

**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**



**ANÁLISIS DE INVERSIÓN PARA LA GESTIÓN INMOBILIARIA EN  
PROYECTOS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA DE HIDROCARBUROS**

:  
David Julián Alberto Henao Miranda  
Giancarlo Ramírez Parra

Trabajo de Grado

Director,  
Ing. Carlos Eduardo Martínez Ibarra Ms.c

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTÁ  
2013**

**Nota de aceptación**

---

**Asesor**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Bogotá D.C., Marzo de 2013**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	10
1. MARCO TEÓRICO.....	13
1.1. MARCO TÉCNICO.....	13
1.2. MARCO JURÍDICO .....	15
2. METODOLOGÍA.....	18
2.1. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES.....	18
2.2. PROCESOS DE LA GESTIÓN INMOBILIARIA .....	19
2.3. ESTRUCTURA DE DIVISIÓN DEL TRABAJO (WBS) .....	20
2.4. DEFINICIÓN E INCLUSIÓN DE RIESGOS .....	21
2.4.1. Riesgos de Entorno .....	22
2.4.2. Riesgos estratégicos.....	22
2.4.3. Riesgos de asignación de recursos .....	23
2.4.4. Riesgos de negocio u operacionales .....	23
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	24
3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO Y SEMICUANTITATIVO DE RIESGOS .....	24
3.2. ELABORACIÓN CRONOGRAMA BASE .....	26
3.3. DIAGRAMA PERT .....	26
3.4. CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN) .....	29
3.5. ANÁLISIS DE INVERSIÓN .....	30
3.5.1. Inclusión de riesgos .....	30
3.5.2. Cálculo de pérdidas esperadas .....	30
3.5.3. Relación Costo Beneficio .....	39
3.5.4. Análisis del VPN con mitigación de riesgos .....	41
BIBLIOGRAFÍA .....	44

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Componentes y etapas en gestión inmobiliaria

Tabla 2. Matriz de Riesgos

Tabla 3. Análisis semicuantitativo

Tabla 4. Listado de actividades

Tabla 5. Actividades de ruta crítica

Tabla 6. Flujo de caja y cálculo del VPN

Tabla 7. Valor de Pérdidas Esperadas asociado a cada riesgo

Tabla 8. Dinero pagado por rescates de secuestrados según sector Millones de pesos de 2003 (1996-2003)

Tabla 9. Cálculo del Valor Esperado

Tabla 10. Definición de Causas Básicas y Medidas de Mitigación

Tabla 11. Cálculo de la relación Beneficio/Costo

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1. Diseño de líneas sísmicas para exploración
- Figura 2. Modelo representativo de los procesos de Gestión Inmobiliaria
- Figura 3. WBS para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica
- Figura 4. Diagrama PERT para gestión inmobiliaria
- Figura 5. Análisis de sensibilidad PE
- Figura 6. Distribución de probabilidad para el valor esperado
- Figura 7. Análisis de tornado valor esperado
- Figura 8. Análisis de araña valor esperado
- Figura 9. Distribución de probabilidad para el VPN-PE
- Figura 10. Distribución de probabilidad comparada para el VPN-PE
- Figura 11. Distribución de probabilidad comparada para el VPN-MITIGACION
- Figura 12. Análisis de sensibilidad para MITIGACION

## GLOSARIO

**AGENCIA OFICIOSA:** La agencia oficiosa o gestión de negocios ajenos, llamada comúnmente gestión de negocios, es un contrato (sic) por el cual el que administra sin mandato los bienes de alguna persona, se obliga para con esta, y la obliga en ciertos casos. *Artículo 2304 del Código Civil.*

**AVALÚO:** Valoración del precio de un bien.

**BIEN INMUEBLE:** Son aquellos bienes que no pueden trasladarse de un lugar a otro, como por ejemplo las tierras. Los edificios, cultivos y mejoras cuando se adhieren permanentemente a un bien inmueble pueden ser considerados como inmuebles por destinación.

**BIENES DEL ESTADO:** Son los bienes de uso público como los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y demás bienes que determine la Ley. Además son inalienables, imprescriptibles e inembargables. *Artículo 63 de la Constitución política de Colombia.*

**BIENES BALDÍOS:** Son todos aquellos bienes inmuebles que se encuentran dentro del territorio nacional (los baldíos se ubican en las áreas rurales, mientras que los ubicados en cascos urbanos se denominan ejidos) y que carecen de propietario, los cuales pertenecen a la nación y deben ser considerados como propiedad del Estado. Hay que aclarar que estos ni son bienes privados ni están siendo destinados al uso público. Su destinación específica es la de ser adjudicados a aquellas personas que los ocupen y exploten económicamente y cuyo uso es exclusivo de esas personas, ya que jamás han tenido un dueño aparente. *Artículo 675 del Código Civil.*

**BIENES OCULTOS:** Son Bienes ocultos de la Nación aquellos que además de estar simplemente abandonados en sentido material por la entidad dueña de ellos, estén en condiciones tales que su carácter de propiedad pública se haya hecho oscuro de tal manera que para que ingresen de nuevo a formar parte del patrimonio común de la nación, se deban ejercer acciones de juicio. *Artículo 1 de la ley 27 de 1935.*

**BIENES PARTICULARES:** Se entiende como un bien que es de propiedad privada o particular.

**BIENES VACANTES:** Los bienes vacantes son los bienes inmuebles que se encuentran dentro del territorio respectivo a cargo de la Nación, sin que se conozca un propietario aparente o conocido. Son Bienes que han perdido a sus dueños por abandono, o su único dueño fallece y no tiene herederos u otra persona a quien trasladar legalmente el Bien. *Artículo 706 del Código Civil.*

**CATASTRO:** Inventario o censo debidamente actualizado y clasificado de los bienes inmuebles perteneciente al Estado y a particulares con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica.

**CÉDULA CATASTRAL:** Identificador predial único establecido por el IGAC, se compone de 20 dígitos o caracteres: 2 indicando el Departamento, 3 indicando el Municipio, 2 indicando el Tipo: Rural (00) o Urbano (01), 2 indicando la Zona o Región, 4 indicando la Vereda, 4 indicando el predio y 3 indicando la mejora.

**CERTIFICADO DE TRADICIÓN Y LIBERTAD:** Documento expedido por las oficinas de instrumentos públicos que contiene los actos jurídicos relacionados con un inmueble escritos en orden cronológico y consecutivo (tradicción) que señala el titular o titulares del dominio de la propiedad, es decir, que acredita la propiedad del inmueble. Se encuentra identificado con código o número denominado **Folio de Matrícula Inmobiliaria**.

**DIAGNÓSTICO CATASTRAL:** Análisis preliminar basado en los registros 1 y 2, las planchas catastrales y demás información que permita identificar el predio en sus componentes físicos, jurídicos y económicos.

**DIAGNÓSTICO JURÍDICO:** Análisis preliminar basado en el folio de matrícula inmobiliaria del bien inmueble que se realiza para determinar los propietarios registrados. No constituye un estudio de títulos.

**ESTUDIO DE TÍTULOS:** Análisis de la información jurídica de un predio que permite determinar la real condición jurídica y fiscal del bien inmueble e identificar el titular del derecho.

**GESTION INMOBILIARIA:** Esta definida por todos los procedimientos necesarios para la obtención de las servidumbres temporales que garanticen la habilitación de áreas, el ingreso, la normal realización de trabajos, el reconocimiento de las indemnizaciones y la firma de los compromisos de cierre con los propietarios, poseedores u ocupantes de los predios dentro del programa de exploración sísmica. Esta gestión se realiza mediante negociación directa o diligencia judicial en los casos que sea necesario bajo lo amparado por la Ley 1274 de 2009.

**GPS:** Es un Sistema Global de Navegación por Satélite que permite determinar la posición de un objeto con precisión aceptable.

**IGAC.** El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial.

**MEJORA:** Edificaciones o construcciones en predio propio no inscritas en el catastro o las instaladas en predio ajeno.

**MUTACIÓN CATASTRAL:** Todo cambio que sobrevenga respecto de los elementos físicos, jurídicos o económicos de los predios cuando sea debidamente inscrito en el Catastro.

**JUSTIPRECIO:** Tasación equitativa de las afectaciones, teniendo en cuenta los gastos y los ingresos sustentados. Sinónimo de Precio Justo.

**OFICINAS DE INSTRUMENTO PÚBLICO:** Entidades adscritas a la Superintendencia de Notariado y Registro encargadas de velar por la información jurídica y pública de los bienes inmuebles. Tienen circunscripción definida en los municipios.

**PLANCHA O CARTA CATASTRAL:** Plano que contiene la cartografía predial en el que se puede identificar las cédulas catastrales de los bienes inmuebles y ubicar geográficamente los predios. Esta información puede conseguirse en formato físico o plano y/o digital.

**POT:** Plan de Ordenamiento Territorial, comprende tanto los esquemas, planes básicos y planes de Ordenamiento Territorial definidos en la ley 388 de 1997 y las demás normas que los modifican o complementan.

**PREDIO:** Inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica o a una comunidad situado en un mismo municipio y no separado por otro predio público o privado.

**REGISTROS 1 Y 2:** Información alfanumérica con codificación acorde a las cédulas catastrales del IGAC que contiene variables físicas, jurídicas y económicas de los predios.

**SERVIDUMBRE:** Derecho real en predio ajeno que limita el dominio en este y que está constituido en favor de las necesidades de quien no es dueño de la servidumbre gravada.

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG):** Según el IGAC es el conjunto de métodos, herramientas y actividades que actúan de manera coordinada y sistemática para recolectar, almacenar, validar, manipular, integrar, analizar, actualizar, extraer y desplegar información tanto gráfica como descriptiva de los elementos considerados con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

**TABLA DE VALORES:** Matriz que contiene información sobre los principales cultivos y usos del suelo en la zona donde se realizará el programa de exploración sísmica y servicios de geofísica, valores a pagar por metro cuadrado de terreno afectado dependiendo de su uso y otros valores por afectaciones.



## RESUMEN

Los proyectos de infraestructura y exploración de hidrocarburos necesitan de áreas de terreno en las cuales se puedan adelantar los trabajos que garanticen el buen desarrollo de los mismos. La exploración de hidrocarburos en su fase inicial se realiza mediante actividades de sísmica que permitan el estudio del subsuelo haciendo trabajos en áreas de terreno específicas. La gestión inmobiliaria se encarga de facilitar el acceso a estas áreas mediante la adquisición de derechos inmobiliarios teniendo en cuenta los componentes físicos, jurídicos, técnicos y sociales de los predios a afectar. Se pretende entonces hacer un análisis de inversión para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos teniendo en cuenta costos, riesgos y utilizando una metodología basada en formulación y gerencia de proyectos.

Palabras claves:

- Gestión inmobiliaria.
- Exploración sísmica de hidrocarburos.
- Adquisición de derechos inmobiliarios.
- Análisis de inversión.
- Formulación de proyectos.
- Gerencia de proyectos.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia los proyectos de la industria de los hidrocarburos requieren de una eficiente gestión del recurso tierra como base para su desarrollo. Por su parte las empresas operadoras de hidrocarburos obtienen imágenes del subsuelo mediante la exploración sísmica de bloques adjudicados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). Por disposición de la ANH estos proyectos deben contar previamente con los permisos y las áreas necesarias para realizar los trabajos de exploración sísmica en los predios a intervenir. Para contar con dichas áreas es necesario calcular el costo o inversión inicial en la adquisición de derechos inmobiliarios, el tiempo que requerirá esta labor, el alcance de las actividades, el recurso humano necesario y la información básica. Este conjunto de tareas pueden definirse como la gestión inmobiliaria del proyecto cuyo objetivo principal es el acceso a las áreas solicitadas. La gestión inmobiliaria debe ser uno de los primeros aspectos que se deben tener en cuenta en el planteamiento de un proyecto de infraestructura así como durante su ejecución y posterior a la construcción.

Bajo la premisa de considerar la industria de hidrocarburos como de utilidad pública y además respetar los derechos sobre la propiedad privada avalados en la constitución nacional se pretende realizar un análisis de inversión para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica a nivel nacional el cual se desarrollará en 5 fases o pasos. Primero se considera el estado del arte, los antecedentes, el marco técnico y el marco jurídico de la gestión inmobiliaria para los proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos. Se explican los conceptos asociados a la gestión y a la exploración sísmica.

Como el análisis de inversión se basa en una metodología de gestión de proyectos se presenta la formulación de un modelo y el diseño de la estructura de división del trabajo (WBS) para la gestión inmobiliaria. En esta parte se explican las fases y procesos de la gestión y se ajusta al marco jurídico. Como tercera fase se definen los riesgos asociados en la parte económica y financiera, los riesgos sociales, los riesgos jurídicos y los riesgos técnicos y operativos para posteriormente incluir las medidas de mitigación necesarias.

En la fase cuatro se identifican las actividades y se ajustan a los tiempos para que mediante el análisis de ruta crítica y diagramas PERT obtener el cronograma base y el diagrama de GANTT. Los tiempos son los reglamentados por la ley 1274 de 2009. Con esta información se calculan los costos en la quinta fase y se determina el presupuesto base de la gestión inmobiliaria incluyendo costos por la mitigación de riesgos. Como resultado se espera obtener el análisis de inversión determinando el VPN a partir del modelo formulado.

Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones producto del análisis de inversión para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos.

## ANTECEDENTES

En Colombia la industria de los hidrocarburos está declarada de utilidad pública en sus ramos de exploración, producción, transporte, refinación y distribución [1], por lo que los predios tanto públicos como privados deberán soportar todas las servidumbres legales que sean necesarias para realizar las actividades de exploración, producción y transporte de los hidrocarburos. Esta servidumbre de ocupación de terrenos comprende el derecho a construir la infraestructura necesaria en campo e instalar todas las obras y servicios propios para beneficio del recurso de los hidrocarburos y del ejercicio de las demás servidumbres que se requieran [1].

La protección legal y constitucional radica en la declaratoria de utilidad pública e interés general de todas aquellas actividades destinadas a la gestión de proyectos, los cuales por su propia trascendencia e importancia representan una gran utilidad para los destinos económicos y sociales del país. En virtud de dicha declaratoria es que se hace necesario incorporar la gestión inmobiliaria, la cual se constituye como la primera etapa a realizar antes de la iniciación y ejecución de las obras. Durante y después de la construcción también debe contarse con la gestión inmobiliaria. Esta consiste en la adquisición de la propiedad, permisos o servidumbres necesarias para el acceso a los inmuebles y para proceder con la construcción de la infraestructura necesaria [2].

