

MODELO DE VALORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN
INFRAESTRUCTURA PORTUARIA CONSIDERANDO OPCIONES REALES
IMPLÍCITAS



ESTUDIANTES:

MAYRA ALEJANDRA ARBOLEDA NUPAN 0931084

IVÁN FERNANDO PARRA VICTORIA 0930737

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
NOVIEMBRE 2014

MODELO DE VALORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN
INFRAESTRUCTURA PORTUARIA CONSIDERANDO OPCIONES REALES
IMPLÍCITAS



ESTUDIANTES:

MAYRA ALEJANDRA ARBOLEDA NUPAN 0931084

IVÁN FERNANDO PARRA VICTORIA 0930737

Trabajo de Grado para optar por el título de:

Ingeniero Industrial

Director

PhD. Diego Fernando Manotas Duque

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

NOVIEMBRE 2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

Diego Fernando Manotas – DIRECTOR

Evaluador

Evaluador

Santiago de Cali, Noviembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

Es gratificante saber que todo esfuerzo trae consigo una recompensa, las metas no se alcanzan de la noche a la mañana, es por eso que en el transcurso de nuestra vida universitaria hemos crecido como personas siempre de la mano de Dios, quien ha sido nuestro sustento en todo momento, a quien debemos todo lo que somos y a quien agradecemos en primera instancia.

No podemos dejar de agradecer a nuestros padres y familiares, por su apoyo incondicional y buenos consejos, que fomentaron las bases para ser las personas que somos hoy en día.

Agradecemos a nuestros profesores que han contribuido con sus enseñanzas a fortalecer nuestros cimientos en el campo académico en pro de alcanzar nuestro sueño de ser profesionales, siendo una guía en todo momento.

De manera especial agradecemos a nuestro director Diego Fernando Manotas por su tiempo, paciencia y dedicación en el proceso de realización de este trabajo.

Finalmente damos las gracias a nuestros compañeros de clase, con los cuales hemos compartido la mayor parte del tiempo de nuestra vida universitaria y a quienes debemos muchos momentos de alegría.

Mayra Alejandra arboleda Nupan

Iván Fernando Parra Victoria

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
3. ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LOS PUERTOS MARITIMOS COLOMBIANOS.....	7
3.1. Infraestructura portuaria	7
3.2. Tendencias en el desarrollo portuario.....	9
3.3. Competitividad de los puertos marítimos colombianos frente a América Latina. 11	
3.3.1. El tráfico portuario en Colombia.....	17
4. PROYECTOS DE DESARROLLO EN INFRAESTRUCTURA PORTUARIA EN COLOMBIA	18
4.1. Puerto Nuevo (Magdalena).....	18
4.2. Puerto Brisa (Dibulla, Guajira)	19
4.3. Puerto CCX (Guajira).....	20
4.4. Puerto Industrial Aguadulce (Buenaventura, Valle).....	21
4.5. Terminal de Contenedores TCBUEN (Buenaventura, Valle).....	22
4.6. Puerto de Tribugá (Chocó)	23
4.7. Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta	24
4.8. Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura	25
5. MODELO DE VALORACIÓN DE INVERSIONES	27
5.1. Supuestos operacionales	27
5.2. Supuestos macroeconómicos.....	30
5.3. Estimación de parámetros	30
5.3.1. Costos de inversión.....	30
5.3.2. Costos y Gastos	34
5.3.3. Capacidad instalada	38
5.4. Variables de entrada.....	39

