incertidumbre disminuyendo esta.

**Escenarios:** valoración de los escenarios más críticos, desde la óptica de nuestro sistema de transporte de crudos por las zonas de la región del Casanare.

Cuadro No. 2 Metodología integrada por escenarios

*Planificación estratégica por escenarios: metodología integrada*



Fuente: Prospectiva estratégica: Problemas y métodos. Laboratoire d'investigation Prospective en Strategique. (GODET, 2007)

Riesgos naturales y amenazas en los sistemas de transporte de crudo.

Se revisó los informes generados por Ecopetrol S.A. referente a la zona de Araguaney Monterrey, extrayendo la siguiente tabla, adicional a esto se realizó una investigación de campo donde se complementan los riesgos en los aspectos operativos, administrativos, económicos, oscilaciones del mercado, naturales, políticos, legales, impacto social, comerciales, tecnológicos y referentes a las infraestructuras de conformación en las líneas de conducción del transporte de crudo.

Tabla No. 4 Riesgos del macro proceso de transporte 2008. Documento ECP-GF12-G-002

Nomenclatura	Riesgos	Descripción	Objetivos Estratégicos Afectados	Per	Eco	Amb	Img	Cli	Valoración Final	Nivel
NTR001	Hurto de crudo y Combustibles	Hurto de Crudo y combustibles debido a lo atractivo y oportuno del negocio ilícito por parte de la delincuencia común o carteles dedicados a esta actividad, aspectos culturales y de entorno social existentes en algunas regiones del país, la vulnerabilidad del sostenimiento de la estrategia, lo cual puede llevar a pérdidas económicas, daños a infraestructura y posible generación de accidentes (a personas y medio ambiente) e incumplimiento a clientes	F1,C1,C2, C3,I1,I2,I5	5C	5E	5D	4D	2D	5E	MUY ALTO
NTR002	Atentados a la infraestructura de Transporte	Atentados a la infraestructura de transporte debido a la intencionalidad de grupos al margen de la ley de realizar daños a la infraestructura, dificultad táctica y presupuestal para vigilar la extensión de la red de ductos y para capturar y castigar a los responsables, conflicto armado en Colombia, y vulnerabilidad del sostenimiento de la estrategia, podría llevar a daños a personas, ambiente e infraestructura, pérdidas económicas por sobrecostos y lucro cesante, pérdida de	F1,C1,C2, C3,I2,I5	5C	5C	5C	5C	2C	5C	ALTO

		imagen e impedimento del transporte de crudos y refinados causando incumplimiento a clientes y desabastecimiento en los centros de distribución.								
NTR003	Perdida de Integridad de tanques y ductos	Perdida de Integridad de tanques y ductos de la VIT debido al deterioro que pueden sufrir los ductos y tanques de la VIT por la materialización de amenazas como la corrosión, inestabilidad geotécnica, invasión con construcciones en áreas de propiedad o bajo derecho de servidumbre de ECOPETROL, daños por terceros y errores operacionales, lo cual puede generar roturas o fugas los ductos y tanques, causando pérdidas de personas, incidentes ambientales, pérdidas económicas, de imagen e incumplimiento de clientes.	F1,C1,C2,I 2, I5	5C	4C	5C	4C	2C	5C	ALTO
NTR004	Accidentalidad	Se podría presentar accidentes operacionales debido a insuficiente entrenamiento al personal, debilidades en cultura HSE; incumplimiento de políticas y/o procedimientos (permisos de trabajo, SAS, manejo del cambio, Hoja MSDS, etc.); falta de preparación y respuesta para casos de emergencia, fallas operaciones en los sistemas de emergencias en la infraestructura, desastres naturales, transporte en vehículos en actividades propias de la Vit, generando afectación al personal, daños a infraestructura, ambiente, pérdidas económicas y de imagen	F1,C1,C2, C3,I2,I3,I5	5C	3C	3C	4C	O A	5C	ALTO
NTR005	Entorno Industrial inseguro	Entorno industrial inseguro, debido a operaciones simultaneas en condiciones inseguras (tanto propias como de terceros), al no cumplimiento de las regulaciones (tanto por parte de ECP como por operadores vecinos), incumplimiento de estándares y normas aplicables a la integridad de la infraestructura y la operación (por parte de ECP y terceros en predios colindantes),	F1,C1,C2,I 2,I5	5C	4C	5C	4C	3C	5C	ALTO

		lo cual puede afectar la operación generando pérdidas humanas, económicas, ambientales y de infraestructura.								
NTR006	Pérdida de Conocimiento	Pérdida de conocimiento debido a la desvinculación y jubilación del personal, inefectivo registro, documentación, actualización, consulta, y procesamiento del conocimiento y falta de una estrategia efectiva del conocimiento, falta de compromiso, lo cual podría generar pérdidas económicas y de oportunidades de participación en nuevos negocios aumento de costos operativos, accidentes y daños a infraestructura.	A1,A2,F1,C1,I2,I3,I4	5B	3C	2B	1C	2C	5B /3 C	MEDI O
NTR007	Interrupción (perdida de continuidad) de la operación	Interrupción (perdida de continuidad) de la operación debido a no asegurar eficientemente el esquema de operación centralizada, la baja confiabilidad de equipos, no contar con la tecnología apropiada, falta de integración de tecnología y equipos, no contar con un plan de continuidad del negocio, lo cual podría generar desabastecimiento, incumplimiento de contratos	F1,C2,C1,C3,I2,I5	0A	4B	0A	4B	3B	4B	MEDI O
NTR008	Falta de confiabilidad y disponibilidad de los sistemas	Falta de confiabilidad y disponibilidad de los sistemas debido a obsolescencia y/o desactualización tecnológica, mantenimiento inoportuno, no contar con equipos adecuados para el esquema de operación y/o con las personas idóneas para operarlos, falta de estandarización e integración de equipos y componentes, lo cual podría generar lesiones a personas, incidentes ambientales, pérdidas económicas, de imagen e incumplimiento a clientes.	F1,C1,C2,I2,I5,A2,A1	3C	3C	3C	2C	1B	3C	MEDI O
NTR009	Perdida de participación u oportunidades en el mercado de transporte de combustibles nacional o	Perdida de participación u oportunidades en el mercado de transporte de combustibles nacional o regional, debido a la pérdida de competitividad por altos costos de transporte, bajo desempeño en excelencia, falta	F1,C2,C2,C3,I2,A2,I3,I4,I5	0A	4B	0A	4B	4B	4B	MEDI O

	regional	de actitud y enfoque comercial , cambios en la reglamentación para operación y transporte de crudos, endurecimiento de las regulaciones ambientales y de ordenamiento territorial, cambios en la producción y/o demanda, no aseguramiento de oportunidades de crecimiento y desarrollo, no contar oportunamente con la infraestructura requerida para soportar los nuevos desarrollos y negocios de la VIT lo cual puede llevar a la subutilización de la capacidad instalada y a que la VIT no obtenga la rentabilidad, sostenibilidad, viabilidad y posicionamiento esperado								
NTR010	Entregas Imperfectas	Entregas imperfectas (Inadecuada cantidad, calidad, y oportunidad en la entrega de productos), debido a sistema de medición fuera de los rangos de incertidumbre aceptados, falta de control operacional, por inadecuadas programaciones, eventos de terceros, por confiabilidad e integridad de los sistemas, lo que puede generar reclamación y reproceso.	F1,C1,C2, C3,I2,I1,I5 ,I3	0A	2D	0A	2D	2E	2E	MEDI O

Fuente: (Unidad de gestión de Riesgos, Ecopetrol S.A., 2008).

El registro presentado en la tabla 4, evalúa los diversos factores para gestionar la mitigación el transporte de crudos; asociados con su funcionamiento en el oleoducto, su recorrido y el entorno.

Tabla No. 5 Riesgos naturales sobre el sistema de transporte de crudo en la zona de Monterrey Araguaey (Casanare).

Referencia	No.	Riesgo	Ambiente
NTR006	01	Pérdida de Conocimiento	Operaciones
NTR007	02	Interferencia en la Ejecución de Operaciones Simultaneas	Operaciones-Logístico
NTR007	03	Deficiencias en los sistemas de medición	Operativo- Logístico
NTR007	04	Medidores Des calibrados metrológicamente	Operativo- Logístico

NTR006	05	Falencia en las Implementaciones para la gestión de cambio	Administrativa
NTR003	06	Variación de volúmenes por Corrosión del ducto Interno	Mantenimiento
NTR003	07	Variaciones o perdidas de transporte de crudo por grietas del ducto	Mantenimiento
NTR003	08	Corrosiones Externas del ducto generando fugas de flujo	Mantenimiento
NTR009	09	Perdida de Movilidad Terrestre.	Mantenimiento
NTR001	10	Derrame de crudo no controlado	Operativo
NTR009	11	Disponibilidad oportuna en los sistemas de Transporte	Operativo
NTR009	12	Sistemas alternativos de Transporte. Vehicular (Carro tanques), Fluvial (barcos)	Operativo
NTR008	13	Tecnologías obsoletas y anquilosadas, para controles de transporte del crudo	Operativo
NTR001	14	Personal Empresarial Inmerso en el robo de combustibles y derivados	Administrativo-Operativo
NTR009	15	Los ciclos de maduración de proyectos de inversión presentan fallas en sus cierres	Administrativo
NTR009	16	Carencia de rutas claras y mecanismos de Evacuación	Operativo-Mantenimiento
NTR009	17	Carencia de plataformas aéreas para movilizar crudo. En su defecto muelles de gran calado	Operativo
NTR009	18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Administrativo
NTR009	19	Variabilidad en los volúmenes de crudo que se transportan	Operativo
NTR001	20	Alteración del Orden Público	Logístico
NTR004	21	Clima Laboral Organizacional	Administrativo
NTR003	22	Falta de Mantenimientos a los ductos periódicamente	Operativo
NTR004	23	Participación Negativa del SINDICATO sobre los trabajadores	Operativo