La gestión inmobiliaria en los proyectos de exploración sísmica siempre ha sido considerada como un componente de apoyo adicional y suplementario a los trabajos operativos de las empresas que prestan estos servicios y la mayoría de las veces se subestima la importancia que tiene la misma en el buen desarrollo del proyecto. Un aspecto complejo de la gestión, es el de coordinación de los tiempos. Esto quiere decir, lograr que las áreas técnicas de la empresa, supediten los tiempos del proyecto a los tiempos que se requieren para el acercamiento con la comunidad, teniendo en cuenta los diferentes factores que inciden en ella [3]. Esta visión fragmentada proviene de considerar que el objetivo único de la sísmica es obtener imágenes del subsuelo y dar mayor importancia a las fases operativas, además de considerar que las afectaciones causadas en la superficie tienden a ser menores.

Se reduce entonces la gestión inmobiliaria a pagar los valores que los propietarios consideren, en detrimento del desarrollo económico de cada región, sin olvidar que se deben tener en cuenta la importancia de los costos en el proyecto, por lo que es responsabilidad de la compañía incluir esta gestión dentro del presupuesto económico y plazos de ejecución del proyecto. De lo contrario se generarían sobrecostos e inseguridad jurídica que llevarían al decaimiento del mismo o, peor aún, a la quiebra de la compañía [2].

Cabe resaltar que debido al llamado “boom” petrolero que vive el país y la región se han aumentado los proyectos de infraestructura petrolera y de exploración. Este crecimiento del sector ha propiciado el aumento de los conflictos con las comunidades afectadas y la aparición de grupos interesados en frenar proyectos [4].

En contraparte las empresas operadoras son sujetos de responsabilidad en estos ámbitos por causar afectaciones y acciones nocivas que en la mayoría de los casos se mitigan mediante indemnizaciones, pero que en términos de competitividad, sus obligaciones van más allá, puesto que se proyectan hacia las promesas que la sociedad y los mercados esperan de las empresas en términos contributivos [5]. Así la gestión inmobiliaria se entronca a la gestión social de los proyectos.

En Colombia existen pocas empresas que se dedican a la prestación de servicios de gestión inmobiliaria para proyectos de la industria petrolera por lo que muchas veces las propias empresas deciden asumir estos procedimientos y sus respectivos costos o responsabilizar de los mismos a sus contratistas.

La estatal petrolera Ecopetrol S.A. cuenta con una metodología para la indemnización de daños y perjuicios que se causen en las propiedades de los terceros afectados como consecuencia de la construcción, mantenimiento y operación de infraestructura de la empresa [6]. Así mismo tiene una metodología para establecer servidumbres [7]. Estas metodologías están enfocadas a servidumbres permanentes, es decir, derechos de tránsito mediante infraestructura o construcciones como puede ser un poliducto, un pozo de perforación o una vía de acceso. Sin embargo no existe una metodología ni un modelo para el manejo de servidumbres temporales como las establecidas por la exploración sísmica.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. MARCO TÉCNICO

La cadena productiva de los hidrocarburos comprende las etapas de exploración sísmica, perforación exploratoria, producción, refinación, transporte y comercialización [8]. Estas etapas se realizan sobre terrenos públicos o privados a excepción de la etapa de comercialización.

Por su parte la exploración sísmica es un método que se utiliza para conocer las capas de las rocas que se encuentran debajo de la tierra, el cual consiste en emitir ondas de sonido a través de generadores de energía (sismigel) que viajan por medio de las capas de rocas y son registradas por unos instrumentos llamados geófonos. La exploración sísmica se realiza para obtener una imagen del subsuelo que muestra la forma o trampa donde se pudo haber acumulado un recurso natural. La actividad de exploración sísmica se realiza mediante las siguientes fases operativas:

1. Topografía: Se abren caminos angostos en el terreno y, con la ayuda de instrumentos topográficos, se trazan líneas de varios kilómetros para obtener la orientación del curso de la línea sísmica.

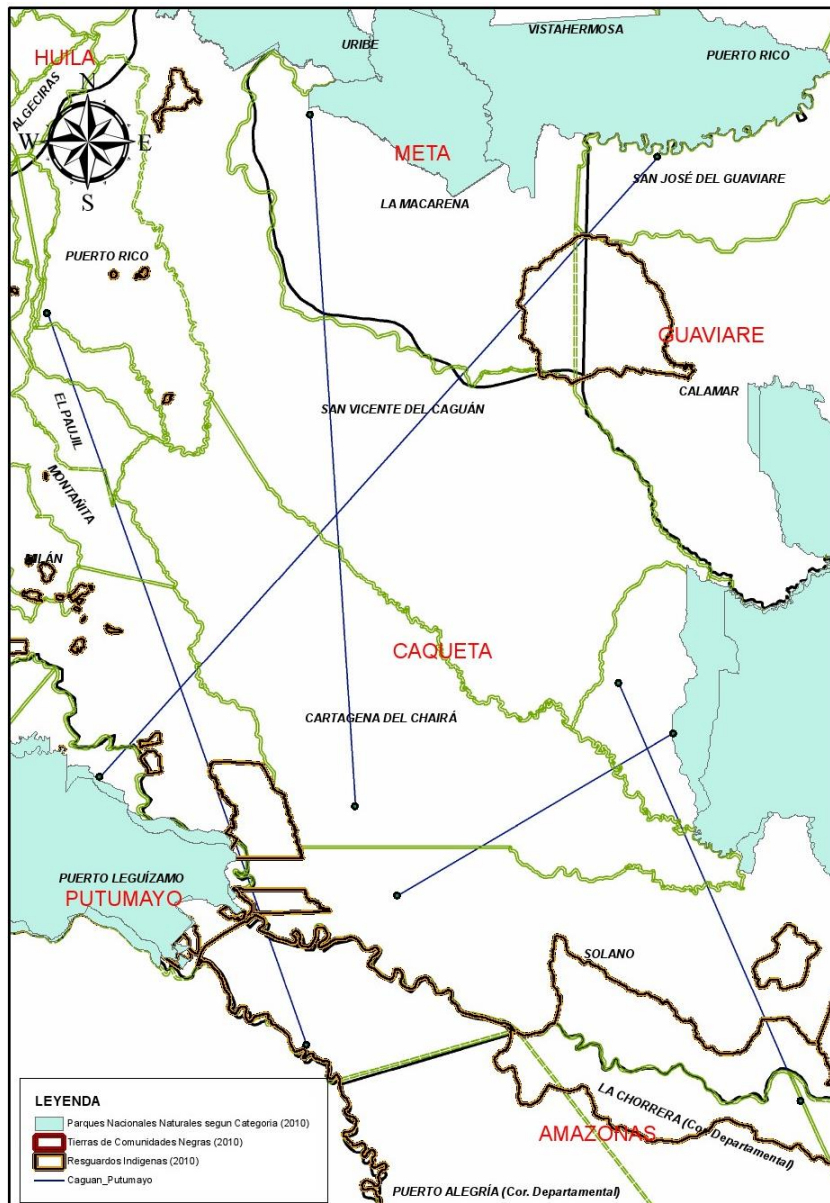
2. Perforación: Se abren huecos pequeños sobre la línea, en los cuales se introduce los generados de energía (sismigel) para producir las ondas.

3. Registro: Se fijan los geófonos al terreno y se unen a través de cables, los cuales tienen como función registrar las ondas emitidas por los generadores de energía. Las ondas de energía atraviesan las capas de rocas que hay debajo de la tierra, éstas se devuelven hasta la superficie y llegan a los geófonos, los cuales reciben la información y la transmiten a un computador que genera el producto final [8]. Durante el registro, la información procedente de los geófonos se almacena en cintas o discos duros dependiendo del sistema de registro y de los instrumentos disponibles. Estos datos son suministrados al procesador quien al final crea una sección sísmica (2D) o un volumen de datos (3D) para que el intérprete analice los resultados y determine si es viable la perforación de pozos de producción [9].

4. Restauración: La compañía que desarrolla el estudio sísmico tiene la obligación de abandonar el área en buenas condiciones técnicas, sociales y ambientales [8].

Para desarrollar el proceso de exploración sísmica se necesitan ciertos requisitos previos como: una consulta previa cuando la actividad se va a desarrollar en territorio de grupos étnicos, ésta puede durar desde un día hasta un tiempo indefinido; la Dirección de Etnias del Ministerio del Interior y de Justicia tiene como tiempo promedio para la realización de una consulta previa un mes [3]. La obtención de permisos de aprovechamiento de recursos naturales ante la Corporación Autónoma Regional, cabe anotar que la exploración sísmica es una actividad considerada de bajo impacto y por lo tanto no requiere licencia ambiental a menos que se requiera la construcción de vías para el tránsito vehicular [10]. La compañía ejecutora debe

explicar a la comunidad, de manera clara y precisa, las actividades que quiere desarrollar y si el proyecto pasa por predios privados se deben obtener los permisos de servidumbre y realizar las compensaciones a las que haya lugar [8].



**Figura 1.** Diseño de líneas sísmicas para exploración

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. 2012

Los trabajos de exploración sísmica implican varios impactos ambientales, siendo los más significativos para los propietarios de los predios los ocasionados a los suelos, la hidrología, la vegetación y la fauna. Siendo el impacto ambiental el cambio neto en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales [11]. En cuanto a los impactos

sociales se tiene la afectación por uso de la tierra, los accesos y vías de comunicación, impacto a construcciones y servicios (Agua, desagüe, luz), valores, costumbres y restos arqueológicos, además de todos los posibles efectos causados por el desarrollo del programa sísmico sobre el componente social del área de influencia, relacionados con la calidad de vida, la participación y la generación de conflictos [12].

Ante estos impactos que deben ser reconocidos se nota nuevamente la dicotomía entre el respeto a la propiedad privada establecido por la constitución y la declaración de la industria como de utilidad pública, sin embargo, Colombia no es un país netamente petrolero y debe continuar explorando yacimientos de petróleo y gas. Cualquier situación que desaliente la exploración geofísica tendrá repercusiones macroeconómicas que conducirán sin duda a la reducción del producto per cápita del colombiano medio con similar impacto sobre el bienestar en términos de la reducción de inversiones del Estado [13]. De hecho el Ministerio de Minas y Energía ha hecho un llamado a las empresas petroleras para que aumenten sus inversiones en exploración y no se concentren sólo en buscar mayores niveles de producción [14]. Se resalta nuevamente la importancia de la gestión inmobiliaria para la industria y el país.

## **1.2. MARCO JURÍDICO**

El sustento jurídico que soporta este análisis de inversión para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica comprende estamentos que van desde la constitución política de Colombia y las leyes relacionadas directamente con la industria de los hidrocarburos hasta acuerdos del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) pasando por las reglamentarias del catastro nacional por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). A continuación se detallan y señalan los elementos utilizados de cada una de ellas:

La Constitución Política de Colombia de 1991 en su artículo 58 sostiene que se garantiza la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivo de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social... Por motivos de utilidad pública o de interés social definidos por el legislador, podrá haber expropiación mediante sentencia judicial e indemnización previa. Esta se fijará consultando los intereses de la comunidad y del afectado. En los casos que determine el legislador, dicha expropiación podrá adelantarse por vía administrativa, sujeta a posterior acción contenciosa administrativa, incluso respecto del precio... Con todo, el legislador, por razones de equidad, podrá determinar los casos en que no haya lugar al pago de indemnización... Las razones de equidad, así como los motivos de utilidad pública o de interés social, invocados por el legislador, no serán controvertibles judicialmente [15].

La Ley 1274 del 5 de enero de 2009 por la cual se establece el procedimiento de avalúo para las servidumbres petroleras declara la industria como de utilidad pública, así mismo indica como es el proceso de negociación directa y el procedimiento en caso de que esta sea fallida mediante la solicitud de avalúo de perjuicios. Diferencia entre los significados de ocupación permanente y ocupación transitoria: Se entiende por obras de carácter permanente la construcción de carreteras, la de oleoductos, la de campamentos, la instalación de equipos de perforación, las instalaciones necesarias para la operación y fiscalización de la actividad en el campo, la instalación de líneas de flujo y demás semejantes. Cuando se trate de obras o labores que impliquen ocupación de carácter transitorio, la indemnización amparará períodos hasta de seis (6) meses. Se entiende por ocupación de carácter transitorio la ejecución de trabajos de exploración superficial con aparatos de geofísica, trazados de oleoductos, de carreteras, etc., que impliquen destrucción de cercas, apertura de trochas o senderos de penetración, excavaciones superficiales y otras análogas. Además define el procedimiento en caso de concurrencia de servidumbres [1].

La Resolución 2555 de 1988 del IGAC define y reglamenta el catastro nacional de bienes inmuebles en sus aspectos físicos, jurídicos, fiscales y económicos y las mutaciones o cambios en estos mismos aspectos, además de los avalúos catastrales de dichos bienes. Así mismo establece las normas catastrales y los procesos de formación, conservación y actualización catastral y las obligaciones que para con el catastro deben tener los ciudadanos y las instituciones. Se define el predio como unidad básica del catastro y se aclara el concepto de mejora como edificaciones o construcciones en predio propio no inscritas en el catastro o en predio ajeno [16].

En el Código Civil se define una servidumbre como un gravamen impuesto sobre un inmueble en beneficio de otro perteneciente a distinto dueño, el inmueble a cuyo favor está constituida la servidumbre, se llama predio dominante; el que la sufre, predio sirviente. Se explica la diferencia entre servidumbres que pueden ser: continuas o discontinuas, aparentes o no aparentes. Continuas son aquellas cuyo uso es o puede ser incesante, sin la intervención de ningún hecho del hombre. Discontinuas son las que se usan a intervalos más o menos largos y dependen de actos del hombre. Aparentes, las que se anuncian y están continuamente a la vista por signos exteriores, que revelan el uso y aprovechamiento de las mismas. No aparentes, las que no presentan indicio alguno exterior de su existencia. Así mismo las servidumbres son positivas o negativas. Se llama positiva la servidumbre que impone al dueño del predio sirviente la obligación de dejar hacer alguna cosa o de hacerla por sí mismo, y negativa la que prohíbe al dueño del predio sirviente hacer algo que le sería lícito sin la servidumbre. También se explica los modos de adquirir las servidumbres, los derechos y obligaciones y los modos de extinguirse las servidumbres. Por otra parte el Código Civil también define los bienes baldíos (Art. 675) como todos aquellos bienes inmuebles que se encuentran dentro del territorio nacional (los baldíos se ubican en las áreas rurales, mientras que los ubicados en cascos urbanos se denominan ejidos) y que carecen de propietario, los cuales pertenecen a la nación y deben ser considerados como propiedad del Estado. Hay que aclarar que estos ni son bienes privados ni están siendo destinados al uso



público. Su destinación específica es la de ser adjudicados a aquellas personas que los ocupen y exploten económicamente y cuyo uso es exclusivo de esas personas, ya que jamás han tenido un dueño aparente. Los bienes vacantes (Art. 706) son los bienes inmuebles que se encuentran dentro del territorio respectivo a cargo de la Nación, sin que se conozca un propietario aparente o conocido. Son Bienes que han perdido a sus dueños por abandono, o su único dueño fallece y no tiene herederos u otra persona a quien trasladar legalmente el Bien [17].