5.4.1.	Carga marítima	39
5.4.2.	Tiempo de permanencia de los buques en puerto.....	41
5.5.	Variables de salida	42
5.5.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	42
5.5.2.	Volatilidad implícita	43
6.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	45
6.1.	Tarifa cobrada por uso de instalaciones portuarias vs. Demanda de carga de Carbón	45
6.2.	Tarifa cobrada por muellaje vs. Demanda de carga de Carbón	47
6.3.	Eslora vs Capacidad por buque.....	49
7.	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	50
7.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	50
7.2.	Rendimiento	52
7.3.	Valor Presente (VP_0).....	53
8.	ANÁLISIS DE OPCIONES.....	55
8.1.	Opción de expansión	55
9.	CONCLUSIONES.....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Posición comparativa en infraestructura entre países latinoamericanos.....	13
Tabla 2. Ranking Índice de Desempeño Logístico (LPI).	14
Tabla 3. Desarrollo Portuario en Ciénaga.	19
Tabla 4. Tarifas del Puerto.	29
Tabla 5. Descripción montos de Inversión	31
Tabla 6. Costos y Gastos Fijos	38
Tabla 7. Capacidad Promedio por Zona Portuaria	38
Tabla 8. VPN con y sin financiación.	43
Tabla 9. Variables consideradas en el análisis.	45
Tabla 10. Tarifa por uso de instalaciones vs Demanda de carbón.	46
Tabla 11. Tarifa por muellaje vs Demanda de carbón.....	47
Tabla 12. Eslora vs Capacidad por buque.	49
Tabla 13. Resumen estadístico para el VPN.	50
Tabla 14. Resumen estadístico Rendimiento.	52
Tabla 15. Resumen estadístico Valor Presente (0).	53
Tabla 16. Datos de entrada análisis de opciones.	56
Tabla 17. Análisis de sensibilidad opción de ampliar.....	59
Tabla 18. Análisis de sensibilidad Valor de la opción.	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolución de la posición de Colombia. Índice Global de Competitividad. Foro Económico Mundial.....	11
Gráfico 2. Posiciones ocupadas por países de América Latina. Índice Global de Competitividad – FEM.	12
Gráfico 3 Factores considerados en el transporte transfronterizo.	15
Gráfico 4. Posición comparativa en el Comercio Transfronterizo.	16
Gráfico 5. Costo promedio de exportación e importación para Colombia de acuerdo con el informe de Doing Business en Colombia 2013.	16
Gráfico 6. Comparación tráfico portuario entre Colombia y otros países.....	17
Gráfico 7. Comercio Exterior por tipo de carga.	28
Gráfico 8. Participación de los Puertos marítimos en el Comercio Exterior de Carbón al granel.	40
Gráfico 9. Horas promedio de estadía.	42
Gráfico 10. Tarifa por uso de instalaciones vs. Demanda.	46
Gráfico 11. Tarifa por Muellaje vs. Demanda	48
Gráfico 12. Distribución de probabilidad VPN.	51
Gráfico 13. Distribución de probabilidad Rendimiento.	53
Gráfico 14. Distribución de probabilidad Valor Presente (0).	54
Gráfico 15. Árbol binomial valor del activo opción de expansión.	57
Gráfico 16. Árbol binomial valor del proyecto ampliado opción de expansión.	58
Gráfico 17. Análisis de Sensibilidad - Opción de Expansión.	60

INTRODUCCIÓN

Los puertos marítimos han sido considerados como una pieza esencial en el motor del crecimiento económico de un país, esta idea de desarrollo ha existido desde tiempos remotos, debido a que la historia de éstos está íntimamente relacionada con el origen de la navegación y del comercio.

Es por ello que los proyectos de inversión en infraestructura portuaria constituyen un aspecto importante a considerar principalmente en el progreso de los países en vía de desarrollo.

Colombia está localizada en una posición geográfica favorable para el comercio, al contar con la posibilidad de establecer relaciones comerciales internacionales por medio de sus cinco principales puertos marítimos (Cartagena, Santa Marta, Barranquilla, Tumaco y Buenaventura) ubicados en la región Caribe y Pacífico.

Los puertos han sido gran foco de atención para las entidades privadas a cargo de su efectivo funcionamiento, las cuales, en el sentido de mejoramiento de la efectividad de los mismos, han planteado proyectos de mediano y largo plazo que permitan incrementar la productividad y su nivel de servicio. Partiendo de este hecho, es importante mencionar que la inversión en puertos es un aspecto clave en la economía portuaria moderna con respecto a la planeación del desarrollo portuario, financiación y evaluación del retorno de la inversión [1]. Además, en la medida en que éstos cumplen su función y sean capaces de ofrecer al comercio internacional y a las líneas navieras, servicios rápidos, flexibles y seguros, se podrá decir que son competitivos [2].

Actualmente los proyectos más destacados que se tienen planeados en materia de infraestructura portuaria en Colombia, se desarrollan tanto en la región Pacífica como en el Caribe. Uno de estos proyectos está relacionado con el desarrollo portuario en Ciénaga (Magdalena), el cual consiste en la realización de obras en el canal de acceso, pasarela, embarcadero, en el volumen de dragado y profundidad de dragado; estas obras se desarrollan tanto en Puerto Nuevo como en Puerto Drummond, puertos dedicados principalmente al transporte de Carbón [3].