NTR004	24	Participación Nociva del SINDICATO en la región	Operativo
NTR001	25	Robos en los carro tanques por grupos externos al margen de la ley	Operativo
NTR003	26	Derrame o vertimientos de crudo en la capa vegetal	Mantenimiento - Operativo
NTR009	27	Falencias en los sistemas de Comunicación en las áreas VIT , administrativa	Administrativa- Operativa
NTR007	28	Errores en las Mediciones de crudo, sistemas variables de cuantificación	Operativo- Logístico
NTR005	29	Disposición de Desechos y residuos Peligrosos	Operativa
NTR010	30	Falta de Coordinación entre las necesidades operativas y el apoyo MACRO de procesos de soporte	Operativo - Logístico
NTR003	31	Daños causados a terceros, a causa de las operaciones de mantenimiento del ducto en zonas de servidumbre, públicas, privadas	Mantenimiento- Operativo.
NTR003	32	Perdida de secciones del ducto por Inestabilidad Geotécnica	Mantenimiento – Operativo
NTR003	33	Afectaciones por desprendimiento de líneas de conducción en las vías, o en predios colindantes	Mantenimiento - Operativo
NTR003	34	Cambios de presión en las líneas de conducción afectan la durabilidad del sistema	Operativo
NTR003	35	Perdida en las longitudes de los tramos del Oleoducto por intervención de terceros	Operativo
NTR008	36	Cambios en la Normatividad y conducción del crudo (ANH), muestran una vulnerabilidad en el sistema de control y despachos de crudo	Operativo- Logístico
NTR009	37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final	Administrativo
NTR002	38	Presencia de crecientes o avalanchas en tramos puede desprender tramos de las líneas de conducción de crudo	Logístico- Operativo
NTR002	39	No existe una vigilancia continua en las líneas de conducción del crudo	Operativo

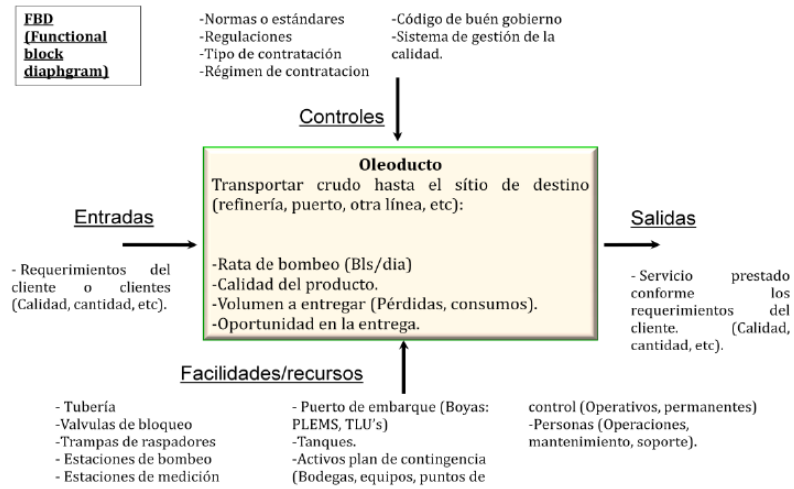
NTR001	40	Derivaciones ilícitas en zonas de las líneas de transporte crudo	Operativo- Mantenimiento
NTR004	41	Discrepancias entre la comunidad y la empresa	Administrativo
NTR004	42	Impacto Ambiental por tala de zonas verdes y afectación de cuencas hídricas	Operativo- Logístico
NTR003	43	Fabricación defectuosa, en algunas secciones de la tubería , puede presentar fisuras, rupturas en su postura	Operativo
NTR002	44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	Operativo- Mantenimiento- Seguridad Nacional.
NTR002	45	Movimientos tectónicos de placas	Operativo- Logístico
NTR002	46	Movimientos de aludes en vías y tramos líneas de conducción	Operativo- Logístico
NTR008	47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Operativo
NTR003	48	Inestabilidad Geotécnica en la zona del derecho de la vía	Operativo- Logístico
NTR003	49	Intervención de terceros afecta la integridad del ducto de transporte	Operativo - Mantenimiento
NTR010	50	Transporte de mezclas de crudo puede alterar temperaturas en las líneas del Oleoducto	Operativo- - Producción
NTR010	51	Transbordos y cargues en sistema terrestre afectan volúmenes de transporte	Operativo
NTR010	52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	Producción
NTR001	53	Vacunas o Impuestos de movilización a los vehículos de transporte de crudo	Producción- Ministerio Nacional- Seguridad vial
NTR008	54	Control y mantenimiento de accesorios en los sistemas de conducción. (Válvulas, cheques, reguladores, medidores, vav pas).	Operación.
NTR010	55	Variaciones en las ratas de bombeo (Bls/día) para los despachos	Operación- Producción

NTR009	56	Cambios en la reglamentación y códigos en los sistemas de gestión de calidad	Operativa- Gobierno Nal. Agencia ANH
NTR009	57	Establecer cambios en el código de buen gobierno , puede afectar los intereses petroleros y las regalías por regiones	Agencia ANH. Tipos de contratos.
NTR005	58	Los impactos por socialización en regiones indígenas, resguardos, en zonas de instalación de tubería	Operativo- Ministerio Medio Ambiente
NTR006	59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y Económico para la región	Operativo – Medio Ambiente.
NTR009	60	Solicitud Licencias y permisos de hábitat y entornos ambientales al Ministerio de Medio Ambiente, preservación de las zonas Ecológicas	Medio Ambiente
NTR002	61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación gasoductos, crudo pesado	Producción
NTR004	62	Cambios climatológicos afectan durabilidad tuberías transporte de crudos	Mantenimiento

Fuente: (Riesgos, Mayo de 2008. EC P-GF12-G-001) Implementado para el caso de estudio.

Esta tabla No. 5 se ha generado contemplando los riesgos que se pueden generar directa o indirectamente en los sistemas de conducción del crudo, para nuestra zona de estudio en la línea de Araguaney Monterrey.

### Cuadro No. 3 Sistema Funcional transporte de crudo Oleoductos



Fuente: (Riesgos, Mayo de 2008. EC P-GF12-G-001)

En el cuadro 3, se contemplan los diversos elementos que hacen parte de la línea de conducción en Arguaney, evidenciando los diversos elementos cruciales en los sistemas de transporte de crudo.

Se desea mostrar una matriz de impacto bajo una visión de PMBOK y esbozada en indicadores de valor, con el fin de evaluar su impacto, tiempo de solución, factores que pueden incidir en este proceso, complementando con un análisis estructural.

#### DE LA ANTICIPACION A LA ACCION DE GODET.

(GODET, De la Anticipacion a la Acción. Manual de PROSPECTIVA ESTRATÉGICA, 1995)

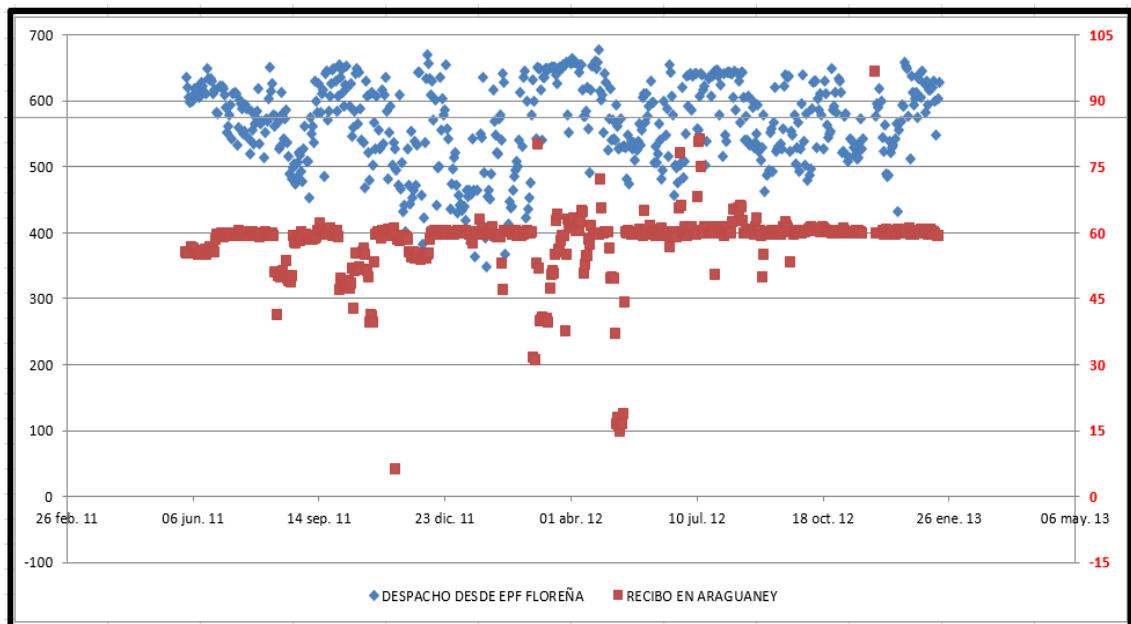
- Tipo de estudio: De Aplicación
- Método de Investigación: Análisis
- Tratamiento de la información: Clasificación y análisis
- Técnicas de recolección de información: Proyectos en la zona de Monterrey Arguaney (Casanare, afines, libros, artículos de investigación, entrevistas realizadas a expertos e memorias de la especialización y libros).

Respecto al transporte de crudo, en el trabajo se encuentra el registro suministrado desde junio del año 2011 hasta enero del 2013 el crudo transportado por las líneas de conducción, en el cual se puede apreciar bajo la siguiente tabla los despachos realizados desde EPF la Floreña hacia Araguaney, contemplando en el sistema de bombeo las siguientes características del material.

- 1- Volumen de barriles brutos y standard transportados por días con los volúmenes netos en la recepción en Araguaney.
- 2- Características de calidad del crudo en la salida de Floreña, analizando el grado API del producto, BSW (%), SAL (PTB), el P.P (°C), G.E fluyendo.
- 3- Además de las variables de temperatura y presión, implementando los tiempos de bombeo en Horas día.

En la siguiente gráfica se aprecia los volúmenes de crudo transportado, la tendencia de temperaturas por las líneas de conducción.

Grafica No. 1. Volúmenes de transporte crudo Araguaney Monterrey.



Fuente: Autor.