El acuerdo 172 de 2009 del INCODER determina las extensiones mínimas y máximas de baldíos adjudicables, en unidades agrícolas familiares que trata la ley 1152 de 2007. Este acuerdo establece doce zonas relativamente homogéneas y los rangos de área a adjudicar en cada una de ellas [18].

Por último la Resolución 068 de 2005 adopta como único dátum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS por lo que toda la información cartográfica y geográfica que se utilice debe encontrarse referenciada a este sistema [19].

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

La gestión inmobiliaria juega un papel muy importante como facilitador de las áreas necesarias por los proyectos, además de sustentar el componente espacial y geográfico del proyecto. Se hace pues necesario identificar las necesidades que permitirán plantear soluciones al problema [20].

Entre las necesidades que se identificaron para un proceso de gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos se destacan los siguientes:

- Solicitud de áreas de trabajo por parte de los clientes en tiempos acordes con la gestión.
- Obtener información preliminar: cartografía predial, registros 1 y 2, certificados de tradición y libertad, estudio de cultivos de la región.
- Realizar diagnósticos jurídico-catastrales y análisis previo de valores.
- Ubicar geográficamente el proyecto en campo.
- Apoyo en la socialización del proyecto con la comunidad.
- Calcular los precios a ser pagados en las indemnizaciones y elaboración de tablas de valores.
- Adquisición de permisos y derechos inmobiliarios.
- Llegar a acuerdos con los propietarios mediante la negociación directa y consolidar esta por medio de contratos de servidumbres temporales firmados y formalizados.
- Presentar demandas de solicitud de procedimiento de avalúo para servidumbre petrolera cuando la negociación sea fallida.
- Entrega de áreas de trabajo al área operativa tanto de predios con permiso como de áreas entregadas por juez competente.
- Acompañamiento en los procesos operativos de topografía, perforación y registro.
- Atención de PQRS (Preguntas-Quejas-Reclamos-Sugerencias)
- Identificación y ajuste por afectaciones adicionales.
- Pago de las indemnizaciones por afectaciones realmente causadas y afectaciones adicionales.
- Firma de paz y salvo con cada propietario de los predios por donde se realice el proyecto.
- Apoyo obtención de paz y salvo con instituciones.
- Cierre del proyecto y entrega de informe final.

Las necesidades identificadas se pueden relacionar o agrupar por diferentes componentes: técnico, social, jurídico, económico. Además se deben registrar estos componentes en diferentes etapas de tiempo del proyecto como son: Preliminar, pre-operativa, operativa, cierre y abandono [21]. Los componentes y etapas se detallan en la tabla 1.

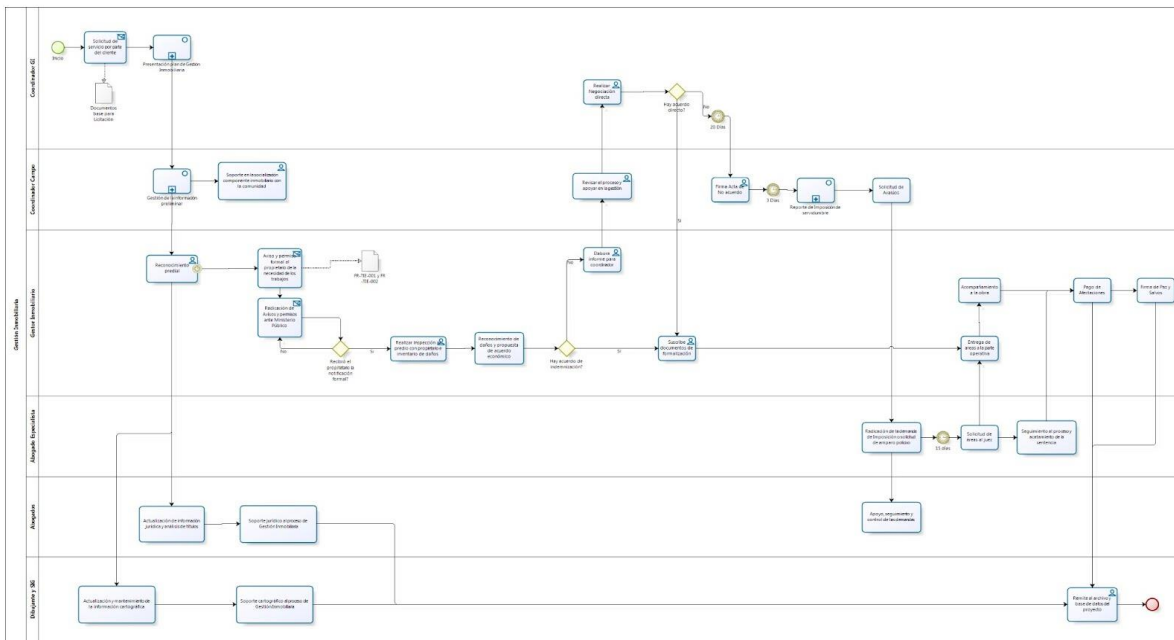
**Tabla 1.** Componentes y etapas en gestión inmobiliaria

ETAPA/COMPONENTE	TÉCNICO	JURÍDICO	SOCIAL	ECONÓMICO
PRELIMINAR	Identificación áreas de trabajo			
	Obtención información preliminar			
	Elaboración diagnósticos catastrales	Elaboración diagnósticos jurídicos		Análisis de valores
PRE-OPERATIVA	Ubicación geográfica en campo		Socialización del proyecto	Cálculo de precios por indemnizaciones
	Identificación de afectaciones en predios			Elaboración tabla de valores
	Solicitud de permisos y firma de acuerdos	Apoyo al proceso de negociación directa	Apoyo al proceso de negociación directa	Apoyo al proceso de negociación directa
	Determinación de negociaciones fallidas			Elaboración de avalúos de servidumbre
	Elaboración de planos soporte a la demanda			
		Presentación demandas imposición de servidumbre		
	Acompañamiento a peritos en cada predio	Seguimiento a proceso de imposición de servidumbre		
Entrega de áreas de trabajo a la parte operativa	Recepción de áreas entregadas por el juez			
OPERATIVA	Acompañamiento en proceso de topografía, perforación y registro	Apoyo a la etapa operativa	Atención de PQRS	Apoyo a la etapa operativa
	Ajuste por afectaciones adicionales			
	Pago por indemnizaciones de daños y acuerdos de servidumbre			
CIERRE Y ABANDONO	Apoyo en la etapa de restauración			
	Firma de paz y salvos por pago en cada predio		Apoyo obtención de paz y salvo con instituciones	
	Elaboración y entrega de informe final para el cliente			

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

## 2.2. PROCESOS DE LA GESTIÓN INMOBILIARIA

Los procesos en gestión inmobiliaria se entienden como el conjunto de actividades que deben seguirse en cada etapa o fase y en orden secuencial [21]. Por ejemplo la ley 1274 de 2009 establece unos tiempos para el proceso de negociación directa y otros para la presentación de la demanda de solicitud de avalúos, si alguno no se cumple se puede desfasar o demorar más de lo previsto acarreando costos mayores al programa de exploración. En la figura 1 se puede observar el proceso o modelo base de gestión inmobiliaria para proyectos de exploración sísmica, además se explica el proceso general.



**Figura 2.** Modelo representativo de los procesos de Gestión Inmobiliaria

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. 2011

- **INCORPORACIÓN DE GESTIÓN INMOBILIARIA:** La gestión inmobiliaria comienza con la incorporación de la misma en la planeación de los proyectos a partir de los parámetros establecidos por los clientes.

- **DISEÑO Y PRESENTACIÓN PLAN DE GESTIÓN INMOBILIARIA:** A partir de la información base recibida se elabora un plan de gestión inmobiliaria para cada proyecto específico que garantice los siguientes componentes: Introducción al proyecto, Objetivos de la gestión, Riesgos para la gestión, procesos y actividades, Cronograma de trabajo, equipo y recursos, indicadores de gestión.
- **GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN PRELIMINAR:** Análisis de la información con la que se cuenta para desarrollar la gestión inmobiliaria. Esta etapa comprende la adquisición y estructuración de la información en sus aspectos cartográficos, catastrales y jurídicos.
- **RECONOCIMIENTO PREDIAL Y GESTIÓN INMOBILIARIA:** Se basa en la plena identificación de los aspectos jurídicos, físicos y económicos de los predios afectados por un proyecto. Así como de la gestión inmobiliaria desde la notificación a los propietarios/poseedores/tenedores hasta el pago de las afectaciones cuando la negociación directa es posible.
- **PROCESO DE SOLICITUD DE AVALÚOS:** En los casos en que la negociación directa no surte efecto se procede a la solicitud de avalúos para iniciar el trámite de imposición de servidumbre.
- **ACOMPAÑAMIENTO A LA PARTE OPERATIVA:** Esta etapa consiste en la entrega de áreas a la parte operativa y el acompañamiento durante la topografía, la perforación y el registro. En esta etapa se reconocen los adicionales y se definen las afectaciones totales reales.
- **PAGO DE AFECTACIONES:** Entrega de los respectivos montos por las afectaciones causadas en las etapas operativas.
- **OBTENCIÓN DE PAZ Y SALVOS:** Firma con los propietarios de los Paz y salvo por las obras causadas.
- **CIERRE Y ENTREGA DEL PROYECTO:** Esta etapa se refiere a la compilación y entrega de la documentación e información generada por el proyecto desde el componente inmobiliario.

### 2.3. ESTRUCTURA DE DIVISIÓN DEL TRABAJO (WBS)

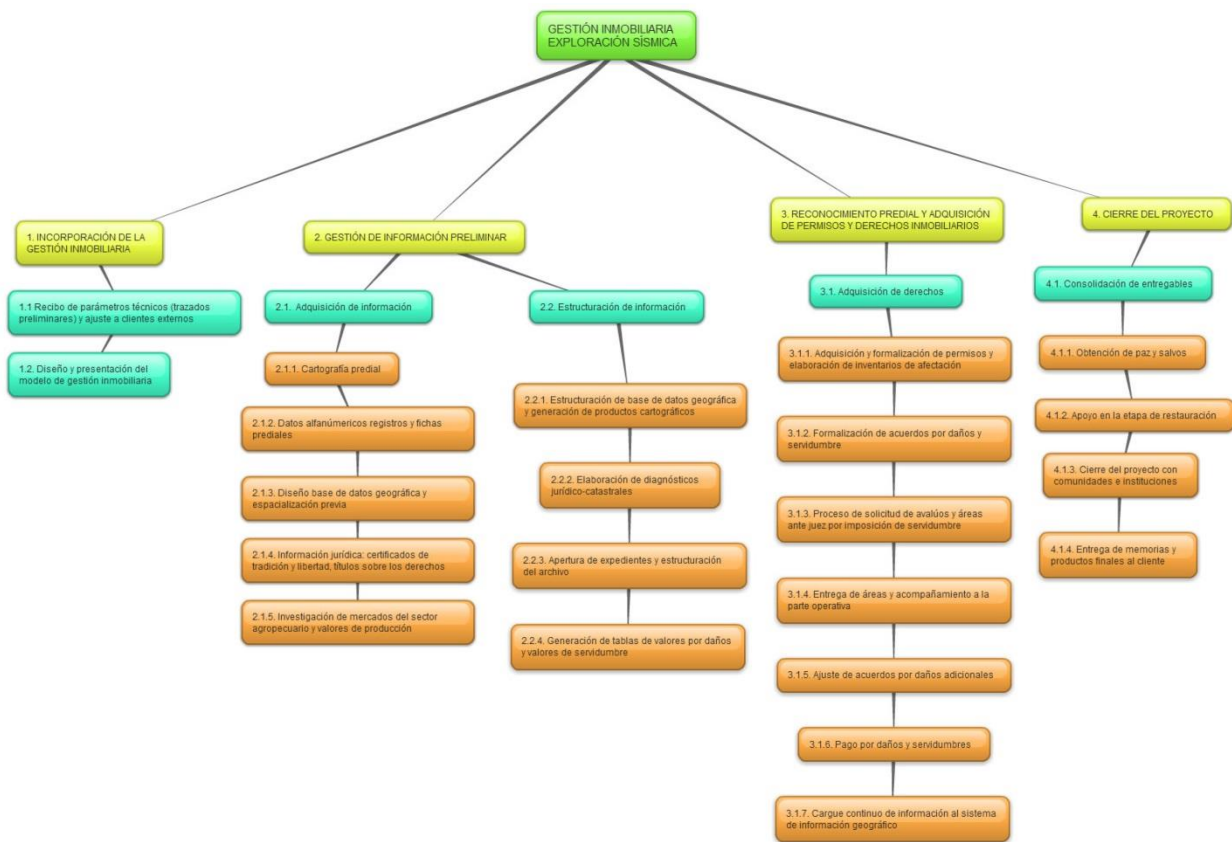
La WBS (Work Breakdown Structure) o estructura de división o desglose del trabajo se realizan para subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar [22]. Esta descomposición jerárquica a medida que desciende representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto [23]. El alcance es definido como la gestión inmobiliaria para los proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos y se encuentra ubicado en la posición más alta, a su vez este alcance se encuentra directa e intrínsecamente

relacionado con el objetivo del proyecto. En la Figura 2 el alcance se observa en color verde oscuro.