Otro proyecto considerado importante está relacionado con Puerto Brisa, el proyecto está localizado en el municipio de Dibulla, departamento de La Guajira, la capacidad instalada inicialmente proyectada será de 5 MTA (Millones de Toneladas Anuales), y la capacidad de expansión portuaria se espera mayor a 50

MTA [3]. El proyecto Puerto MPX, también se desarrolla en el departamento de la Guajira, contará con una capacidad de exportación de 20 millones de toneladas al año.

En la costa Pacífica, específicamente en Buenaventura se desarrolla el proyecto del Puerto Industrial Agua Dulce, el cual será multipropósito y de servicio público, se construirán 600 metros de muelle para contenedores, 250 metros de muelle para grandes sólidos y carbón, la capacidad del puerto después de realizada la inversión total Fase I y II será de 832.000 TEUS (Twenty-foot Equivalent Unit) anuales [4].

El Terminal de Contenedores de Buenaventura TCBUEN, se desarrolló como proyecto complementario al Puerto Industrial Aguadulce, actualmente se realizan actividades de dragado y de ampliación del canal de acceso y dársena de giro. Inicialmente la capacidad en la primera fase es de 260.000 TEUS al año y se espera que alcance 1.137.000 TEUS anuales [5].

Finalmente, se está desarrollando un proyecto en Tribugá (Chocó), este puerto será multipropósito de servicio público; con una profundidad final de 20 metros y un área de patios del puerto de 250 hectáreas [6].

Es por lo anterior que a través del uso de diversas fuentes de información se busca valorar los proyectos de inversión en infraestructura portuaria considerando la incertidumbre y el riesgo asociado a los mismos, por medio del uso del método “opciones reales”, el cual logra fundir la teoría financiera y la gestión estratégica de un proyecto, permitiendo mejores aproximaciones con respecto al valor real del proyecto. Por lo anterior, a partir del planteamiento del problema y su contexto causal, se busca alcanzar una serie de objetivos propuestos, sin dejar de lado el fundamento teórico y práctico que incluye una investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con el documento de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL (año 2008), los puertos marítimos desempeñan la función de interrelacionar los transportes marítimos, aéreos y terrestres, brindando servicios que complementan las operaciones de carga, descarga, almacenamiento, transformación y difusión.

A nivel global, el transporte marítimo es el principal medio de transporte, trasladando en el 2000 dos tercios del comercio mundial. Según Hoffmann (2004), entre 1994 y 2004, el uso de contenedores para el transporte marítimo aumentó del 8,8% al 10,1% como porcentaje del comercio marítimo, y del 17,2% al 18,1% si se mide como proporción de la carga seca. El aumento del transporte marítimo en el comercio mundial se puede explicar por la reducción de sus costos promedio en comparación con el transporte terrestre y aéreo [7]. Por tal motivo, puede decirse que los puertos marítimos desempeñan un papel crucial en el desarrollo de las operaciones comerciales de Colombia, dado que actualmente, más del 90% de las exportaciones e importaciones que lleva a cabo el país se realizan por este medio. [8].

El comercio mundial crece a un ritmo acelerado comparado con el Producto interno Bruto (PIB), por lo que el sistema logístico del mundo se encuentra forzado a abastecer esta demanda. En Colombia, de acuerdo con un boletín informativo presentado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el crecimiento del PIB en el año 2012 fue del 4%¹, mientras que las importaciones crecieron en un 31%, y las exportaciones en un 19% respecto al 2011 [9], lo cual muestra que las estimaciones de las necesidades portuarias para el próximo quinquenio deben ser revisadas. "Todas las previsiones se han quedado cortas", manifiesta Luis Carlos Villegas (en el año 2006), presidente de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI).

De acuerdo con un estudio realizado y consolidado en una publicación de las Naciones Unidas en 2004 denominada Assessment of a Seaport Land Interface, an Analytical Framework, algunos países en vía de desarrollo todavía no han encontrado la manera adecuada de evaluar la eficiencia de sus puertos. A raíz de lo anterior, una de las grandes problemáticas existentes en el tema portuario es

¹ DANE: Boletín Producto Interno Bruto - Cuarto Trimestre de 2012. Base 2005

que no se realiza un análisis exhaustivo de las restricciones de capacidad que se presentan en muchos puertos para brindar un servicio eficiente.

Es importante considerar que la creación de un puerto marítimo es efectiva en la medida en que su capacidad satisface las necesidades de la demanda; no obstante, llega un punto en el cual dicha capacidad se torna insuficiente debido a que la demanda tiende a crecer con el paso del tiempo, siendo cada vez más difícil su seguimiento y atención.