Complementando este registro se presentara un registro en Anexos el cual contiene por fechas en este trabajo de investigación los volúmenes diarios de despacho para conocer los volúmenes transportados en la línea de conducción, con antelación haciendo referencia a los riesgos físicos, químicos, externos, internos en los sistemas de flujo.

A continuación se referencian la tabla No. 6 y la gráfica No.2, en la cual se presentan los registros mensuales de la variable de temperatura en grados Fahrenheit, las presiones generadas en las líneas de transporte de crudo. Los datos corresponden a cada bache, dato tomado de cada uno de los tiquetes que genero el sistema de medición. La temperatura de los tanques no se registra en históricos es un dato puntual, para el caso se puede tomar como referencia el que entrega el medidor en disposición de las líneas de transporte de crudo.

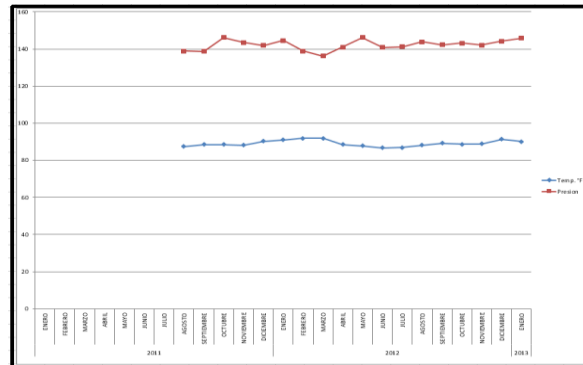
Tabla No. 6, sistemas de presión anuales en la línea de conducción Araguaney Monterrey

		Temp. °F	Presion				
2011	ENERO			2012	ENERO	90,9	144,6
	FEBRERO				FEBRERO	91,9	138,9
	MARZO				MARZO	91,9	136,2
	ABRIL				ABRIL	88,5	141,0
	MAYO				MAYO	87,8	146,1
	JUNIO				JUNIO	86,8	140,9
	JULIO				JULIO	87,0	141,2
	AGOSTO	87,5	139,0		AGOSTO	88,0	143,8
	SEPTIEMBRE	88,4	138,8		SEPTIEMBRE	89,1	142,3
	OCTUBRE	88,4	146,2		OCTUBRE	88,7	143,1
	NOVIEMBRE	88,1	143,5		NOVIEMBRE	88,8	142,0
	DICIEMBRE	90,3	141,8		DICIEMBRE	91,3	144,2
				2013	ENERO	90,1	145,9

Fuente: Marco referencia Ecopetrol.

Se presenta una gráfica de la tendencia de forma lineal para garantizar la estabilidad y vibraciones en la línea de conducción, por meses en el sistema de funcionamiento del ducto de crudo pesado, comparando la variación de la temperatura referente a los sistemas de presión en el sistema de conducción.

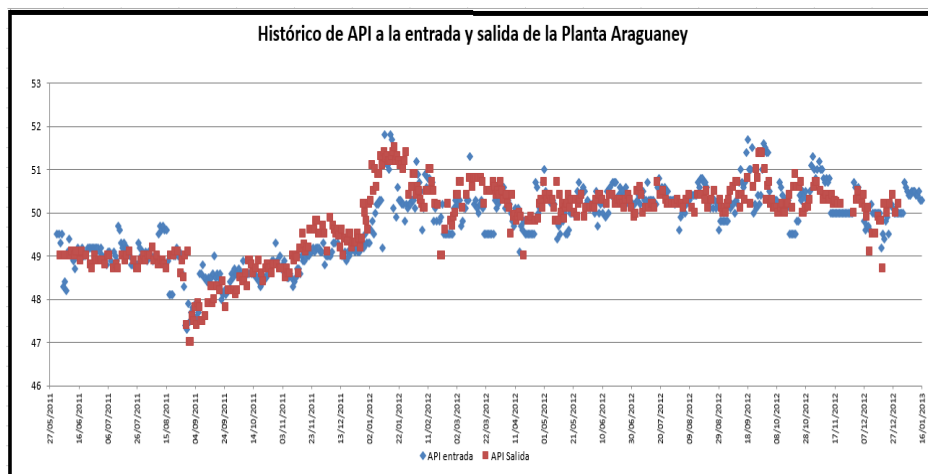
Grafica No. 2, Registro de aforo sistemas de presión y temperatura en el transporte de crudo.



Fuente: Autor.

Implementando este registro se encuentra un gráfico de tipo histórico, el cual muestra el comportamiento de la línea de transporte de crudo en esta zona, con la variable más importante en el transporte de crudo (°API de entrada, salida, flujo), revisando los volúmenes despachados desde el punto de bombeo hasta el sitio de recepción, evaluando variables considerables en el sistema de crudo, donde se enlazarán los riesgos más relevantes, de acuerdo a la recopilación de información generada en el presente documento.

Grafica No. 3, Registro Histórico. Barriles de crudo



Fuente: Autor.

## Matriz de Impacto

Enlazando estas actividades donde se conoce el grapo API del producto, la temperatura de movilización del crudo, la cantidad de presión que se genera en la línea de transporte, uniendo esta información con el registro inicial de datos de riesgos naturales de tipo endógenos y exógenos, creando una matriz que se ha clasificado de la siguiente manera:

Tabla No. 7, Nivel de impacto matriz

<b>Indicador</b>	<b>Nivel Riesgo</b>	<b>Actividad</b>
1	Bajo	Relacionada
2	Medio	Relacionada
3	Alto	Relacionada

Fuente: Autor (2014)

Mostrando un sistema matricial de 62 por 62 evaluando sus impactos en las líneas de conducción de crudo. Todos estos datos se registran en una matriz de impacto que se correrá en un programa llamado “Expert Choice” el cual consiste en un programa para la toma de decisiones, basado en un proceso jerárquico analítico, donde contempla la percepción humana, el interés y la experiencia para toma de decisiones, para nuestro caso, evaluando los diversos niveles de riesgo, su impacto en las líneas de conducción, mostrando los diversos escenarios para nuestro trabajo en transporte de crudo.

El análisis expuesto muestra la relación entre las variables que no son evidentes de forma directa, surgiendo un tipo de relación así:

**Proceso indirecto:** este determina las influencias y dependencias entre las variables, contemplando las variables nexos con una tercera variable, que sirva de

puente entre las dos iniciales, esto referenciado en la teoría de Godet. (GODET, De la Anticipacion a la Acción. Manual de PROSPECTIVA ESTRATÉGICA, 1995).

**Proceso potencial:** esta determina las relaciones directas contemplando las relaciones a futuro entre ellas, las cuales hoy son inexistentes donde la evolución del tiempo las mostrara bimodales.

**Potencial indirecto:** clasifica las relaciones indirectas no evidentes pero evaluando su potencialidad a futuro.

Cuadro No.4, Dependencia de variables directas, indirectas, correlación



Fuente: Imagen Programa “Expert Choice” 2014

Se evidencia su interrelación con el paso del tiempo, el grado de impacto para la valoración del programa en un sistema jerárquico de desarrollo Plano de influencia y dependencias directas del modelo desarrollado.

Este cuadro muestra la influencia-dependencia (entre las variables directas, indirectas, directa potencial e indirecta potencial). (GODET, Prospectiva Estratégica: Problemas y métodos, 2007).

### 5.4 POSIBLES ACCIONES DE MITIGACIÓN DE RIESGOS EN EL TRANSPORTE DE CRUDO

Tabla No. 8, se encuentran los primeros 31 riesgos, donde se contemplan los impactos y el grado de incidencia de cada uno en el transporte global de crudo en la zona de Arguaney Monterrey, registrando la parte de impacto tanto ambiental, operativa, administrativa y logística en el movimiento de crudo. Riesgos del 1 al 31 en forma vertical con los factores a nivel horizontal 1.31. Estos se ven en documento anexo I.

ITEM	Riesgos identificados en el sistema de Transporte Global Crudo - Zona Arguaney/Monterrey	Referencia ECOPEPETROL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1	Pérdida del Conocimiento	NTR006	2	1	3	1	1																													
2	Interferencia en la Ejecución de Operaciones Simultáneas	NTR007	1	2	2	2	1					2	1	1	1																					
3	Deficiencia en los sistemas de medición	NTR007	2	2	3	1																														
4	Medidores des-calibrados metrológicamente	NTR007	1	3		1	1																													
5	Falencia en las implementaciones para la gestión del cambio	NTR006	3	1	2	1																														
6	Variaciones de volúmenes por corrosión del ducto interno	NTR003	1	1	2	2																														
7	Variaciones o pérdidas de transporte de crudo por grietas del ducto	NTR003		1	1																															
8	Corrosiones Externas del ducto generando fugas de flujo	NTR003	1	1	1																															
9	Pérdida de Movilidad Terrestre	NTR009																																		
10	Derriame de crudo no controlado	NTR001	1	1	1	1																														
11	Disponibilidad oportuna en los sistemas de Transporte	NTR009				1																														
12	Sistemas alternativos de transporte. Vehicular (Carrotaques, fluvial (barcos))	NTR009																																		
13	Tecnologías obsoletas y equitizadas, para controles de transporte de crudo	NTR008	3	1	1	1																														
14	Personal Empresarial inmerso en el robo de combustibles y derivados	NTR001	1	1	1	1																														
15	Los ciclos de maduración de proyectos de inversión presentan fallas en sus cierres	NTR009	1	1	1	1																														
16	Carencia de rutas claras y mecanismos de evacuación	NTR009	1																																	
17	Carencia de plataformas aéreas para movilizar crudo. En su defecto muelles de gran calado	NTR009	1																																	
18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	NTR009	2	1		1																														
19	Variabilidad en los volúmenes de crudo que se transportan	NTR009	1	2	2	2	1																													
20	Alteración del Orden público	NTR001	2	2	1	2																														
21	Clima Laboral Organizacional	NTR004	2	2	1	2																														
22	Falta de Mantenimiento a los ductos periódicamente	NTR003	1	1	1	1	2	2	2	2																										
23	Participación Negativa del SINDICATO sobre los trabajadores	NTR004	1	1	1	1																														
24	Participación Positiva del SINDICATO en la región	NTR004	1	1	1	1																														
25	Robos en los carro tanques por grupos externos al margen de la ley	NTR001	1	1	1	2																														
26	Derriame o vertimientos de crudo en la capa vegetal	NTR003	2			2																														
27	Falencias en los sistemas de Comunicación en las áreas VIT, administrativa	NTR009	1	3		2																														
28	Errores en la medición de crudo, sistemas variables de cuantificación	NTR007	2	1	1	2																														
29	Disposición de Desechos y residuos peligrosos	NTR005	1		2																															
30	Falta de Coordinación entre las necesidades operativas y el apoyo MACRO de procesos de soporte	NTR010	1	1																																
31	Daños causados a terceros, a causa de las operaciones de mantenimiento del ducto en zonas de servidumbre, públicas, privadas	NTR003	1	1																																

Fuente:

Autor.