La primera fila o división superior (color amarillo) divide las cuatro tareas más grandes de desglose:

1. La incorporación de la gestión inmobiliaria en el proyecto macro de los clientes
2. La gestión de la información preliminar
3. La adquisición de los permisos y derechos inmobiliarios respectivos
4. El cierre del proyecto

La siguiente fila (color azul) describe las tareas contenedoras mediante una definición general y por último la fila de color naranja define las tareas de manera más detallada. A partir de esta última fila se definen las actividades que posteriormente van a establecer la ruta crítica y el cronograma base del proyecto.



**Figura 3.** WBS para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. 2011

## 2.4. DEFINICIÓN E INCLUSIÓN DE RIESGOS

Un proyecto de exploración sísmica se encuentra expuesto a un rango muy amplio de riesgos por lo que se hace más que necesario la identificación y gestión de los

mismos. Se plantea identificar y clasificar los riesgos como estratégicos, de entorno, de asignación de recursos y de negocio u operacionales. Los **riesgos de entorno** son aquellos externos a los procedimientos internos del proyecto. Los **riesgos estratégicos** están asociados a la formulación estratégica, en la que se analiza el medio para detectar problemas u oportunidades por cuenta de los competidores o por variaciones en la demanda. Los **riesgos de asignación de recursos** ocurren en las fases de captura de información, evaluación, toma de decisiones y ejecución. Los **riesgos de negocio u operacionales** se presentan durante la ejecución de los programas e iniciativas incorporadas en el presupuesto del proyecto [24].

A continuación se listan los riesgos que pueden afectar el proyecto, cabe señalar que cada número significa el código con el cual se va a identificar el riesgo:

#### **2.4.1. Riesgos de Entorno**

1. Desconocimiento de la ley 1274 por parte del gobierno local
2. Variación en los valores comerciales de la tierra
3. Corrupción de las instituciones locales e intimidación institucional al proyecto
4. Fluctuaciones en tasas de cambio y de interés
5. Oposición al proyecto por parte de entes locales
6. Secuestro y/o retención ilegal de trabajadores
7. atentados contra la seguridad física de los trabajadores
8. Robo de equipos
9. Robo de información
10. Altas expectativas económicas de los propietarios o poseedores
11. Presencia de intermediarios o negociadores adversos
12. Sanciones por operar sin estudios de consulta previa
13. Construcción de vías de acceso sin licencia ambiental
14. Desastres naturales (inundaciones, lluvias, terremotos, tormentas)
15. Información cartográfica desactualizada
16. Bloqueos de comunidades

#### **2.4.2. Riesgos estratégicos**

17. Alteración de valores por presencia de otras compañías en la zona
18. Cancelación unilateral del proyecto
19. Modificación unilateral del proyecto
20. Multas por daño ambiental
21. Quiebre de la empresa
22. Demandas por incumplimiento del cronograma
23. Baja disponibilidad de efectivo en caja
24. Retraso por demoras de proveedores
25. Paro del proyecto por falta de permisos
26. Multas o pago de pólizas por retrasos

### **2.4.3. Riesgos de asignación de recursos**

27. Falta de equipo tecnológico adecuado
28. Falta o inexistencia de información previa
29. Inexperiencia del personal
30. Desconocimiento de las tecnologías apropiadas
31. Deserción o renuncia de los trabajadores
32. Sustracción del personal por parte de competidores
33. Imposibilidad de movilizar el personal
34. Pérdida de información
35. Desmotivación del personal
36. Planeación deficiente
37. Poca disponibilidad de recursos

### **2.4.4. Riesgos de negocio u operacionales**

38. Flujo de información no autorizada
39. Sobrecostos jurídicos por procesos de imposición
40. Insatisfacción del cliente con los procesos
41. Re-procesos por falta de información
42. Fraude interno
43. Brechas en el rendimiento de gestión
44. Fallas en equipos
45. Identificación errónea de predios
46. Conflictos de interés
47. Falla en las comunicaciones
48. Pérdida de personal por conductas inapropiadas
49. Infraestructura deficiente
50. Demandas de terceros no previstas
51. Pagos adicionales no planeados
52. Afectación a la reputación de la empresa y la operadora-cliente
53. Gestión de información preliminar deficiente
54. Sentencia adversa por demandas de imposición de servidumbre
55. Demora en la entrega de áreas a la fase operativa
56. Paro de trabajos por daños adicionales o inconformidades
57. Falta de liderazgo y pérdida de límites de autoridad
58. Sobrecostos por solicitudes no aprobadas a clientes
59. Pérdida de credibilidad por alargue del cronograma
60. Negación a firma de paz y salvos por parte de propietarios
61. Negación a firma de paz y salvos por parte de instituciones
62. Sobrecostos por reconocimiento de daños adicionales no planeados
63. Gestión adicional por reasignación de tareas
64. Inconformidad por estudio de valores de servidumbre.

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO Y SEMICUANTITATIVO DE RIESGOS

No todos los riesgos identificados son críticos, ni a todos se les puede prestar el mismo nivel de atención. Por lo que se hace necesario evaluarlos y priorizarlos mediante el análisis cualitativo o matriz de riesgos [24].

En la Tabla 2 se observa la matriz de riesgos para la gestión inmobiliaria en un proyecto de sismica. En el eje vertical se evalúa la probabilidad de que el riesgo se materialice en una escala que va del remoto (5% de probabilidad), poco probable (15% de probabilidad), moderado (30% de probabilidad), probable (70% de probabilidad) y casi cierto (100% de probabilidad).

**Tabla 2.** Matriz de Riesgos

PROBABILIDAD	100%	70	CASI CIERTO			10		
	70%	50	PROBABLE			1,15,17,28,43,58,62	5,11,23,39,51	6,54
	30%	25	MODERADO		31,46,64	8,9,29,32,48,59,63	2,16,33,53	25,50,55
	15%	10	POCO PROBABLE		4,30,35,44,49	24,34,36,45	3,26,37,40,60,61	7,14,22,52,56
	5%	5	REMOTO		47	27,38	12,13,20,41,57	18,19,21,42
					5	10	20	35
				INSIGNIFICATIVO	MENOR	MODERADO	MAYOR	CALIFICADO
				IMPACTO				

Fuente: Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

En el eje horizontal de la matriz de riesgo se evalúa el impacto que puede tener la materialización del mismo en el proyecto y tiene una escala que va del Insignificativo (5 de Impacto), menor (10 de Impacto), moderado (20 de Impacto), mayor (35 de Impacto) y calificado (50 de Impacto).

La combinación de la matriz permite clasificar los riesgos y dar prioridad en la mitigación de aquellos que sean más críticos. El criterio de selección está definido por una tabla de colores que van del verde que identifica aquellos riesgos que se encuentran en el umbral de poca probabilidad e impacto menor. El color amarillo contiene los riesgos que se encuentran en un nivel moderado y el rojo los riesgos más críticos. Para este ejercicio nos vamos a centrar en los riesgos que caen en la zona crítica (color rojo), sin embargo los riesgos que quedan por fuera deben tenerse en cuenta y en lo posible procurar medidas y recursos para mitigarlos.

Luego de realizar la evaluación cualitativa se tiene que de los 62 riesgos identificados inicialmente se van a analizar 37 en la posterior evaluación semi-cuantitativa. Estos



37 riesgos son los más críticos según la matriz el análisis semicuantitativo se pretende asignar valores numéricos a las escalas utilizadas [24].

**Tabla 3.** Análisis semi-cuantitativo

ID	RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	PXI	PESO
1	1	50	20	1.000	2,86
2	2	25	35	875	2,50
3	3	10	35	350	1,00
4	5	50	35	1.750	5,00
5	6	50	50	2.500	7,14
6	7	10	50	500	1,43
7	10	70	20	1.400	4,00
8	11	50	35	1.750	5,00
9	14	10	50	500	1,43
10	15	50	20	1.000	2,86
11	16	25	35	875	2,50
12	17	50	20	1.000	2,86
13	18	5	50	250	0,71
14	19	5	50	250	0,71
15	21	5	50	250	0,71
16	22	10	50	500	1,43
17	23	50	35	1.750	5,00
18	25	25	50	1.250	3,57
19	26	10	35	350	1,00
20	28	50	20	1.000	2,86
21	33	25	35	875	2,50
22	37	10	35	350	1,00
23	39	50	35	1.750	5,00
24	40	10	35	350	1,00
25	42	5	50	250	0,71
26	43	50	20	1.000	2,86
27	50	25	50	1.250	3,57
28	51	50	35	1.750	5,00
29	52	10	50	500	1,43
30	53	25	35	875	2,50
31	54	50	50	2.500	7,14
32	55	25	50	1.250	3,57
33	56	10	50	500	1,43
34	58	50	20	1.000	2,86
35	60	10	35	350	1,00
36	61	10	35	350	1,00
37	62	50	20	1.000	2,86
VALOR TOTAL DEL RIESGO				35.000	100,00

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

Al multiplicar la probabilidad por el Impacto de la matriz de riesgo tenemos el análisis semicuantitativo que se observa en la Tabla 3. Al sumar cada PXI se presenta un valor total del riesgo de 35.000 puntos. A partir de este valor se puede calcular el

peso que tiene cada riesgo y comparar aquellos que son más significativos dentro de los riesgos críticos. Para este ejercicio los riesgos más representativos son:

5. Oposición al proyecto por parte de entes locales
6. Secuestro y/o retención ilegal de trabajadores
11. Presencia de intermediarios o negociadores adversos
23. Baja disponibilidad de efectivo en caja
39. Sobrecostos jurídicos por procesos de imposición
51. Pagos adicionales no planeados
54. Sentencia adversa por demandas de imposición de servidumbre
10. Altas expectativas económicas de los propietarios o poseedores
25. Paro del proyecto por falta de permisos
50. Demandas de terceros no previstas
55. Demora en la entrega de áreas a la fase operativa

Después de haber realizado el análisis cualitativo y semicuantitativo se obtienen estos 11 riesgos que deben ser priorizados en su mitigación.

### **3.2. ELABORACIÓN CRONOGRAMA BASE**

En esta parte del proyecto se explican los procesos requeridos para garantizar el cumplimiento del proyecto en un tiempo determinado. Para este ejercicio se van a utilizar los procesos de Gestión del Tiempo del Proyecto definido en la metodología PMI [20]:

- **Definición de Actividades:** Se identifican las actividades específicas que permitan adelantar la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica.
- **Secuencia de Actividades:** Se identifican y documentan las interrelaciones entre las actividades.
- **Estimar Recursos:** Se estiman el tipo y cantidades de materiales, personal, equipos, etc. necesarios para ejecutar cada actividad.
- **Estimar la duración de Actividades:** Consiste en establecer la cantidad de períodos necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados previamente.
- **Desarrollo del Cronograma:** Esta parte consiste en analizar la secuencia de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma, así mismo se definen las precedencias y sucesiones.

### **3.3. DIAGRAMA PERT**

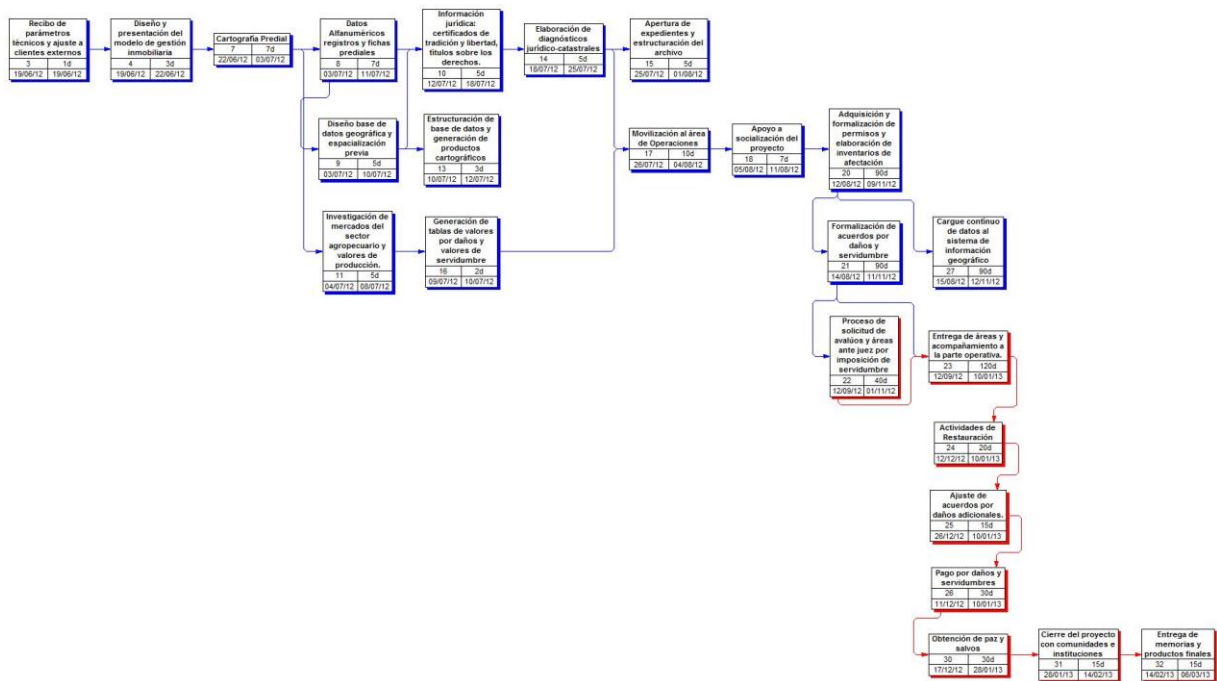
A continuación se presenta el diagrama PERT en el cual se puede observar las precedencias y los tiempos que necesita cada actividad.

En los proyectos de exploración sísmica el recurso tiempo es muy exigente, dado que son proyectos cortos para la industria de los hidrocarburos [25] que en promedio pueden demorarse de 8 a 9 meses en su ejecución dependiendo de la calidad y el tipo de imagen que el cliente solicite.

**Tabla 4.** Listado de actividades

ID	ACTIVIDAD	Duración
1	Gestión Inmobiliaria	198,25 días
1.1	Incorporación de la Gestión Inmobiliaria	4 días
1.1.1	Recibo de parámetros técnicos y ajuste a clientes externos	1 día
1.1.2	Diseño y presentación del modelo de gestión inmobiliaria	3 días
1.2	Gestión de Información Preliminar	29 días
1.2.1	Adquisición de Información	19 días
1.2.1.1	Cartografía Predial	7 días
1.2.1.2	Datos Alfanuméricos registros y fichas prediales	7 días
1.2.1.3	Diseño base de datos geográfica y espacialización previa	5 días
1.2.1.4	Información jurídica: certificados de tradición y libertad, títulos sobre los derechos.	5 días
1.2.1.5	Investigación de mercados del sector agropecuario y valores de producción.	5 días
1.2.2	Estructuración de Información	18,38 días
1.2.2.1	Estructuración de base de datos y generación de productos cartográficos	3 días
1.2.2.2	Elaboración de diagnósticos jurídico-catastrales	5 días
1.2.2.3	Apertura de expedientes y estructuración del archivo	5 días
1.2.2.4	Generación de tablas de valores por daños y valores de servidumbre	2 días
1.3	Movilización al área de Operaciones	10 días
1.4	Apoyo a socialización del proyecto	7 días
1.5	Adquisición de derechos	114,13 días
1.5.1	Adquisición y formalización de permisos y elaboración de inventarios de afectación	90 días
1.5.2	Formalización de acuerdos por daños y servidumbre	90 días
1.5.3	Proceso de solicitud de avalúos y áreas ante juez por imposición de servidumbre	40 días
1.5.4	Entrega de áreas y acompañamiento a la parte operativa.	120 días
1.5.5	Actividades de Restauración	20 días
1.5.6	Ajuste de acuerdos por daños adicionales.	15 días
1.5.7	Pago por daños y servidumbres	30 días
1.5.8	Cargue continuo de datos al sistema de información geográfico	90 días
1.6	Cierre del proyecto	60 días
1.6.1	Consolidación de entregables	60 días
1.6.1.1	Obtención de paz y salvos	30 días
1.6.1.2	Cierre del proyecto con comunidades e instituciones	15 días
1.6.1.3	Entrega de memorias y productos finales	15 días

Fuente: Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012



**Figura 4.** Diagrama PERT para gestión inmobiliaria  
**Fuente:** Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

De esta manera la gestión inmobiliaria para un proyecto de exploración sísmica promedio tiene un tiempo de ejecución de 199 días (6 meses). Las actividades que definen la ruta crítica del proyecto son:

**Tabla 5.** Actividades de ruta crítica

ID	ACTIVIDAD
1.1.1	Recibo de parámetros técnicos y ajuste a clientes externos
1.1.2	Diseño y presentación del modelo de gestión inmobiliaria
1.2.1.1	Cartografía Predial
1.2.1.2	Datos Alfanuméricos registros y fichas prediales
1.2.1.4	Información jurídica: certificados de tradición y libertad, títulos sobre los derechos.
1.2.2.2	Elaboración de diagnósticos jurídico-catastrales
1.3	Movilización al área de Operaciones
1.4	Apoyo a socialización del proyecto
1.5.1	Adquisición y formalización de permisos y elaboración de inventarios de afectación
1.5.2	Formalización de acuerdos por daños y servidumbre
1.5.3	Proceso de solicitud de avalúos y áreas ante juez por imposición de servidumbre
1.5.4	Entrega de áreas y acompañamiento a la parte operativa.
1.5.5	Actividades de Restauración
1.5.6	Ajuste de acuerdos por daños adicionales.
1.5.7	Pago por daños y servidumbres
1.6.1.1	Obtención de paz y salvos
1.6.1.2	Cierre del proyecto con comunidades e instituciones
1.6.1.3	Entrega de memorias y productos finales

**Fuente:** Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

### 3.4. CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN)

El valor presente neto (VPN) es un indicador de los estados financieros presupuestados, que son el reflejo del lugar en donde se quiere colocar la empresa de acuerdo con los objetivos fijados en el proyecto [26]. Se presenta así el flujo de caja para la gestión inmobiliaria en proyectos de exploración sísmica para posteriormente calcular el VPN y determinar si la oportunidad de negocio ofrece una rentabilidad mínima [26].

**Tabla 6.** Flujo de caja y cálculo del VPN

EGRESOS	PERÍODOS						
	-	1	2	3	4	5	6
SALARIO COORDINADOR GESTIÓN	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000
SALARIO COORDINADOR CAMPO	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
SALARIO GESTORES	\$ 0	\$ 0	\$ 24.000.000	\$ 24.000.000	\$ 24.000.000	\$ 24.000.000	\$ 24.000.000
SALARIO PROFESIONAL SIG	\$ 0	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
SALARIO AUXILIAR SIG	\$ 0	\$ 0	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
SALARIO PROFESIONAL JURÍDICO	\$ 0	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
PAGO VEHÍCULOS	\$ 5.400.000	\$ 5.400.000	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000
PAGO NAVEGADORES	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 7.200.000	\$ 7.200.000	\$ 7.200.000	\$ 7.200.000
PAGO CÁMARAS	\$ 0	\$ 0	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
PAGO CELULARES	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000
PAGO NOTIFICACIONES	\$ 0	\$ 0	\$ 6.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO FOLIOS	\$ 0	\$ 3.750.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO CONSULTAS	\$ 0	\$ 33.900	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO ESCRITURAS	\$ 0	\$ 1.305.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO COPIAS	\$ 0	\$ 1.350.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO PLANCHAS CATASTRALES	\$ 0	\$ 771.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO AVALÚOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 12.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO HONORARIOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 30.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO PERITO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 12.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO PERITO IGAC	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 9.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ 15.040.000</b>	<b>\$ 29.249.900</b>	<b>\$ 86.100.000</b>	<b>\$ 143.100.000</b>	<b>\$ 80.100.000</b>	<b>\$ 80.100.000</b>	<b>\$ 80.100.000</b>
<b>INGRESOS</b>							
SALARIO COORDINADOR GESTIÓN	\$ 8.965.000	\$ 8.965.000	\$ 8.965.000	\$ 8.965.000	\$ 8.965.000	\$ 8.965.000	\$ 8.965.000
SALARIO COORDINADOR CAMPO	\$ 6.520.000	\$ 6.520.000	\$ 6.520.000	\$ 6.520.000	\$ 6.520.000	\$ 6.520.000	\$ 6.520.000
SALARIO GESTORES	\$ 0	\$ 0	\$ 39.120.000	\$ 39.120.000	\$ 39.120.000	\$ 39.120.000	\$ 39.120.000
SALARIO PROFESIONAL SIG	\$ 0	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000
SALARIO AUXILIAR SIG	\$ 0	\$ 0	\$ 3.260.000	\$ 3.260.000	\$ 3.260.000	\$ 3.260.000	\$ 3.260.000
SALARIO PROFESIONAL JURÍDICO	\$ 0	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000	\$ 5.705.000
PAGO VEHÍCULOS	\$ 6.102.000	\$ 6.102.000	\$ 30.510.000	\$ 30.510.000	\$ 30.510.000	\$ 30.510.000	\$ 30.510.000
PAGO NAVEGADORES	\$ 0	\$ 0	\$ 7.920.000	\$ 7.920.000	\$ 7.920.000	\$ 7.920.000	\$ 7.920.000
PAGO CÁMARAS	\$ 0	\$ 0	\$ 2.970.000	\$ 2.970.000	\$ 2.970.000	\$ 2.970.000	\$ 2.970.000
PAGO CELULARES	\$ 154.000	\$ 154.000	\$ 770.000	\$ 770.000	\$ 770.000	\$ 770.000	\$ 770.000
PAGO NOTIFICACIONES	\$ 0	\$ 0	\$ 6.300.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO FOLIOS	\$ 0	\$ 3.937.500	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO CONSULTAS	\$ 0	\$ 35.595	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO ESCRITURAS	\$ 0	\$ 1.370.250	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO COPIAS	\$ 0	\$ 1.417.500	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO PLANCHAS CATASTRALES	\$ 0	\$ 809.550	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO AVALÚOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 12.600.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO HONORARIOS	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 31.500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO PERITO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 12.600.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
PAGO PERITO IGAC	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 9.450.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 21.741.000</b>	<b>\$ 40.721.395</b>	<b>\$ 117.745.000</b>	<b>\$ 177.595.000</b>	<b>\$ 111.445.000</b>	<b>\$ 111.445.000</b>	<b>\$ 111.445.000</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>\$ 6.701.000</b>	<b>\$ 11.471.495</b>	<b>\$ 31.645.000</b>	<b>\$ 34.495.000</b>	<b>\$ 31.345.000</b>	<b>\$ 31.345.000</b>	<b>\$ 31.345.000</b>
<b>VALOR PRESENTE</b>	<b>\$ 6.701.000</b>	<b>\$ 11.355.667</b>	<b>\$ 31.009.186</b>	<b>\$ 33.460.626</b>	<b>\$ 30.098.082</b>	<b>\$ 29.794.181</b>	<b>\$ 29.493.349</b>
<b>VPN</b>	<b>\$ 171.912.091</b>						

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

### **3.5. ANÁLISIS DE INVERSIÓN**

El análisis financiero se puede entender como un proceso que comprende la recopilación, interpretación, comparación y estudio de los estados financieros de un negocio [27].

Al calcular los respectivos flujos de caja para los 6 meses que dura el proyecto se tuvieron en cuenta como egresos los costos del personal necesario para cumplir los objetivos de la gestión, los insumos y recursos incluyendo el cálculo de los costos causados por el proceso de solicitud de avalúos ante juez competente (según el listado de los riesgos con mayor probabilidad).

Los ingresos se calcularon a partir del factor multiplicador que el mercado ha definido para proyectos en el sector de los hidrocarburos, así tenemos que para los salarios se aplica un factor de 1.63, para vehículos un  $f=1.13$ , para insumos y honorarios adicionales  $f= 1.05$ . El cálculo del VPN indica que la gestión inmobiliaria estimada para un proyecto de exploración sísmica asciende a \$171.912.091.

#### **3.5.1. Inclusión de riesgos**

Una vez calculado el VPN se incluyen los riesgos que previamente se habían seleccionado en la etapa de evaluación cualitativa y semi-cuantitativa. Para poder incluir los riesgos en el análisis se va a aplicar el método de cálculo de pérdidas esperadas. Así mismo se hace un análisis del indicador costo/beneficio que permita evaluar la conveniencia económica de las actividades de mitigación de riesgos y el impacto respectivo en el análisis de inversión.

#### **3.5.2. Cálculo de pérdidas esperadas**

Al comparar el VPN con lo que puede costar que se materialicen los riesgos con más peso se puede observar que la etapa operativa puede verse afectada y generar pérdidas para los inversionistas. En condiciones de incertidumbre como las que atañen a los proyectos de exploración sísmica se le puede calcular un promedio aritmético denominado valor esperado.

En términos financieros, al valor esperado se le da el nombre de Valor Monetario Esperado [24] y se pretende utilizar para sustentar la toma de decisiones de inversión toda vez que existen riesgos asociados a la viabilidad futura. Es por esto que se va a llevar la totalidad de impactos de los riesgos a términos económicos y determinar la pérdida esperada (PE) máxima.

A continuación se presentan las PE asociadas a cada uno de los riesgos. Se plantearon tres escenarios con cada riesgo para calcular la PE media. Así mismo se explica riesgo por riesgo como se fue calculando cada una de las PE de tal manera que se pueda cuantificar y aportar al análisis financiero.

**Tabla 7.** Valor de Pérdidas Esperadas asociado a cada riesgo

Consideraciones PE		Valor PE
5. PE Mínimo	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (sin movilización)	\$ 17.191.209
5. PE Medio	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (con movilización)	\$ 68.764.836
5. PE Máximo	Cancelación del proyecto	\$ 171.912.091
6. PE Mínimo	Retención 1 mes	\$ 47.729.888
6. PE Medio	Retención 6 meses	\$ 257.789.888
6. PE Máximo	Retención 12 meses	\$ 509.861.888
11. PE Mínimo	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (sin movilización)	\$ 17.191.209
11. PE Medio	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (con movilización)	\$ 68.764.836
11. PE Máximo	Pago máximo por presión operativa	\$ 120.338.464
23. PE Mínimo	Pérdida de Factor multiplicador	\$ 114.608.061
23. PE Medio	Aumento de costos (financiamiento)	\$ 143.260.076
23. PE Máximo	Paro del servicio de gestión	\$ 214.890.114
39. PE Mínimo	Pago por los costos del proceso	\$ 66.150.000
39. PE Medio	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (con movilización)	\$ 68.764.836
39. PE Máximo	Pago de acuerdos inflados sin soporte	\$ 103.147.255
51. PE Mínimo	Pago de daños adicionales no reembolsables	\$ 51.573.627
51. PE Medio	Imposibilidad de cerrar el proyecto por falta de paz y salvos	\$ 85.956.046
51. PE Máximo	Pago de acuerdos inflados sin soporte	\$ 103.147.255
54. PE Mínimo	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (con movilización)	\$ 68.764.836
54. PE Medio	Pago de acuerdos inflados sin soporte	\$ 103.147.255
54. PE Máximo	Cancelación del proyecto	\$ 171.912.091
10. PE Mínimo	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (sin movilización)	\$ 17.191.209
10. PE Medio	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (con movilización)	\$ 68.764.836
10. PE Máximo	Cancelación del proyecto	\$ 171.912.091
25. PE Mínimo	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (sin movilización)	\$ 17.191.209
25. PE Medio	Retrasos en el inicio de la etapa operativa (con movilización)	\$ 68.764.836
25. PE Máximo	Cancelación del proyecto	\$ 171.912.091
50. PE Mínimo	Sobrecostos al proyecto	\$ 51.573.627
50. PE Medio	Demoras en el cierre del proyecto	\$ 68.764.836
50. PE Máximo	Sanciones e incapacidad de contratar	\$ 137.529.673
55. PE Mínimo	Retrasos en la etapa de movilización	\$ 68.764.836
55. PE Medio	Sobrecostos por recursos no utilizados	\$ 103.147.255
55. PE Máximo	Cancelación del proyecto	\$ 171.912.091

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

El valor de la PE para el riesgo No. 5 y para el riesgo No. 11 se calculó al considerar el costo que genera el retraso en el inicio de la etapa operativa con la movilización del personal a campo. La probabilidad que los entes locales se opongan y que la presencia de intermediarios adversos retrase el proyecto es del 50%.

Oposición al proyecto por parte de entes locales Presencia de intermediarios o negociadores adversos			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
5,11	50%	\$ 68.764.836,40	\$ 34.382.418,20



El riesgo No.6 asociado al fenómeno del secuestro y la retención ilegal de trabajadores se estima a partir de las estadísticas de Fondelibertad y de la Fundación País Libre [28].