Tabla No. 10 se encuentra la última parte de registro de datos, que inciden e impactan en el transporte de crudo.

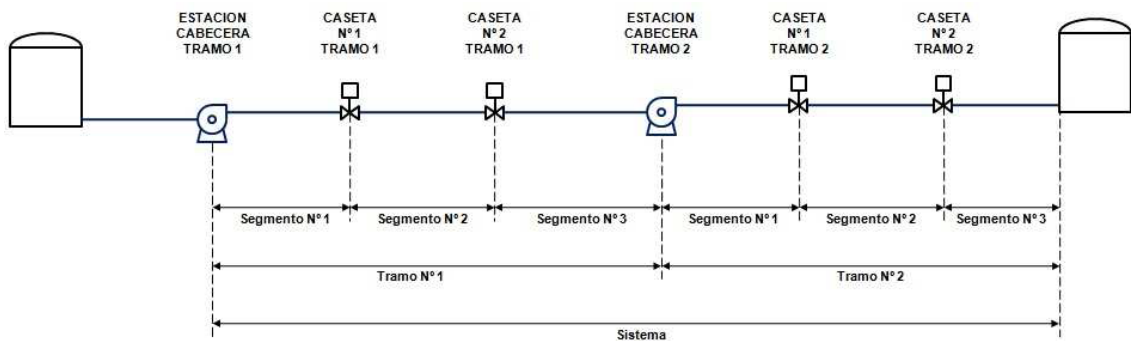
ITEM	Riesgos Identificados en el sistema de Transporte Global Crudo Zona Araguaney/ Monterrey.	Referencia ECOPEHOL	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62					
32	Pérdida de secciones del ducto por inestabilidad Geotécnica	NTR003	3	2			1	2			2	3	1		1								2			1												
33	Afectaciones por desprendimiento de líneas de conducción en las vías, o en predios colindantes	NTR003	1	2			2				2	3	1		1								2			1												
34	Cambios de presión en las líneas de conducción afectan la durabilidad del sistema	NTR003	2	2			1										1				1		1		1													
35	Pérdida en las longitudes de los tramos del Oleoducto por intervención de terceros	NTR003	1	1			2				3	1	3		3			1			2	1	2	2	1	2	2											
36	Cambios en la Normatividad y conducción del crudo (ANH), muestran una vulnerabilidad en el sistema de control y despachos de crudo	NTR008						3				2	2					2				2	2	2			2	3	2	2	2	2						
37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final.	NTR009					1					2	2					1									2	2										
38	Presencia de crecientes o avalanchas en tramos puede desprender tramos de las líneas de conducción de crudo	NTR002	1	3	1	3		2		1			2												1													
39	No existe una vigilancia continua en las líneas de conducción de crudo	NTR002				3						3	1		2																							
40	Derivaciones ilícitas en zonas de las líneas de transporte de crudo	NTR001	1	2	2		2					2	2		1			1			1																	
41	Discrepancias entre la comunidad y la empresa	NTR004									1	2	2		3						1						1	1	3	2	1							
42	Impacto Ambiental por tala de zonas verdes y afectación de cuencas hídricas	NTR004						1			1																2	1	2			1						
43	Fabricación defectuosa, en algunas secciones de la tubería, puede presentar fisuras, rupturas en su postura	NTR003			1		1				2	2	2								2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
44	Asestados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	NTR002	1		2	1	3			3	1	2	3									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
45	Movimientos Tectónicos de placas	NTR002							3																													
46	Movimientos de aludes en vías y tramos líneas de conducción	NTR002	1	1						1			2																									
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	NTR008					1					2	1													1	1											
48	Inestabilidad Geotécnica en la zona del derecho de la vía	NTR003		1									1																									
49	Intervención de terceros afecta la integridad del ducto de transporte	NTR003			1	1		1		1	1	1									1					1												
50	Transporte de mezclas de crudo puede alterar temperaturas en las líneas del Oleoducto	NTR010	1	1	1									1																								
51	Tránsitos y cargas en sistemas terrestre afectan volúmenes de transporte	NTR010					2																	1		1												
52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	NTR010			1		2			1			1																									
53	Vacunas o Impuestos de movilización a los vehículos de transporte de crudo	NTR001					2		1	1				2													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
54	Control y mantenimiento de accesorios en los sistemas de conducción (Valvulas, cheques, reguladores, medidores, vav pas).	NTR008			1		3			1			1													1												
55	Variaciones en las ratas de bombeo (lit/día) para los despachos	NTR010					1						1																									
56	Cambios en la reglamentación y códigos en los sistemas de gestión de calidad	NTR009					2	1				1														1		1	2	2	2	1	2	2	1	2		
57	Establecer cambios en el código de buen gobierno, puede afectar los intereses petroleros y regalías por región	NTR009					3	1				1	1													1	1											
58	Los Impactos por socialización en regiones indígenas, resguardos, en zonas de instalación de tubería	NTR005					1	2			1	3	1	2													2	1										
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y economicos para la región	NTR006	2	2		2	2	1	1		1	2		1	2	1									1		2	1	2									
60	Solicitud Licencias y permisos hábitat y entornos ambientales al Ministerio Ambiente, preservación de las zonas Ecológicas	NTR009					2					1	1														1	1	2	1								
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	NTR002					1	2				1			3												1	1										
62	Cambios climatológicos afectan durabilidad tuberías transporte de crudos	NTR004																																				

Fuente: Autor.2014

Todos estos correlacionadas en un programa que se utilizara para la modelación de estos riesgos denominado “Expert Choice” con el fin de identificar las actividades más críticas, para poder evaluar en el instante donde se presente una ruptura en las líneas de transporte de crudo, el volumen derramado no sobrepase los límites establecidos para el derrame permitido contemplando las normatividades de las zonas de Alta consecuencia, mencionadas con anterioridad.

Contemplando todos estos indicadores, se debe analizar los factores de intervención humana, detección de roturas, sistemas operacionales y de control. Generación de equipos y software implementados para optimizar por medio de mallas o redes y nodos los sistemas de control en el transporte de crudo.

Cuadro No. 5 Esquema distribución conducciones crudo



Fuente: Figura 1. Términos – Segmento, Tramo y sistema. (VIT-GTTP-GEN-CD-001 (G., 16 Mayo del 2012)

Explicación de la línea de distribución así:

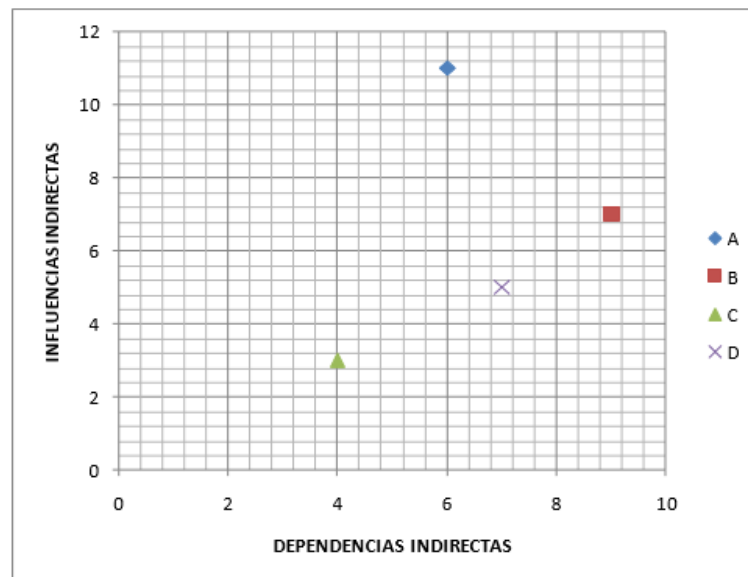
Se encuentran zonas donde la pérdida de crudo en las línea de conducción de transporte puede causar consecuencias adversas, no deseadas en el medio, afectando la población, flora, fauna, predios de servidumbre, vías terrestres y entornos.

En la distribución de redes el conjunto de estaciones interconectadas, previstas de tanques, bombas, equipos y complementarios se denomina sistema.

Los sistemas y tramos previstos de algún tipo de energía para movilizar el producto los denominaremos estaciones de cabecera.

En los procesos de tendidos de líneas de transporte, se pueden encontrar dos modalidades: una válvula de seccionamiento y una estación de bombeo o almacenamiento; otro caso es el de una sección de línea de transporte de crudo y en esta se encuentre dos válvulas de seccionamiento adyacentes, en cualquiera de estos dos casos se denominara segmento.

En la grafica No. 4 se observa en el eje “x” la dependencia de las variables y en el eje “y” la influencia de las diversas actividades interpretadas como riesgos.