Secuestro y/o retención ilegal de trabajadores			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
6	50%	\$ 257.789.887,50	\$ 128.894.943,75

Así mismo se analizan los costos directos para la empresa representados en el pago de rescates y los costos indirectos al considerar la Pérdida de Capital Humano Asociada con el Tiempo de Cautiverio de Secuestrados [29] (PCHATCS) definido por la siguiente ecuación:

$$PCHATCS = \sum_{k=1}^K (12 \times W \times TC) \quad (1)$$

Donde:

$$W = \text{salario mensual}$$

$$TC = \text{Tiempo de Cautiverio medido en meses} \quad (2)$$

**Tabla 8.** Dinero pagado por rescates de secuestrados según sector  
Millones de pesos de 2003  
(1996-2003)

SECTOR	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	TOTAL
PROFESIONAL	11.734,0	2.619,6	8.968,5	3.057,7	9.745,5	2.228,8	6.692,5	696,5	45.743,1
COMERCIANTE	5.893,3	2.489,6	3.973,1	11.393,3	3.492,3	4.147,7	3.734,5	1.641,4	36.765,1
SIN ESTABLECER	8.768,0	5.236,3	2.340,7	3.610,2	1.222,9	827,7	1.397,8	897,0	24.300,6
GANADERO	2.341,2	2.963,5	6.354,3	1.678,2	2.008,3	1.930,3	678,4	371,0	18.325,1
MENOR	802,6	231,9	9.415,6	1.146,7	936,4	37,4	179,1	95,0	12.844,8
AGRICULTOR	57,8	785,3	1.232,7	191,2	537,2	1.130,7	959,8	805,5	5.700,2
ESTUDIANTE	304,7	423,1	958,6	1.562,6	474,3	1.475,5	123,0	68,0	5.389,8
TRANSPORTE	0,0	125,2	222,6	47,8	18,3	124,8	3.210,7	10,8	3.760,2
AMA DE CASA	398,3	956,2	697,6	34,5	372,4	196,2	127,2	145,0	2.927,4
SERVIDOR PUBLICO	139,4	253,9	132,0	314,7	810,7	213,2	560,7	100,0	2.524,5
POLITICO	29,9	423,1	652,6	115,5	463,9	280,1	138,9	0,0	2.104,0
PENSIONADO	99,6	0,0	683,1	53,1	7,6	34,0	508,3	30,8	1.416,4
NO PROFESIONAL	0,0	0,0	72,5	132,8	36,6	82,2	194,2	174,3	692,6
PERIODISTA	65,7	0,0	0,0	0,0	0,0	22,7	0,0	0,0	88,4
VINCULADO ADMINISTRACION PUBLICA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	53,0	0,0	58,7
FUERZA PUBLICA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	11,7	0,0	40,0
RELIGIOSO	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	0,0	4,2	0,0	28,7
<b>TOTAL</b>	<b>30.634,5</b>	<b>16.507,6</b>	<b>35.703,8</b>	<b>23.338,3</b>	<b>20.150,8</b>	<b>12.765,4</b>	<b>18.574,1</b>	<b>5.035,1</b>	<b>162.709,6</b>

Fuente: Fondelibertad, Cálculos: DNP-DJS-GEGAL, 2003

El pago de rescate promedio para profesionales es de 5.717.888 y por una retención de 6 meses se tiene un PCHATCS= \$216.000.000. A este valor se suma un adicional del 16,7% del valor del PCHATCS. La probabilidad que se presenten secuestros de trabajadores es del 50%



Para el riesgo No. 23 el cálculo de la PE se hace a partir de considerar la pérdida del factor multiplicador junto al aumento de los costos financieros por venta de facturas o solicitud de préstamos no contemplados. La probabilidad de que sea necesario aumentar dichos costos para una empresa de sismica mediana es del 50%

Baja disponibilidad de efectivo en caja			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
23	50%	\$ 143.260.075,84	\$ 71.630.037,92

El valor de la PE para el riesgo No. 39 y para el riesgo No. 51 se calculó al considerar el costo que genera la imposibilidad de cerrar el proyecto en la etapa operativa con la movilización del personal a campo. La probabilidad que los costos jurídicos por los procesos de imposición y el pago de daños adicionales no reembolsables es del 50%.

Sobrecostos jurídicos por procesos de imposición Pagos adicionales no planeados			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
39,51	50%	\$ 85.956.045,51	\$ 42.978.022,75

El riesgo No. 54 hace referencia a la posibilidad de una sentencia adversa por las demandas de imposición de servidumbre presentadas cuyo valor de PE se asocia con el pago de acuerdos inflados sin soporte que corresponde en promedio al 60% del VPN. Se considera que la probabilidad que una sentencia adversa se presente es del 50%

Sentencia adversa por demandas de imposición de servidumbre			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
54	50%	\$ 103.147.254,61	\$ 51.573.627,30

El valor de la PE por las altas expectativas del proyecto se da al considerar el costo que genera el retraso en el inicio de la etapa operativa con la movilización del personal a campo. Se presenta una probabilidad alta del 70%.

Altas expectativas económicas de los propietarios o poseedores			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
10	70%	\$ 68.764.836,40	\$ 48.135.385,48

El valor de la PE para el riesgo No. 25 y para el riesgo No. 50 se calculó al considerar el costo que genera el retraso en el inicio de la etapa operativa con la movilización del personal a campo. La probabilidad que se presente un paro del proyecto por falta de permisos o demandas de terceros afectados y que retrase el proyecto es del 25%.

Paro del proyecto por falta de permisos Demandas de terceros no previstas			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
25, 50	25%	\$ 68.764.836,40	\$ 17.191.209,10

Por último el valor de la PE por la demora en la entrega de áreas se da al considerar el costo que genera el retraso en el inicio de la etapa operativa con la movilización del personal a campo. Se presenta una probabilidad baja del 25%.

Demora en la entrega de áreas a la fase operativa			
RIESGO	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
55	25%	\$ 103.147.254,61	\$ 25.786.813,65

**Tabla 9.** Cálculo del Valor Esperado

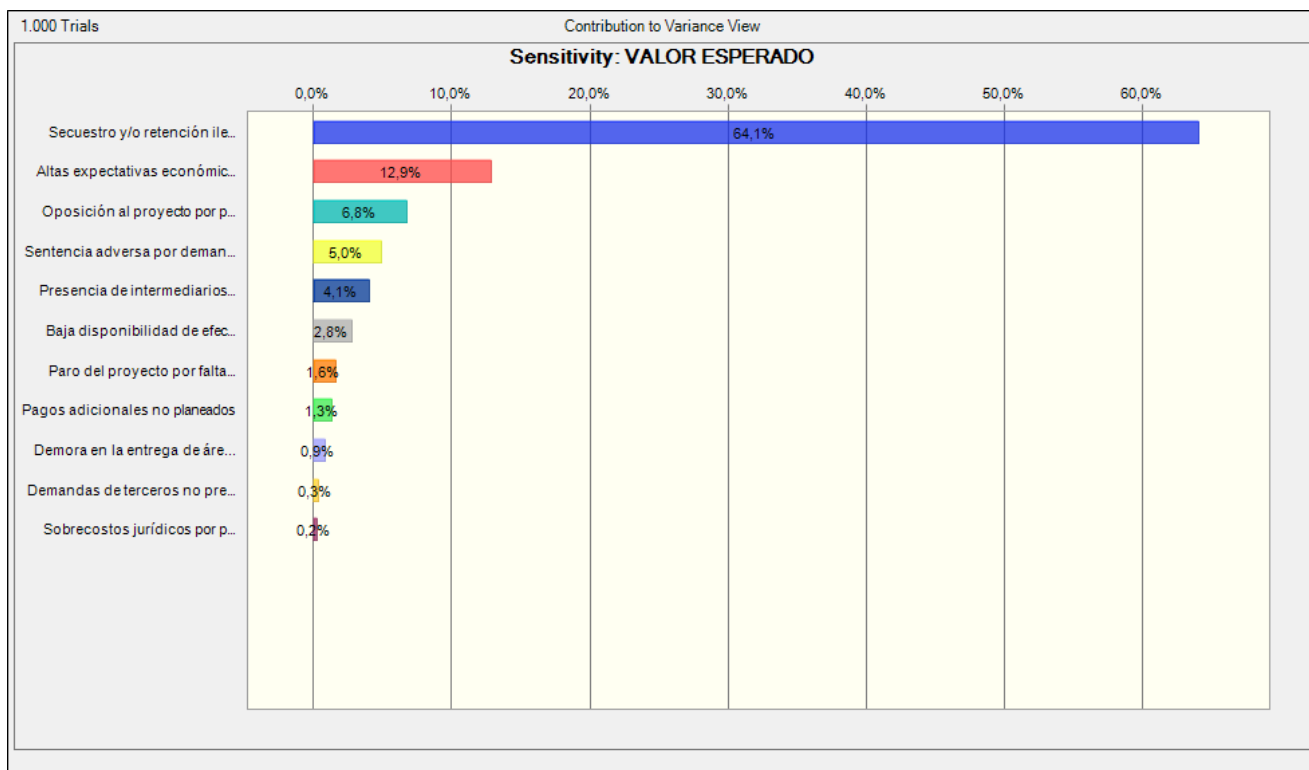
RIESGO	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD	VALOR ESPERADO	P*PE MEDIO
5.	Oposición al proyecto por parte de entes locales	50%	\$ 68.764.836	\$ 34.382.418
6.	Secuestro y/o retención ilegal de trabajadores	50%	\$ 257.789.888	\$ 128.894.944
11.	Presencia de intermediarios o negociadores adversos	50%	\$ 68.764.836	\$ 34.382.418
23.	Baja disponibilidad de efectivo en caja	50%	\$ 143.260.076	\$ 71.630.038
39.	Sobrecostos jurídicos por procesos de imposición	50%	\$ 85.956.046	\$ 42.978.023
51.	Pagos adicionales no planeados	50%	\$ 85.956.046	\$ 42.978.023
54.	Sentencia adversa por demandas de imposición de servidumbre	50%	\$ 103.147.255	\$ 51.573.627
10.	Altas expectativas económicas de los propietarios o poseedores	70%	\$ 68.764.836	\$ 48.135.385
25.	Paro del proyecto por falta de permisos	25%	\$ 68.764.836	\$ 17.191.209
50.	Demandas de terceros no previstas	25%	\$ 68.764.836	\$ 17.191.209
55.	Demora en la entrega de áreas a la fase operativa	25%	\$ 103.147.255	\$ 25.786.814
			<b>VALOR ESPERADO</b>	\$ 515.124.108
			<b>VPN</b>	\$ 171.912.091
			<b>VPN-PE</b>	\$ (343.212.017)

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

El valor de la PE máxima asciende a \$515.124.108 siendo un valor muy superior al VPN y significa que de materializarse todos los riesgos se tendría una pérdida de \$343.212.017 lo que indudablemente favorece la inclusión de la mitigación de riesgos al análisis de inversión del proyecto.

Al hacer el análisis de sensibilidad sobre el valor esperado se nota que el riesgo que más impacta el VPN es el secuestro y retención ilegal en un porcentaje del 64,1% seguido de las altas expectativas económicas de los propietarios con un 12,9%; la oposición al proyecto por parte de entes locales con un 6,8%; una sentencia adversa

en un proceso de imposición de servidumbre con un 5,0%; Presencia de intermediarios adversos con un 4,1%; Baja disponibilidad de efectivo en un 2,8%; el paro del proyecto por falta de permisos con un 1,6%; los pagos adicionales no planeados en un 1,3%; la demora en la entrega de áreas en un 0,9%; demandas de terceros no previstas en un 0,3% y el de menor impacto el riesgo de sobrecostos en los procesos jurídicos de imposición con un 0,2%.



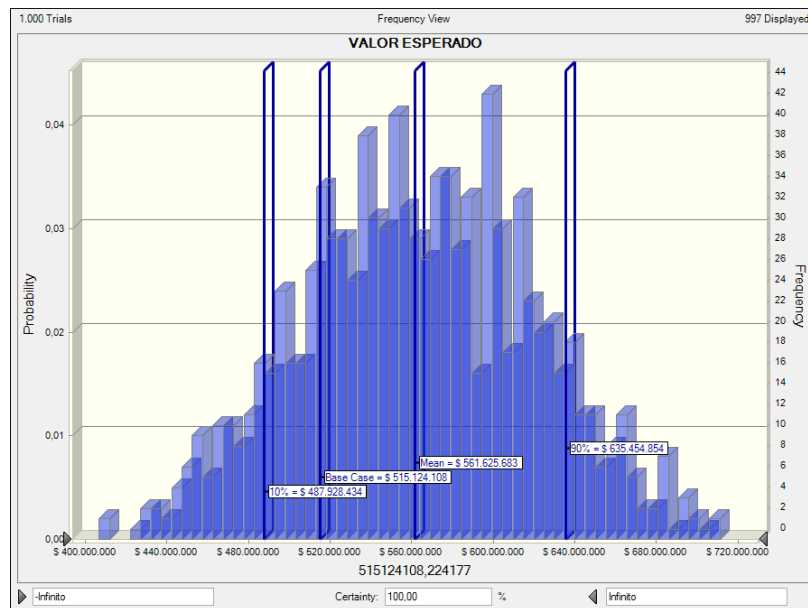
**Figura 5.** Análisis de sensibilidad PE

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

El análisis de sensibilidad tiene en cuenta todos los riesgos una vez corrida la simulación de Montecarlo teniendo en cuenta una distribución de probabilidad. La simulación de Montecarlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen los sistemas de cómputo para generar número pseudo-aleatorios y automatizar cálculos [30]. La simulación se encarga de crear un modelo matemático del proceso o actividad que se quiere analizar, para este caso la pérdida esperada por materialización de los riesgos cuantificados, identificando las variables cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. Una vez identificadas dichas variables se lleva a cabo un experimento consistente en generar muestras aleatorias (valores concretos) para estas variables y analizar el comportamiento del sistema ante los valores generados [31].

Al correr la simulación de Montecarlo sobre el valor esperado se obtiene una distribución de probabilidad en la que se puede ver como la pérdida esperada o

pérdida esperada máxima se encuentra subvalorada al ser menor a la media con un valor de \$561.625.683 en comparación a los \$515.124.108 estimados inicialmente y se encuentra más cercana al Percentil 10.