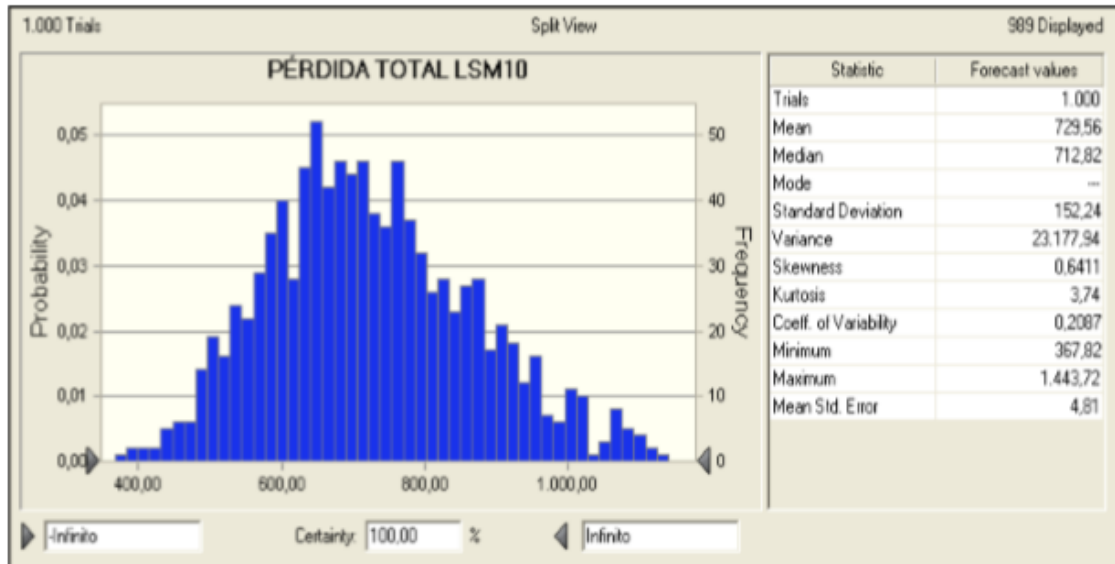


Fuente: Tomado del programa “Expert Choice”. Escenarios de riesgos 2014

Cuantificando las variables indirectas por asertividad e impacto en la matriz de desarrollo correlacionadas.

Una línea de transporte que encuentre bombeo de crudo o en su defecto almacenamiento se puede denominar tramo del sistema.

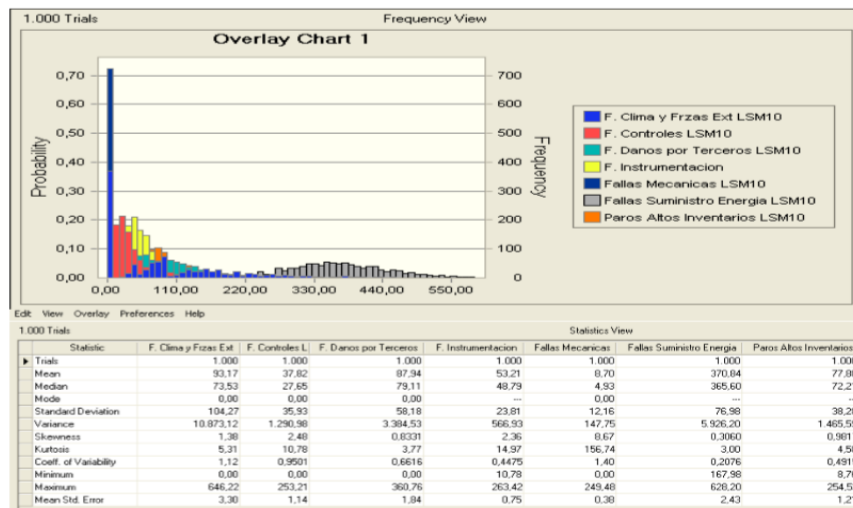
Cuadro No. 6 Histograma de variaciones



Fuente: Tomado del programa “Expert Choice” variaciones. 2014

Este cuadro muestra el grado de probabilidad e impacto que presentan los diversos riesgos en la línea de conducción, en la cresta del gráfico la incidencia del volumen respecto a la probabilidad de impacto y su frecuencia en el intervalo de tiempo.

Cuadro No. 7. Evaluando la posibilidad y correlación de impacto a corto, mediano y largo plazo.



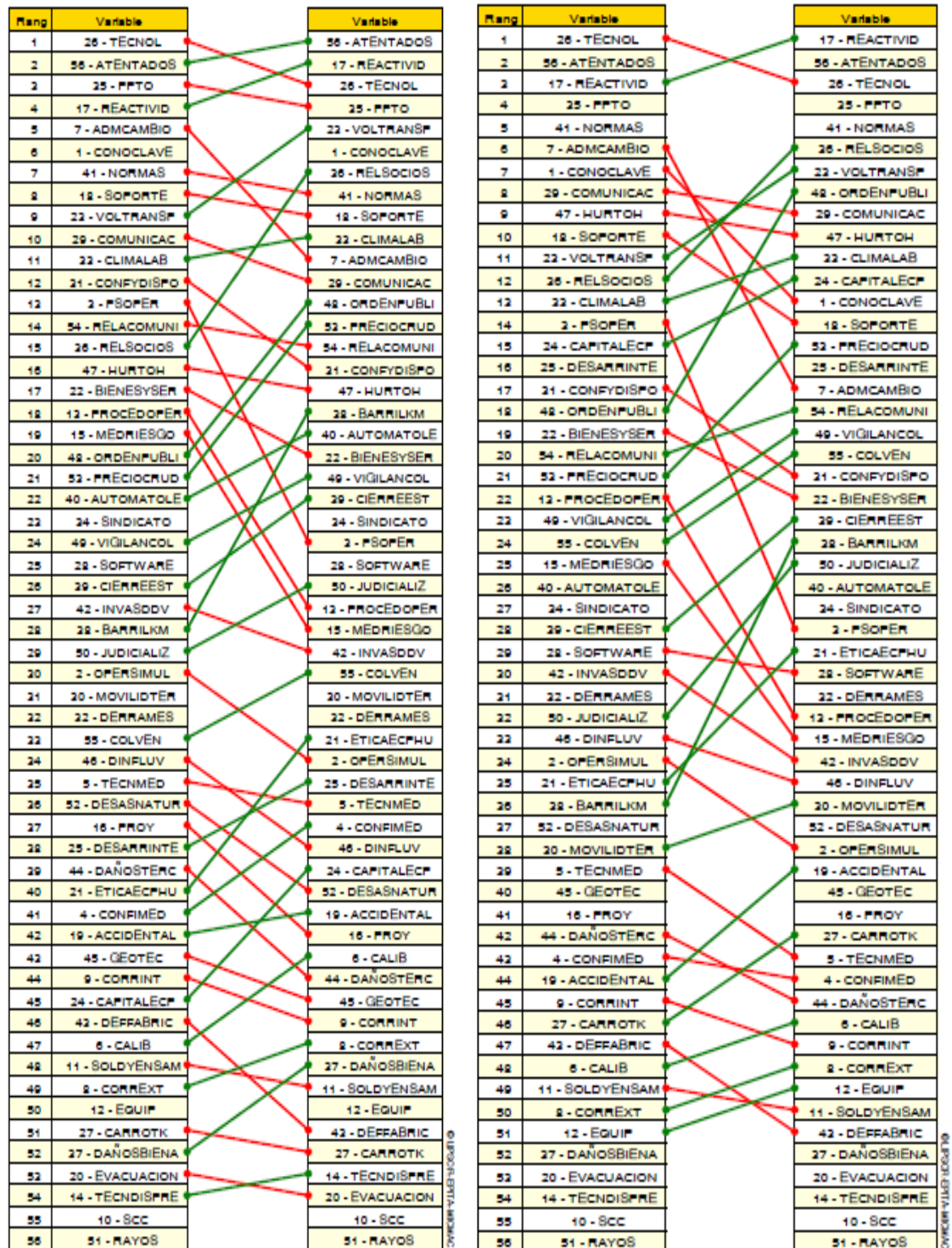
Fuente: Imagen programa “Expert Choice” 2014

En este cuadro evidencia los grados de incidencia y el grado de control que presentaría una posible ruptura, fuga, paros, orden público o en su defecto hurto de crudo en algún punto de la línea de conducción del crudo. (franjas rojas del histograma).

Ecopetrol tiene adoptado como estándar para la gestión de proyectos el modelo de Maduración de Proyectos [MMP] como una guía que permita administrar y soportar la toma de decisiones en los proyectos que la compañía desea ejecutar desde la formulación de la iniciativa inicial hasta la ejecución (Ecopetrol, 2005), sin embargo el MMP no define explícitamente la adopción de una metodología para realizar la estimación de la generación de valor asociada a un proyecto.

El modelo de maduración de proyectos MMP se desarrolla en 5 etapas denominadas fases durante las cuales se hacen estimaciones de los costos del proyecto con desviaciones que parten desde el 50% en la fase de identificación de oportunidades de negocios (fase I) hasta un 15% en la fase de definición del proyecto (fase III), en cada una de las tres primeras fases del modelo la compañía tiene la oportunidad de decidir la continuidad o suspensión del proyecto, en la fase IV se realiza la ejecución y en la Fase V se miden los beneficios obtenidos por medio de la Evaluación Ex post (Ecopetrol S.A. Dirección de Gestión de Proyectos, 2008).

Tabla No. 11. Clasificación de las variables según sus influencias (programa Expert Choice).



Fuente: Imagen de fluencias en "Expert Choice"2014

La relación de variables directas e indirectas en la corrida del programa desarrollando interacciones entre ellas.

Al correr el programa, se encontró que en la línea de transporte de crudos, se contemplan unos riesgos internos y externos.

Tabla No. 12, Riesgos de variables más representativas en el modelo Transporte de crudo línea Araguaney Monterrey.

<i>Hito... N</i>	<i>variables de Riesgos Araguaney-Monterrey</i>	<i>tipo</i>
37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final.	Interna
44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	Externa
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Interna
52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	Interna
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región	Externa
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Interna
18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Interna
10	Derrame de crudo no controlado	Externa
1	Perdida del Conocimiento	Interno

Fuente: Autor.2014

Después de la modelación se identifican cinco variables representativas para evaluar la mitigación manifiesta en las líneas de conducción de transporte de crudo en la zona de Araguaney Monterrey (Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final, la compensación Volumetrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos, perdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región, derrame de crudo no controlado).

Además la pérdida del Conocimiento ( a través de la experiencia y de procesos registrados en la empresa petrolera ECOPETROL S.A.). Presentado un riesgo que toma importancia (La mejora en Automatización por rendimiento y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la region), que toma importancia, los otros cuatro son procesos en desarrollo para una estrategia de mitigación al respecto (Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos; Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la region; sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado).