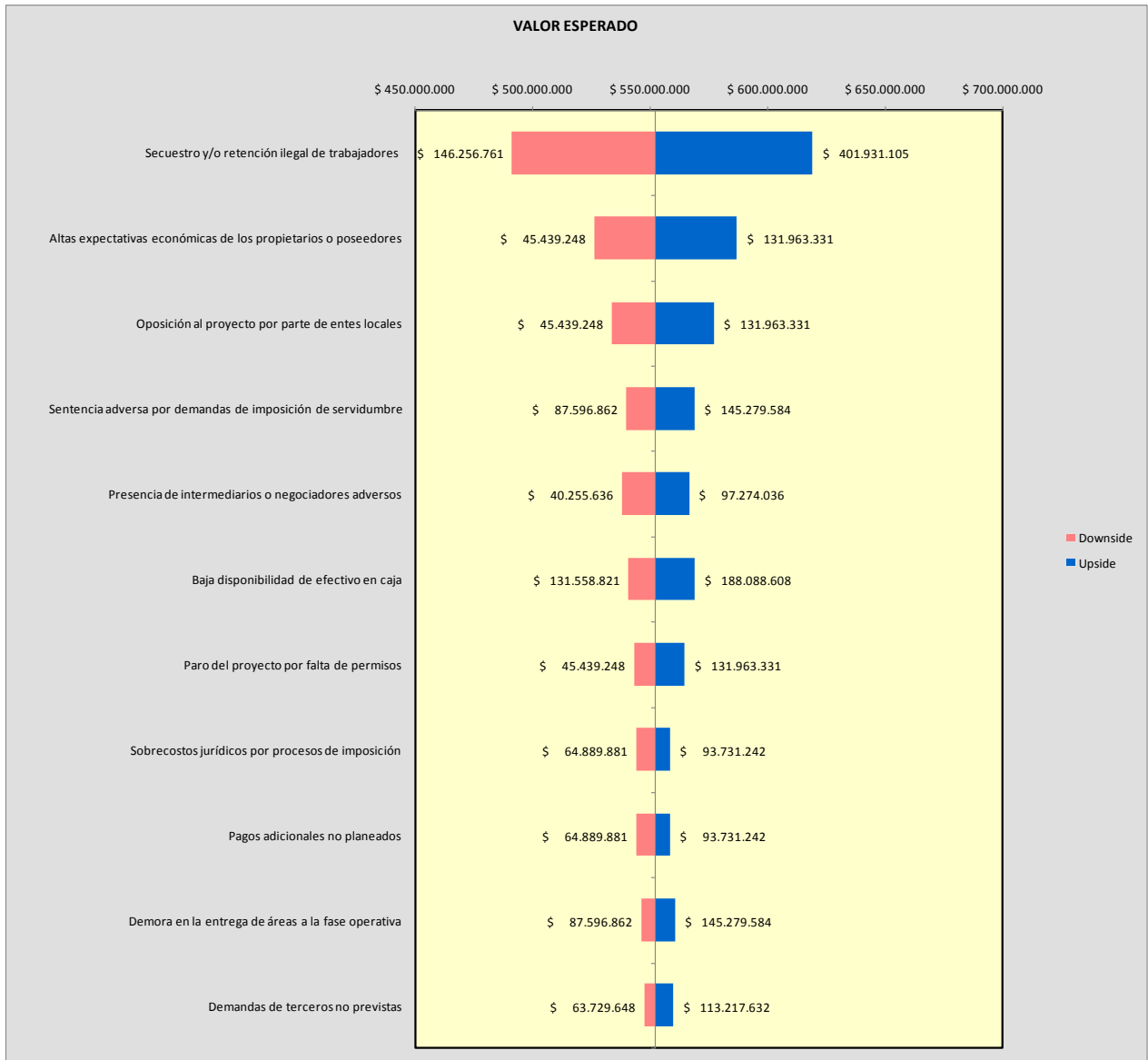


**Figura 6.** Distribución de probabilidad para el valor esperado

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

La simulación también permite comparar el impacto de los riesgos en el valor de la pérdida esperada aparte del análisis de sensibilidad. El análisis de tornado muestra el impacto que en pesos tiene cada riesgo sobre el valor de la PE.

Se observa así que el valor que más impacta, coincidiendo con el análisis de sensibilidad, es el secuestro y retención ilegal seguida por las altas expectativas económicas de los propietarios y otros. Pero en el caso del riesgo por sobrecosto jurídico esta tiene un mayor peso en valores reales que los pagos adicionales no planeados, la demora en la entrega de áreas a la etapa operativa y por último la demanda de terceros no prevista. Se puede determinar entonces que los riesgos que más impactan son los más costosos y tienen una disposición a aumentar el valor de la PE como tal. Pero aun así en el riesgo que menos impacto se tiene sigue siendo mayor al VPN por lo que se presentaría siempre pérdida y sería necesario diseñar métodos de mitigación.



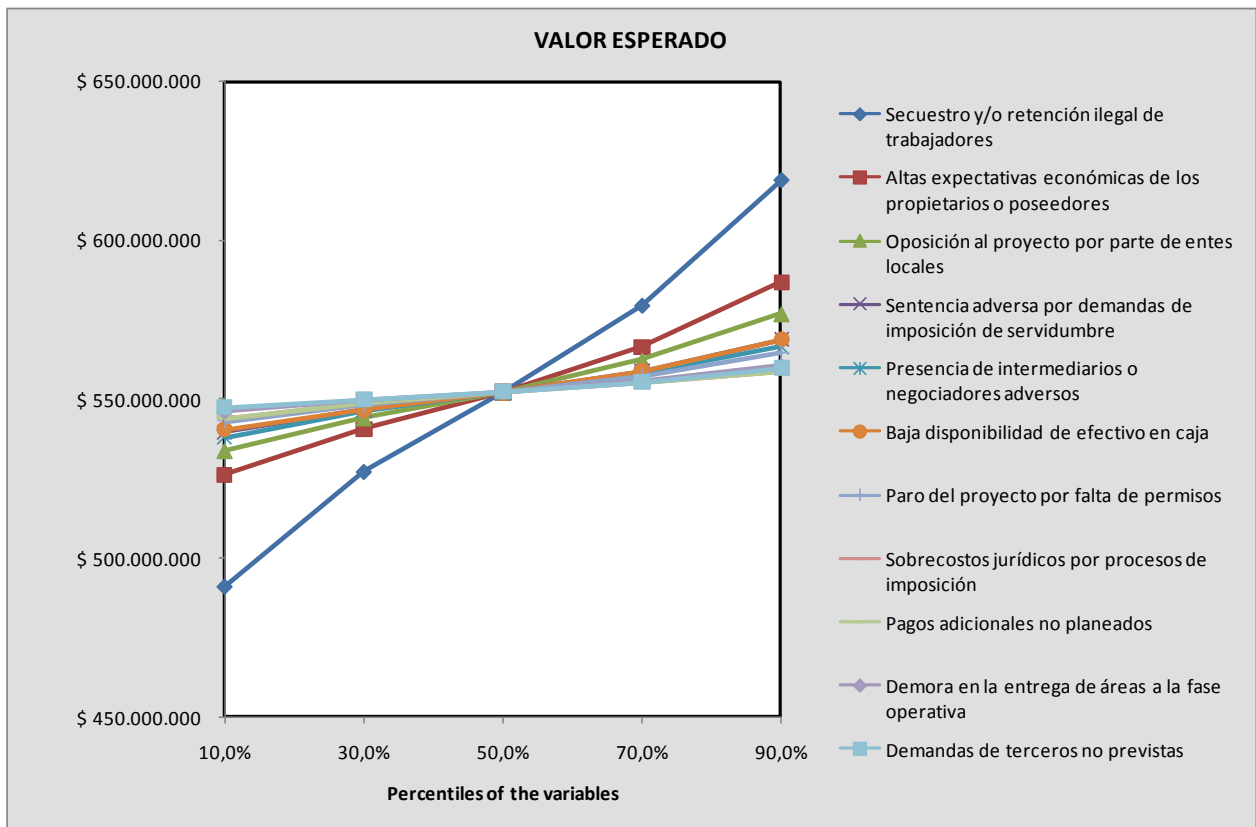
**Figura 7.** Análisis de tornado valor esperado

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

El análisis de araña por su parte permite comparar el impacto de los riesgos pero tiene en cuenta la relación entre los percentiles de las variables y el valor de cada PE. Se observa entonces que el riesgo que más impacto es el que tiene mayor pendiente en la respectiva figura.

Para este caso el secuestro y retención ilegal de trabajadores es la curva con mayor pendiente, sigue las altas expectativas económicas de los propietarios o poseedores y la oposición al proyecto por parte de los entes locales. Luego sigue un grupo de riesgos que tienen un impacto medio parecido como la presencia de intermediarios adversos, la baja disponibilidad de efectivo, el paro del proyecto por falta de permisos y los sobrecostos jurídicos por imposición de servidumbre. Por último los pagos

adicionales no planeados, la demora en la entrega de áreas a la fase operativa y las demandas de terceros no previstas conforman el grupo con menos pendiente y menor impacto tienen.

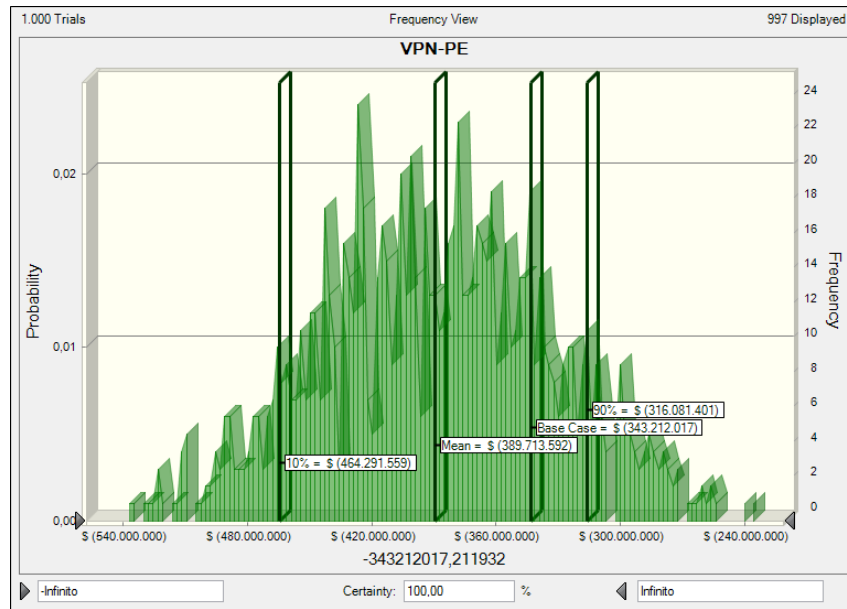


**Figura 8.** Análisis de araña valor esperado

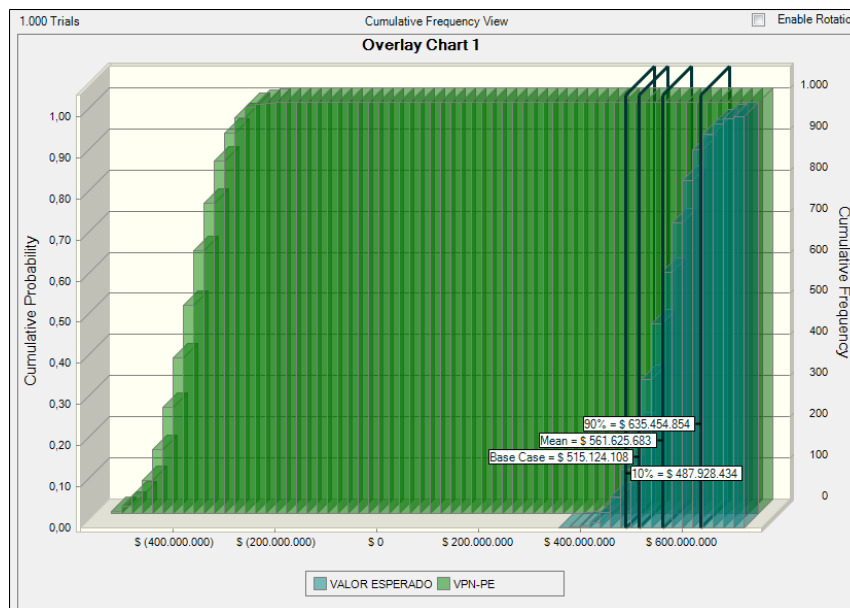
Fuente: Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

El análisis de distribución de probabilidad para la diferencia entre el VPN y la PE muestra un comportamiento interesante, la media se encuentra mucho más alejada al caso base que en el análisis de distribución de la PE lo que indica que este valor puede ser mayor y se encuentra sobrevalorado. Además de estar cercano al percentil 90.

Si se comparan al tiempo los dos análisis de probabilidad se puede observar que el rango entre la PE y el VPN es muy grande por lo que se necesitan medidas de mitigación para bajar la probabilidad o el impacto y no se genere un escenario de pérdida total con repercusiones graves no solo para el financiamiento y sostenibilidad del proyecto de gestión sino de la empresa de sísmica.



**Figura 9.** Distribución de probabilidad para el VPN-PE  
*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012



**Figura 10.** Distribución de probabilidad comparada para el VPN-PE  
*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

### 3.5.3. Relación Costo Beneficio

Para establecer las medidas de mitigación y la relación costo/beneficio, es necesario determinar las causas básicas que se asocian a los riesgos y que en muchos casos son comunes a más de uno de éstos, con lo cual se puede determinar de qué forma

se puede evitar el sobre-costo, la operación ineficiente y el menor ingreso, los cuales afectan directamente al VPN.

Al realizar el análisis se encuentra que existen 6 causas básicas que afectan principalmente a los riesgos evaluados, por lo que al mitigar estas causas se logra reducir la probabilidad de que los riesgos se materialicen y su impacto en el VPN.

**Tabla 10.** Definición de Causas Básicas y Medidas de Mitigación

CAUSAS	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Falta de sensibilización del proyecto en las autoridades locales, judiciales y fuerza pública.	5, 6	Socialización del proyecto a entidades (Alcaldías, Gobernaciones, Ministerio público, etc)
Falta de socialización a propietarios de los procesos jurídicos.	11, 39	Asesoría jurídica a propietarios durante la ejecución del proyecto.
Incapacidad de atender los requerimientos por el área administrativa de la empresa	23, 55	Contratación de personal administrativo específico para el proyecto.
Falta de experiencia del equipo jurídico del proyecto.	25, 50, 54	Contratación de Consultores jurídicos asesores en caso de demandas
Falta de experiencia y conocimiento del equipo de campo sobre los procesos inmobiliarios.	51	Socialización a los profesionales en sismica de las áreas gestionadas previo al inicio de los trabajos.
Falta de socialización a propietarios de los valores y metodología de indemnización de afectaciones.	10	Socialización de metodología y valores de indemnización.