En este proceso se desarrollo un analisis contemplando las variantes y diversas posibilidades para cada riesgo, tomando cada vez una variante de cada atributo; donde las diversas combinaciones se denomina “producto morfológico” (Muñoz, 2009).

Evaluado el modelo se definen nueve variables donde se plantean tres diversos escenarios para su elaboración

Tabla No. 13. Escenarios y variables de alto Impacto en las líneas de conducción de crudo.

<b>Hito.... N</b>	<b>variables de Riesgos Araguaney- Monterrey</b>	<b>Escenario I</b>	<b>Escenario II</b>	<b>Escenario III</b>
37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado	Menor a 190 KBPD	Volumen de Bombeo entre 190 a 380 KBPD	Volumen de Bombeo entre 380 a 570 KBPD

	como producto final.			
44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	No se presentaran durante un mes	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería superior a 5 días	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería inferior a 5 días
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Se carece de esta	Obsoleta	Tecnología de punta
52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	Control y registro métrico bajo	Control y registro Métrico medio	Control y registro Métrico alto
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región	Asigne intervención predio	No se asigne intervención predio	
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Presupuesto proyectado inicial	Incremento Medio en el presupuesto proyectado	Incremento en el Presupuesto proyectado Alto
18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Inversión retardada	Inversión media	Inversión alta
10	Derrame de crudo no controlado	Reacción Oportuna baja	Reacción Oportuna Media	Reacción Oportuna Alta
1	Perdida del Conocimiento	Certificación del conocimiento menor al 70% en sitios de despacho y recepción	Certificación del conocimiento entre el 71% al 90% en sitios de despacho y recepción	Certificación del conocimiento entre el 91-100% en sitios de despacho y recepción

Fuente: Autor. 2014

Tabla No. 14, Riesgos representativos, escenarios de valoración y probabilidades estipuladas.

<b>hito .... N</b>	<b>Variables de Riesgos Araguaney- Monterrey</b>	<b>Escenario I</b>	<b>Escenario II</b>	<b>Escenario III</b>
37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final.	Menor a 190 KBPD (P=80%)	Volumen de Bombeo entre 190 a 380 KBPD (P=15%)	Volumen de Bombeo entre 380 a 570 KBPD (P=5%)
44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	No se presentaran durante un mes	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería superior a 5 días (P=84%)	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería inferior a 5 días (P=16%)
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Se carece de esta	Obsoleta (P=50%)	Tecnología de punta (P=50%)
52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	Control y registro métrico bajo (P=83%)	Control y registro Métrico medio (P=12%)	Control y registro Métrico alto (P=5%)
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región	Asigne intervención predio (P=90%)	No se asigne intervención predio (10%)	N.A.
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Presupuesto proyectado inicial (P=85%)	Incremento Medio en el presupuesto proyectado (P=5%)	Incremento en el Presupuesto proyectado Alto (P=5%)
18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Inversión retardada (P=15%)	Inversión media (P=15%)	Inversión alta (P=70%)

10	Derrame de crudo no controlado	Reacción Oportuna baja (P=90%)	Reacción Oportuna Media (P=5%)	Reacción Oportuna Alta (P=5%)
1	Perdida del Conocimiento	Certificación del conocimiento menor al 70% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Certificación del conocimiento entre el 71% al 90% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Certificación del conocimiento entre el 91-100% en sitios de despacho y recepción (P=80%)

Fuente: Autor.2014

Los valores de probabilidad de incidencia o en su defecto de ocurrencia, contemplados bajo el análisis de la incertidumbre y juicios a valor presentados por un grupo de expertos de las compañías de ECOPETROL, TEQUION, PETROMINERALES, PACIFIC RUBIALES en los hitos expuestos con anterioridad.

Según el programa Expert Choice los escenarios más probables de acuerdo a los siguientes segmentos.

Tabla No. 15, Registro de Impacto evaluando diversidad de escenarios

<b>Escenario Araguaey-Monterrey</b>	VARIABLES DE RIESGO ALTAS									Probabilidad Asertiva
	<b>37</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	
Más Posible	3	3	2	2	1	2	3	3	2	189
Segundo Mas Posible	2	3	2	2	1	1	2	2	1	144
Menos Posible	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Escenario Presente	2	3	1	1	3	3	3	2	1	2,1
Escenario más Lejano	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1,2

Fuente: Autor. 2014

Interpretando estos datos, se observa una variabilidad en la proyección de las ratas de bombeo estimando un descenso cercano a los setenta mil barriles diarios de bombeo; desarrollando una trazabilidad presta a los cambios súbitos del mercado y el entorno.

Se muestra una incertidumbre referente a la incorporación de nuevas tecnologías; debido a que la actual puede verse obsoleta al paso de un corto tiempo (referenciando una obsolescencia programada). La continuidad de Atentados a las líneas de oleoductos evaluadas en la zona se expone constantemente y no muestra cifras alentadoras en el indicador de volúmenes de producción sostenibles, que no repercutan en demanda nacional y en el consumo base de la región.

Tabla No.16, Combinación bajo los escenarios

		S1. Más posible	s2: segundo más posible	s3: Actual	S4: Más lejano	s5: Menos posible
		189	144	2.1	1,2	1
<i>Hito... . N</i>	<i>variables de Riesgos Araguaney-Monterrey</i>	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>	<i>Escenario III</i>	<i>Escenario III</i>
37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final.	Menor a 190 KBPD (P=80%)	Menor a 190 KBPD (P=80%)	Volumen de Bombeo entre 190 a 380 KBPD (P=15%)	Volumen de Bombeo entre 380 a 570 KBPD (P=5%)	Volumen de Bombeo entre 380 a 570 KBPD (P=5%)
44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	No se presentaran durante un mes	No se presentaran durante un mes	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería superior a 5 días (P=84%)	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería inferior a 5 días (P=16%)	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería inferior a 5 días (P=16%)
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute	Se carece de esta	Se carece de esta	Obsoleta (P= 50%)	Tecnología de punta	Tecnología de punta

	socialmente en los trabajadores de la región				(P=50%)	(P=50%)
52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	Control y registro métrico bajo (P=83%)	Control y registro métrico bajo (P=83%)	Control y registro Métrico medio (P=12%)	Control y registro Métrico alto (P=5%)	Control y registro Métrico alto (P=5%)
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región	Asigne intervención predio (P=90%)	Asigne intervención predio (P=90%)	No se asigne intervención predio (10%)	N.A.	N.A.
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Presupuest o proyectado inicial (P=85%)	Presupuest o proyectado inicial (P=85%)	Incremento Medio en el presupuesto proyectado (P=5%)	Incremento en el Presupuest o proyectado Alto (P=5%)	Incremento en el Presupuest o proyectado Alto (P=5%)
18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Inversión retardada (P=15%)	Inversión retardada (P=15%)	Inversión media (P=15%)	Inversión alta (P=70%)	Inversión alta (P=70%)
10	Derrame de crudo no controlado	Reacción Oportuna baja (P=90%)	Reacción Oportuna baja (P=90%)	Reacción Oportuna baja (P=90%)	Reacción Oportuna Alta (P=5%)	Reacción Oportuna Alta (P=5%)
1	Perdida del Conocimiento	Certificación del conocimiento o menor al 70% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Certificación del conocimiento o menor al 70% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Certificación del conocimiento o menor al 70% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Certificación del conocimiento o entre el 91-100% en sitios de despacho y recepción (P=80%)	Certificación del conocimiento o entre el 91-100% en sitios de despacho y recepción (P=80%)

Fuente: Autor 2014

En la actualidad se evidencia el comportamiento que los volúmenes transportados y el valor económico del sistema varía en corto tiempo, donde las ratas de cambio proyectadas muestran una disminución en los volúmenes transportados para la zona de Arguaney Monterrey; la desaceleración económica se evidencia a corto plazo por eventos zonales circunstanciales.

La reacción ante eventos inesperados es alta; donde se han definido políticas con una visión ambiental, económica, contemplando entornos globales, geopolítica de mercados y comercialización sostenible, esto enmarcado en un ambiente de hurto realizando perforaciones ilícitas en el orden de dos por año, generando un detrimento a las compañías de transporte y a las líneas de oleoducto, los combustible y derrame de crudos afecta las zonas de servidumbre, flora y fauna de la zona, afectando las cuencas hídricas de la región, incluso contaminando los diversos estratos del suelo afectando su utilidad para cultivos de desarrollo agrícola para la región.

A nivel competitivo la tecnología con la que cuentan las empresas en esta zona no es la más adecuada, donde aún se evidencia el uso de motores gasolina y diésel, perjudicando al medio ambiente debido a sus emisiones. El conocimiento de procesos garantiza un desarrollo asertivo en las líneas de conducción en el orden del 75% en los puntos de despacho y recepción, referente a los atentados a las líneas de conducción en la zona de Araguañey en la localidad de Floreña se evidencian posibles expansiones hacia la zona oriental.

La necesidad de hallar nuevos puntos de extracción petrolera enmarcados en el cuadro de registro de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) prevé escenarios menos posibles, desarrollando proyecciones superiores a los 200 KBPD, donde se utilizara el 100% de la infraestructura de los oleoductos existentes para esta zona; Con la asertividad de trabajo se puede estimar una reacción de capacidad que disminuirá a través del tiempo, donde los sistemas de producción trabajaran a su máxima capacidad para dar abasto el sistema de producción y bombeo. Al evaluar estos aspectos se contempla el incremento al hurto de crudo para la zona, la adecuación de válvulas para hurto de combustible, acompañado de atentados terroristas para desequilibrar seguridad y generar ambiente nocivo para la zona.

En el escenario más lejano para nuestra línea de conducción será afectado igualmente por los incrementos de producción petrolera, con la utilización del oleoducto en su máxima capacidad, generando incrementos en el presupuesto por

el mantenimiento y producción neta, se puede estimar una implementación de tecnología de punta la cual cumpla con las certificaciones para consolidar el conocimiento en los diversos procesos, siendo coherente con los sistemas de control por automatización y monitoreo relacionando un control instantáneo cuando se presente variación considerable en el transporte volumétrico por cada nodo de chequeo.

En este escenario se considera el orden público controlado, con atentados aislados y un acompañamiento de la fuerza pública y militar para garantizar los bombeos constantes sin interrupciones en el servicio.

El método implementado de Expert Choice bajo una revisión de los diversos escenarios puede determinar las actividades que representan riesgo en la zona; con esto se pueden tomar diversas decisiones que debe tomar la organización.

Analizando las 62 variables plasmadas en el análisis, se seleccionaron las 9 más críticas ante los diversos escenarios implementados con juicios de expertos en las diversas áreas de la empresa de transportes; asociando posibilidades de ocurrencia., por lo cual se procede a realizar una síntesis al desarrollo de las matrices y escenarios, logrando plasmar un escenario óptimo de trabajo, el cual involucre los nueve riesgos más relevantes y así analizar las acciones que pueden tomarse para mejorar la tendencia de estas en la mitigación de cada uno de ellos en los diversos departamentos de la empresa.

Tabla No. 17. Escenario Ideal

ESCENARIO	VARIABLES									Probabilidad en Desarrollo
	37	44	47	52	59	61	18	10	1	
IDEAL	2	2	1	1	1	2	3	3	2	4,62

37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final	Volumen de Bombeo entre 380 a 570 KBPD (P=5%)
44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería superior a 5 días (p= 84%)
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Tecnología de punta (P=50%)
52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobre costos	Control y registro Métrico bajo (P=83%)
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región	Asigne intervención predio (P=90%)
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Presupuesto proyectado (p= 85%)
18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Inversión alta (P= 70%)
10	Derrame de crudo no controlado	Reacción oportuna Alta (P=5%)
1	Perdida del Conocimiento	Certificación del conocimiento entre el 91-100% en sitios de despacho y recepción (P=80%)

Fuente: Autor.2014

En este marco se visualizan las variables donde la empresa encargada del sistema de Transporte de crudos de la Zona de Arguaney Monterrey debe enfocar sus esfuerzos para disminuir el impacto de estos en el funcionamiento del sistema.

Por los sistemas constructivos en las líneas de transporte pueden evaluarse a través de su tiempo de servicio mejoras para su optimización, estimando los costos de logística, operación y mantenimiento, además del beneficio al identificar las diversas variables que pueden afectar el desarrollo del transporte en las líneas de conducción favorece y beneficia los aspectos económicos de la empresa, la socialización con la población del área de intervención, fortalece las políticas empresariales, aumenta el empleo directo e indirecto en la zona, prevé los

impactos en el derrame de crudo contemplando programas de reacción de manera oportuna.

Contemplando las políticas de la empresa ECOPETROL S.A. se referencia el texto referente a los planes de tratamiento de riesgos, se basan en la selección de una o varias opciones de tratamiento: eliminar, asumir, transferir o mitigar (reducir) el riesgo. Estas opciones de tratamiento tienen como fin, preparar a la organización ante la ocurrencia de eventos inesperados que puedan afectar sus recursos económicos, clientes, imagen, trabajadores, medio ambiente y demás recursos que la organización considere de gran valía.

(Riesgos, Mayo de 2008. EC P-GF12-G-001).

Tabla No. 18, Escenarios fundamentales, diagnostico de valoración

VARIABLE	Escenario Ideal	S1.Más Posible	S3. Actual	Diagnostico
Probabilidad en desarrollo	4,62	189	2.1	
Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final	Volumen de Bombeo entre 380 a 570 KBPD (P=5%)	Menor a 190 KBPD (P=80%)	Volumen de Bombeo entre 190 a 380 KBPD (P=15%)	La proyección de diseño es ambiciosa y optimista; debe encaminarse a optimizar los sistemas operativos, siendo más eficientes con equipos y monitoreo controlado
Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería superior a 5 días (P= 84%)	No se presentaran durante un mes	Lapso entre voladuras, rupturas de tubería superior a 5 días (P=84%)	Se considera que continuaran las olas terroristas generando afectación en los tiempos de bombeo y discontinuidad en el servicio de la zona de Araganey. En alerta máxima los planes de contingencia y reacción.

La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Tecnología de punta (P=50%)		Se carece de esta	Obsoleta (P=50%)	Son obsoletos los equipos actuales, generando inexactitudes en los volúmenes de transporte, no evidencia las posibles alertas con respecto a las variaciones del crudo. Se requiere una renovación de equipos que satisfagan los sistemas de transporte, software de implementación de redes y nodos para evaluar de manera oportuna las fugas, voladuras o en su defecto el derrame de crudo por agentes al margen de la ley.
Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobre costos	Control y registro Métrico bajo (P=83%)	Control y registro métrico bajo (P=83%)		Control y registro Métrico medio (P=12%9	En esta zona requerimos medidores por sistemas de mallas o nodos, los cuales nos garanticen por tramos y recorridos el volumen en desarrollo. Evaluando los sistemas operativos, logísticos implementados por la empresa Estatal.
Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región.	Asigne intervención predio (P=90%)	Asigne Intervención predio (P=90%)		No se asigne intervención predio (10%)	Los mecanismos de control jugaran un papel fundamental en la autorización de intervención de predios y zonas ambientales para implantar las líneas de conducción, definiendo la metodología para aportar un desarrollo sostenible y amigable con la naturaleza.
Sobre costos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Presupuesto proyectado (P=85%)	Presupuesto proyectado inicial (P=85%)		Incremento Medio en el presupuesto proyectado (5%)	Se requiere suministrar una inyección presupuestal, que garantice la funcionalidad, operación, mantenimiento y confiabilidad en la línea de transporte de crudo. Acompañada de un control medido de gastos.
Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de	Inversión alta (P=70%)	Inversión retardada (P=15%)		Inversión media (P=15%)	Los mercados competitivos, continuos cambios y demandas, requieren que la empresa invierta en

Ecopetrol S.A. en la región				equipos, infraestructura y despachos oportunos. Se debe implementar las respuestas de cobertura y calidad.
Derrame de crudo no controlado	Reacción Oportuna Alta (P=5%)	Reacción Oportuna baja(90%)	Reacción Oportuna baja (P=90%)	Ante eventos de voladuras, la empresa deberá contar con respuestas inmediatas para mitigar el riesgo evitando su contaminación de flora y fauna en la zona, desarrollando recorridos mensuales en los diversos puntos neurálgicos de la zona.
Perdida de concomimiento	Certificación del conocimiento entre el 91-100% en sitios de despacho y recepción (P=80%)	Certificación del conocimiento menor al 70% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Certificación del conocimiento menor al 70% en sitios de despacho y recepción (P=10%)	Las capacitaciones periódicas, registro de trabajos, la manera de difundir la información pertinente, es una necesidad básica en los trabajos para las líneas de distribución. Garantizando un sistema sostenible en un futuro cercano.

Fuente: Autor.2014


Ecopetrol ha implementado una guía para la elaboración de planes de tratamiento y monitoreo

De los riesgos del ejercicio corporativo (ECP-GFI2-G-001), texto referenciado para complementar el análisis de este documento.

Como síntesis del marco de investigación se puede concluir que se deben determinar las variables y sus condiciones de afectación e interrelación entre el ámbito de los tipos de escenarios para contemplar sus posibles raíces, causas y efectos directos en la zona.

La empresa Ecopetrol S.A. en el año del 2006 instauró una metodología de causa efecto ante las diversas causales.

Tabla No. 19, Plan de Tratamiento para la tecnología Obsoleta. Fuente ECOPETROL S.A.

		VICEPRESIDENCIA DE TRANSPORTE GERENCIA DE OLEODUCTOS										
		Plan de acción para el tratamiento de riesgos										
Macroproceso	TRANSPORTE: Macroproceso de negocio encargado de garantizar el transporte de hidrocarburos de los productos de Ecopetrol o de sus socios.											
Vicepresidente, Director o Dueño del Macroproceso	VICEPRESIDENTE DE TRANSPORTE - VIT; GERENCIA DE OLEODUCTOS					SISTEMA		LINEA DE CONDUCCION ARAGUANAY - MONTERREY				
Riesgo a Tratar	Valoración Actual					CLAVE						
	Nombre Descripción	El uso de tecnologías obsoletas con problemas de confiabilidad y compatibilidad con otros sistemas, genera limitantes en la operación del sistema y lo coloca en clara desventaja frente a los demás actores mundiales de la industria.										
#	Causa Identificada	Impacto de la	Opción de Tratamiento	Acción y/o Control	Indicador de cumplimiento	Meta del indicad	Ejecutor de la Acción	Informado	Fecha de inicio	Fecha de finalización	% de avance de la	Estado de la acción
1	Disminución en el corto plazo de los volúmenes a transportar.	Alto	Mitigar/Reducir	Gestión de nuevas oportunidades de negocio para la utilización de la infraestructura del Oleoducto Caño Limón - Coveñas.	Numero de iniciativas concretadas /Número de iniciativas planteadas	20%	Gerencia de Oleoductos	GOT/Lider ACN.				
2	Alto valor de las inversiones para actualizar los equipos esenciales del oleoducto	Alto	Mitigar/Reducir	Estudio de viabilidad que contemple la Elección de tecnologías que tengan valores agregados adicionales, como la reducción de emisiones, ruido, etc.	Contratación de estudio	100%	Gerencia de Oleoductos	GOT/Lider ACN.				

Fuente: tomado de Riesgos ECOPETROL S.A. (Riesgos, Mayo de 2008. EC P-GF12-G-001)

Se ha creado un procedimiento para sopesar y minimizar los riesgos, identificando las causas, desarrollando controles para establecer indicadores de efectividad en su cumplimiento.

Propuestas finales

Tabla No. 20. Acciones contempladas valorando los riesgos más representativos.