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

Como se puede ver en la tabla 10, existe un fuerte componente de información hacia la comunidad que afecta a varios riesgos en diferente manera así como la experiencia en los procesos jurídicos, por lo que se hace necesario considerar estas medidas con el fin de evitar el impacto negativo en el VPN de la materialización de los riesgos.

**Tabla 11.** Cálculo de la relación Beneficio/Costo

RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	PXI	PROBABILIDAD	PE sin Mitigación	PE con Mitigación	COSTO MITIGACION	BENEFICIO	B/C
5	25	35	875	10%	\$ 34.382.418	\$ 3.448.093	\$ 17.000.000	\$ 30.934.325	1,81966615
6	25	50	1250	14%	\$ 128.894.944	\$ 18.466.324	\$ 17.000.000	\$ 110.428.620	6,49580116
11	50	20	1000	11%	\$ 34.382.418	\$ 3.940.678	\$ 18.000.000	\$ 30.441.740	1,69120776
23	25	20	500	6%	\$ 71.630.038	\$ 4.104.873	\$ 20.000.000	\$ 67.525.165	3,37625824
39	25	20	500	6%	\$ 42.978.023	\$ 2.462.924	\$ 6.000.000	\$ 40.515.099	6,75251651
51	25	20	500	6%	\$ 42.978.023	\$ 2.462.924	\$ 25.000.000	\$ 40.515.099	1,62060396
54	50	35	1750	20%	\$ 51.573.627	\$ 10.344.280	\$ 6.000.000	\$ 41.229.347	6,87155775
10	50	20	1000	11%	\$ 48.135.385	\$ 5.516.950	\$ 8.500.000	\$ 42.618.435	5,01393358
25	10	50	500	6%	\$ 17.191.209	\$ 985.170	\$ 6.000.000	\$ 16.206.039	2,70100657
50	10	35	350	4%	\$ 17.191.209	\$ 689.619	\$ 6.000.000	\$ 16.501.590	2,75026505
55	10	50	500	6%	\$ 25.786.814	\$ 1.477.754	\$ 20.000.000	\$ 24.309.060	1,21545298

*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

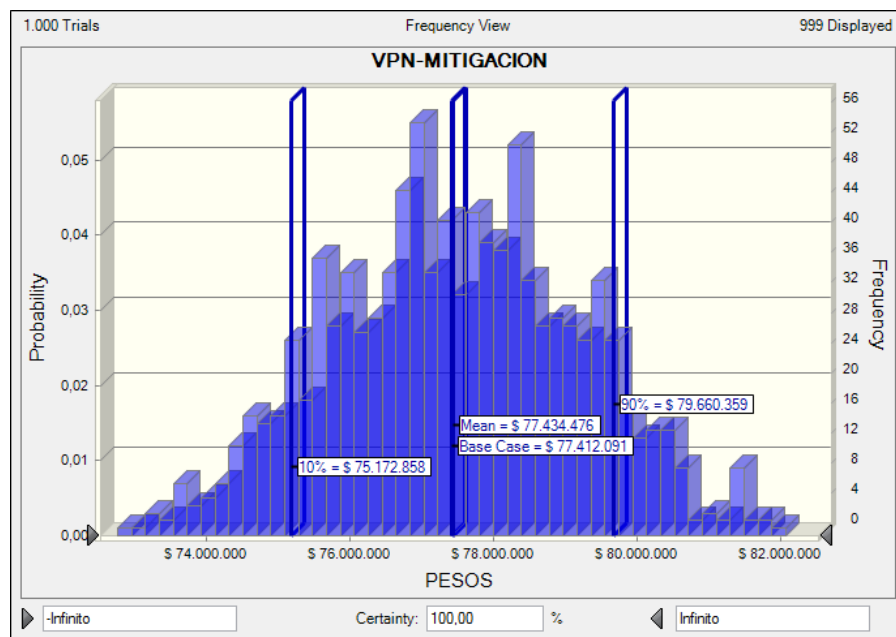
Al realizar el cálculo del beneficio costo de aplicar las medidas de mitigación, se encuentra que todas las medidas definidas, son efectivas en los riesgos analizados, por lo que el costo de la totalidad de estas se incluye en el VPN para analizar el comportamiento de este.



### 3.5.4. Análisis del VPN con mitigación de riesgos

Una vez ingresadas las medidas de mitigación en el cálculo del VPN, se encuentra que el proyecto continúa siendo viable y rentable, y se logra controlar eficientemente los riesgos asociados.

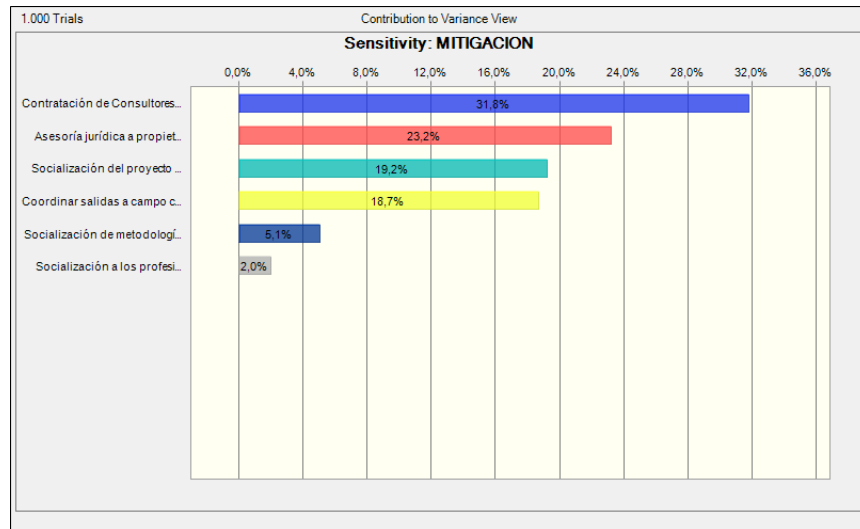
Al simular nuevamente el VPN incluyendo la mitigación, este se encuentra muy cercano a la media del proyecto, lo cual permite determinar que las medidas de mitigación son muy efectivas y contribuyen a controlar el costo del proyecto. El VPN con mitigación tiene un valor de \$77.412.091.



**Figura 11.** Distribución de probabilidad comparada para el VPN-MITIGACION  
*Fuente:* Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

Al analizar la sensibilidad de las medidas de mitigación en el análisis del VPN, se encuentra que la contratación de consultores jurídicos es la más sensible dentro del análisis, esto se debe a que los procesos de imposición y las demandas de terceros requieren ser manejadas por profesionales expertos con el fin de evitar o minimizar sus efectos en el proyecto. Además que el peso de los riesgos de tipo jurídico eran en conjunto las que más peso tenían en el proyecto.

Así mismo al socializar el proyecto con las comunidades y las autoridades locales se blinda la operatividad del mismo. Esa socialización implica un refuerzo en el tema de seguridad que reduce la probabilidad del riesgo de secuestro. Al aplicar las medidas de mitigación se está garantizando la inversión del proyecto.



**Figura 12.** Análisis de sensibilidad para MITIGACION  
Fuente: Autor: Elaborado Henao, D. Ramírez, G. 2012

De igual forma se ve necesario contar con buenos procesos de socialización hacia las comunidades con el fin de lograr la aceptación del proyecto y la colaboración de las entidades locales, quienes pueden influir positiva o negativamente en su buen desarrollo.

## CONCLUSIONES

1. La estructura propuesta para el desarrollo de las actividades de gestión de derechos inmobiliarios para proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos genera un valor agregado al desarrollo del proyecto al permitir utilizar los mecanismos definidos por la ley para viabilizar su ejecución sin contratiempos.
2. La identificación de riesgos y el análisis de pérdidas esperadas asegura que el proyecto se pueda desarrollar de acuerdo con el cronograma propuesto y permite apropiar en el presupuesto del proyecto la contingencia necesaria para adelantar las medidas de mitigación garantizando que el proceso de gestión inmobiliaria sea rentable.
3. Al hacer las diferentes simulaciones se tiene un VPN inicial de \$171.912.091 que es positivo y un buen indicador para el análisis de inversión. Sin embargo al tener en cuenta los riesgos el VPN se reduce a un valor negativo de -\$343.212.017 lo que generaría pérdidas. Al aplicar el análisis de riesgo y establecer las medidas de mitigación el VPN finalmente tiene un valor de \$77.412.091 que sigue siendo viable.
4. Se recomienda entonces realizar una inversión en las mitigaciones propuestas dado que el no tenerlas en cuenta puede acarrear el hundimiento del proyecto e incluso de la misma empresa de sísmica.
5. Así mismo es pertinente señalar que la normalización y formalización de un modelo de gestión acorde a los parámetros técnicos y jurídicos que rigen la gestión inmobiliaria se implementen en la empresa con el fin de garantizar la calidad de los trabajos operativos.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1274. (5, enero, 2009). Por la cual se establece el procedimiento de avalúo para las servidumbres petroleras. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2009. no. 47223. 9 p.

[2] Arango Castro, C., (2007). Gestión inmobiliaria en los proyectos de infraestructura: Enfoque al sector minero y petrolero. Bogotá D.C., Universidad del Rosario, 320 p.

[3] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. ÁREA DE COMUNIDADES Y MEDIO AMBIENTE. (2008) Manual de Gestión para la exploración y producción de hidrocarburos en áreas socialmente sensibles. Bogotá D.C. 53 p.

[4] Revista Portafolio, (2012). Gobierno está preocupado por grupos que frenan proyectos. Mayo, 2012. En: <http://www.portafolio.co/negocios/gobierno-esta-preocupado-grupos-que-frenan-proyectos>

[5] Borda, Ernesto., (2012). La agenda sociopolítica de la minería y el petróleo. Mayo, 2012. En: <http://www.portafolio.co/opinion/la-agenda-sociopolitica-la-mineria-y-el-petroleo>

[6] EMPRESA COLOMBIANA DE PETRÓLEOS ECOPETROL S.A. Metodología de indemnización por concepto de daños. ECP-DAB-ME-01. Bogotá D.C.: Ecopetrol, 2006. 21 p.

[7] EMPRESA COLOMBIANA DE PETRÓLEOS ECOPETROL S.A. Metodología de indemnización por servidumbre. ECP-DAB-ME-02. Bogotá D.C.: Ecopetrol, 2006. 17 p.

[8] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. (2008) Cadena productiva de los hidrocarburos. Bogotá D.C.

[9] Herrera Y., Cooper N. y Mustagh Resources Ltda., (2010). Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 124 p.

[10] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1220. (21, abril, 2005). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2009. no. 45890.

- [11] WALSH PERÚ S.A., (2006). Estudio de impacto ambiental y social de la prospección sísmica 3D Perforación sísmica del Lote 101 Volumen V: Análisis de Impactos. Lima. 112 p.
- [12] COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (1997) Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre. Bogotá D.C. 105 p.
- [13] Sarria, Alberto., Exploración geofísica y medio ambiente. En: Revista de Ingeniería Universidad de los Andes. Noviembre, 2001. no. 14, p. 30.
- [14] Revista Dinero, (2012). Minminas, inconforme con bajas reservas petroleras. Mayo, 2012. En: <http://www.dinero.com/actualidad/economia/articulo/minminas-inconforme-bajas-reservas-petroleras/151177>
- [15] COLOMBIA, ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia (1991). Santafé de Bogotá. Artículo 58.
- [16] COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Resolución 2555 (1988). Santafé de Bogotá. 49 p.
- [17] COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Código Civil Colombiano (1991). Santafé de Bogotá.
- [18] COLOMBIA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL- INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL (INCODER). Acuerdo 172 (2009). Bogotá D.C. 5 p.
- [19] COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Resolución 068 (2005). Diario Oficial. Bogotá D.C., 2005. no. 45.812 2 p.
- [20] Miranda Miranda, J. J., (2006). El desafío de la gerencia de proyectos. Basado en los principios y orientaciones del PMI. Bogotá D.C., MMeditores, 464p.
- [21] Drudis, A., (2002). Gestión de proyectos. Cómo planificarlos, organizarlos y dirigirlos. Barcelona, Ediciones Gestión 2000, S. A., 193p
- [22] Miranda Miranda, J. J., (2006). Gestión de proyectos 5ta Ed. Bogotá D.C., MMeditores, 438p.
- [23] Project Management Institute (2009). A guide to the project management body of knowledge. Newtown Square, Pennsylvania. Project Management Institute, Inc, 506p.
- [24] Bravo Mendoza, O. y Sánchez Celis, M., (2009). Gestión Integral de Riesgos. Bogotá D.C., Bravo & Sanchez, EU. 435 p.

[25] Van der Aelst, Jos., BSI PAS 55: El estándar mundial para la gestión de activos físicos en la industria de petróleo y gas. En: Revista Petroleum. Enero, 2012. Año 27, no. 264, p 22-23.

[26] Ramírez Padilla D., (2008). Contabilidad Administrativa 8 edición. Bogotá D.C., Ediciones Mc Graw Hill. 607 p.

[27] Ortiz Anaya, H., (2010). Análisis financiero aplicado y principios de Administración financiera 13 edición. Bogotá D.C., Universidad Externado de Colombia. 595 p.

[28] Fundación País Libre (2008). Estadísticas secuestro generales Enero de 1996 a mayo de 2008. Bogotá D.C., 6 p.

[29] Pinto Borrego, M; Altamar Consuegra, I; Lahuerta Percipiano, Y; Cepeda Zuleta, L; Mera Sotelo, A; Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Estudios Económicos. (2004) Archivos de Economía; El secuestro en Colombia: Caracterización y costos económicos. Bogotá D.C. 76 p.

[30] Faulín, J., Ángel, J; (2005). Proyecto E-Math Simulación de Montecarlo con Excel. 14 p. En: [http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Simulacion\\_MC.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Simulacion_MC.pdf)

[31] Jaramillo, P., (2008). Diapositivas de Simulación. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; 9 p

En:[http://pisis.unalmed.edu.co/cursos/material/3004604/1/13\\_simulacio%20de%20Montecarlo.pdf](http://pisis.unalmed.edu.co/cursos/material/3004604/1/13_simulacio%20de%20Montecarlo.pdf)