Hito...	Variables de Riesgos Araguañey - Monterrey.	Riesgo	Posibles causas	Medidas a Desarrollar	Acciones a desarrollar	Estado
---------	---	--------	-----------------	-----------------------	------------------------	--------

37	Incrementos en los costos de Operación y Desarrollar un buen mantenimiento de la línea de conducción genera sobrecostos en el barril transportado como producto final.	Los sistemas operativos deficientes generan retrasos, perdidas de volumen, disminuyendo la confiabilidad en el trazado.	Carencia de equipos y tecnología implementada, genera tiempos, retrasos en los sistemas de transporte. Controles	Mitigar / reducir	Conformar sistemas de recorrido para revisar la confiabilidad de los tramos de conducción (operación, mantenimiento). Unificar precios del mercado, referenciando tipo de crudo y especificaciones de este.	En Desarrollo
44	Atentados consecutivos a las estructuras de líneas de Oleoductos	Altera el orden público, desestabiliza los sistemas de bombeo, genera sobrecostos por impactos ambientales, manejo mantenimiento y operativo.	Carencia de personal o fuerza pública para vigilar la infraestructura de las líneas de conducción.	Mitigar/reducir	Instalar programa y válvulas de control, segmentando zonas, para prever voladuras parciales, evitar derrames de gran magnitud. Adquisición de software de última tecnología para comunicar variables de volúmenes de bombeo en tiempo real. Convenios y apoyos del Estado y fuerzas Militares garantizando la seguridad del oleoducto en sus diversos tramos.	En Desarrollo
47	La mejora en Automatización por rendimientos y operación, repercute socialmente en los trabajadores de la región	Desventajas operativas y de control de bombes, referente al volumen despachado, confiabilidad.	Inversión alta equipos e implantación de software de control. Exigencias del nuevo mercado por diversidad y calidad del crudo para diversos usos.	Mitigar / reducir	Creación de nuevos mercados, mejorar la disposición de recursos, de forma confiable y clara.	En Desarrollo

52	Compensación Volumétrica afecta el transporte de crudos y sobrecostos	Los cambios en volúmenes afecta los sistemas de bombeo, baja la confiabilidad, aumenta sobrecostos. Se genera mayor inversión operativa, mantenimiento y la implementación de tecnología	Ocaso natural del campo petrolero en extracción. Sobrecostos al extraer el producto, generando inyecciones de agua, polímeros para emerger el crudo	Mitigar / transferir	Aumentar la exploración de puntos que satisfagan la demanda de producción mensual. Mejorar los procesos de inyección al sistema de bombeo, optimizar el recobro del crudo.	En Proceso
59	Zona de servidumbre, impacto social, ambiental y económicos para la región	Afectación entorno de la población, impacto demográfico, ambiental. Trashumancia forzada.	la implementación de las rutas de conducción de los crudos, topografía de los terrenos, la construcción de infraestructuras genere un impacto en flora y fauna. Puede afectar la cultura de cada grupo étnico de la zona.	Mitigar / transferir	Prever diversidad de rutas para el transporte de crudo. Realizar estudios de impacto en las zonas indígenas y resguardos de la zona. Generar recobros por utilización de servidumbre local y regional.	En Desarrollo
61	Sobrecostos en transportes terrestres, relación de gasoductos, crudo pesado	Los aditivos para poder transportar crudo pesado como la nafta, genera variaciones en volúmenes de despacho, disminuyendo lo efectivo en las líneas de conducción, generando un sobrecosto por volumen transportado.	La implementación de químicos para el transporte de crudo generara un sobrecosto, en el punto de recepción la implementación de procesos químicos para separar el crudo de la nafta u otros, la infraestructura adecuada para satisfacer el punto de chispa, sulfonación y grapo API	Mitigar / reducir	Implementar estudios de nivel químico y físico, para evaluar productos que sean de fácil solución y disolución para disminuir costos, garantizar la infraestructura para el transporte de crudo. Aplicar inyecciones de agua y polímeros para mejorar sistemas de producción en la zona	En Desarrollo

18	Pérdida de oportunidades por el proceso de Capitalización de Ecopetrol S.A. en la región	Los mercados competitivos, la geopolítica y las transformaciones constantes exigen programas, visión futurista frente a los mercados oscilantes.	Proyecciones de producción erradas, demandas variables en el consumo de crudo. Carencia de planes de contingencia para políticas externas frente a otras empresas del mercado. Oscilaciones del crudo en WTI, mercados bursátiles.	Mitigar / implementar	Generar modelos de maduración adecuados para la demanda de crudo y sus diversos tipos en el mercado. Promover planes de acción en la integridad del crudo desde la carga hasta el sitio de disposición.	En Estudio
10	Derrame de crudo no controlado	desventajas operativas y de control de bombeos, referente al volumen despachado, confiabilidad.	Carencia de vigilancia en la línea de conducción. Los grupos insurgentes busquen desestabilizar la zona de exploración. Hurto por conexiones de válvulas ilícitas puede causar fugas de gran magnitud.	Mitigar / reducir	Crear protecciones perimetrales en las líneas de conducción. Instalación de válvulas segmentadas controlando los volúmenes de transporte. Capacitaciones a la sociedad sobre el impacto del derrame y hurto del producto, su gravedad. Crear un programa de control de pérdidas. Mejorar up stream del sistema.	En Desarrollo
1	Perdida del Conocimiento	Todos los procesos si no se establecen claros desde el principio, contarán con muchas falencias para optimizar rendimientos, técnicas y métodos loables para los volúmenes indicados	Carencia de registro oportunos. La implementación de capacitaciones adecuadas. El entrenamiento en los nuevos software o tecnología de innovación al respecto.	Mitigar / transferir	Capacitaciones mensuales, operadores y personal de mantenimiento. Crear manual de funciones y alcances. Implementar tecnología de punta.	En Proceso

Fuente: Autor.2014

## CONCLUSIONES

Contemplar en conjunto la diversa dinámica de los riesgos asociados en el orden externo e interno para las líneas de conducción de crudo en la zona de Araguaney Monterrey, identificando a futuro las de mayor impacto y riesgo en la zona.

Evaluar las variables dependientes de las planteadas en la matriz, identificando su grado de consecuencia con respecto al entorno de la zona y los sistemas de producción.

Crear escenarios que permitan por medio de un modelo matricial, desarrollando una estructura y análisis morfológico las diversas pautas que puedan incidir en los sistemas de bombeo para el campo de exploración, identificando tiempos de reacción para la empresa comercializadora y productora del crudo.

Conocer los riesgos más preponderantes en esta zona, generando una clasificación demográfica contemplando el entorno, desarrollando una comunicación asertiva con el Estado y los diversos entes territoriales al respecto.

Crear ambientes asertivos con la comunidad y los estamentos gubernamentales de la zona, para contribuir con el desarrollo adecuado de la zona.

Concientizar al personal de turno, sobre el aseguramiento del conocimiento, su puesta en práctica, mejoras de hábitos para optimizar el producto, desarrollando la confiabilidad en los volúmenes de despacho.

Proyectar mantenimientos preventivos al sistema de transporte de esta zona, para minimizar la obsolescencia de equipos y líneas de conducción. Implementándola con los programas creados por los departamentos de ECOPETROL S.A. en el control de tanques y líneas de ductos en el formato (MGIDYT), donde garantizamos la integridad de la tubería y los puntos de despacho y recepción.

Los equipos que funcionan en la actualidad presentan una tecnología precaria, la cual genera emisiones de alta contaminación ambiental, adicional de unos rendimientos de bajo rango, por lo cual se recomienda implementar e importar

equipos de punta para presentar un sistema de conducción competitivo a nivel global.

Crear planes de contingencia, respaldados por entidades estatales, donde se realicen socializaciones para involucrar a la comunidad, fomentando el trabajo y sentido de pertenencia en sus labores cotidianas frente a las intervenciones de oleoductos en la zona.

Poder identificar de manera oportuna los puntos de ruptura de las líneas de conducción de crudo, conectado con un sistema computacional que genere informes y obturaciones de las válvulas de control en cada tramo; de forma oportuna cuando se presente un déficit en el bombeo, o en su defecto al presentar una voladura de infraestructura al respecto.

## BIBLIOGRAFÍA

ACUNA G, Alirio y otros. FILOSOFIA DE SECCIONAMIENTO EN LINEAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS. Elaborado 16/05/2012.

BPX COLOMBIA LTD, GEOINGENIERIA 1997. Procedimientos Ambientales para la Construcción de Líneas de Conducción de Hidrocarburos.

CANTER, W. Larry. 1988. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Segunda Edición Mc Graw Hill. Madrid.

ECOPETROL – GARCIA GONZALEZA LTDA. 1997 Manual de Guía ambientales para la construcción y Almacenamiento de Hidrocarburos IV Volúmenes.

ECOPETROL DOL. 1994. Normas de Ingeniería de Oleoductos.

G., A. A. (16 Mayo del 2012). *FILOSOFIA DE SECCIONAMIENTO EN LINEAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS LÍQUIDOS*. Bogota: Elaoboro Departamento de Ingenieria PIG.

GODET, M. (1995). *De la Anticipacion a la Acción. Manual de PROSPECTIVA ESTRATÉGICA*. Barcelona: Alfaomega Marcombo.

GODET, M. (2007). *Prospectiva Estratégica: Problemas y métodos*. Enero: Prospektiker- Instituto Europeo de Prospectiva y Estraegia- Parque Empresarial de Zuatzu- Donostia- San Sebastian.

KING. J. James 1995 The Enviromental Dictionary. Third edition. N.Y., EEUU.  
MAYR Juan. GUIA AMBIENTAL PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS POR DUCTOS. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Santa fe de Bogotá, 1988.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. 1989. Código de Minas Decreto Nos.2655, 2656,2657/88. República de Colombia.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE- CALIDAD DEL AIRE LTDA. 1996. Guía Básica Ambiental para Proyectos de Exploración Sísmica Terrestre.

Muñoz, A. (16 de junio de 2009). *Tecnicas de creatividad, analisis morfologico*. Obtenido de <http://www.innovaforum.com/index2.htm>.

Riesgos, E. S. ( Mayo de 2008. EC P-GF12-G-001). *Guia para la Elaboración de Planes de Tratamiento y monitoreo de los riesgos del ejercicio corporativo de gestion de riesgos de la Empresa*. Bogota D.C.

S.A, E. (16 de Septiembre de 2013).  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=82&conID=37995>.

S.A., E. (16 de Septiembre de 2013).  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=451&conID=76466>.

S.A., E. (16 de Septiembre de 2013).  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=451&conID=76466>.

S.A., E. (19 de Septiembre de 2013).  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=532&conID=47170>.

WORL RESOURCES INSTITUTE. 1995. Enviromental Indicators.