La falta de capacidad se debe en gran medida al lento avance en infraestructura apta para los puertos, lo cual impide la integración eficiente de los mismos con el sistema global del comercio y la logística, tanto para las importaciones como para las exportaciones. Cabe resaltar que la capacidad del sistema portuario está determinada por la mínima capacidad de una de las tres actividades que son realizadas en ellos y los factores que cada una de ellas traiga consigo, estas actividades son: transferencia de carga entre muelle y naves; movimiento de carga al interior del puerto (porteo y almacenamiento temporal); y Transporte de mercancías desde y hacia el puerto. [10]

Según la Superintendencia de Puertos y Transporte, mediante un estudio realizado en los puertos colombianos por el consorcio Incoplan-Parsons, se indica que para el año 2011, el crecimiento del comercio de importaciones ha llevado a que los puertos tengan una tasa de utilización por encima del 75%, lo cual reduce la eficiencia y la productividad, ocasionando deficiencias en la oferta portuaria. De ahí la importancia de considerar la valoración de los proyectos de infraestructura portuaria.

Por otra parte, uno de los principales problemas en infraestructura de los puertos colombianos está relacionado con la profundidad del canal de acceso para los barcos de gran calado, por ejemplo, el acceso al puerto de Buenaventura tiene una profundidad de 9,1 metros con marea baja (Igual Cero) en la parte exterior (De boya de mar a Punta soldado) y en la bahía interior (Boyas 23 -24 a boya 40 diagonal esquina muelle No.2) la profundidad es de 12.5 m en marea baja igual a cero; lo cual dificulta el acceso de los buques de contenedores con capacidad superior a 8000 TEUS al puerto, al tener un calado mayor a 14 m y requerir un espacio de maniobra superior a 300 m. Ésta situación es de bastante consideración debido a que actualmente más del 50% de los buques son de tipo post panamax. [11]

Vale la pena tener presente que algunas herramientas o métodos de valoración de inversiones son de carácter estático, por lo que no consideran apropiadamente la

incertidumbre inherente al proyecto, además no se tiene en cuenta la flexibilidad operativa de los proyectos, es decir, la capacidad que tienen para adaptarse a distintas situaciones que se podrían presentar en el futuro [12]. Todo esto ocasiona que no se valoren adecuadamente los proyectos de inversión, porque se podrían descartar proyectos que inicialmente son no factibles pero que con el paso del tiempo resultan factibles, de acuerdo con los cambios producidos en el entorno. [13]

Por lo planteado anteriormente, la presente investigación busca dar respuesta al siguiente interrogante: ¿Cómo evaluar decisiones de inversión en proyectos de infraestructura portuaria en Colombia, considerando el riesgo y la incertidumbre del entorno?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar un modelo de valoración de inversiones en proyectos de infraestructura portuaria, que sirva como base para la toma de decisiones en pro del mejoramiento de la competitividad portuaria de Colombia.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar la competitividad de los puertos marítimos colombianos frente a puertos de otros países, a partir de indicadores de costo y operación.
- Identificar tendencias de desarrollo portuario, a partir de la descripción de las características financieras y operativas relevantes de los principales proyectos de infraestructura portuaria colombiana.
- Evaluar un proyecto de inversión en condiciones de incertidumbre, utilizando técnicas de valoración contingente.

3. ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LOS PUERTOS MARITIMOS COLOMBIANOS.

Los puertos son una parte vital del sistema de transporte marítimo y la economía de una nación. La infraestructura portuaria incluye los canales de entrada, las literas, muros de muelle, manejo de equipos de carga, patios de almacenamiento y cobertizos, conexiones con el interior, edificios administrativos y las estructuras de seguridad.

3.1. Infraestructura portuaria

Como terminales, los puertos manejan las mayores cantidades de carga, más que cualquier otro tipo de terminales combinados. Para manejar esta carga, las infraestructuras portuarias en conjunto tienen que dar cabida a las actividades de transbordo, tanto en los buques y el interior y así facilitar la convergencia entre los sistemas de transporte terrestre y marítimo. Teniendo en cuenta las características operativas de transporte marítimo, la ubicación de los puertos está restringida a un conjunto limitado de sitios, en su mayoría definidos por la geografía. Muchos sitios de los puertos se ven limitados por [14]:

- **Acceso Marítimo**, se refiere a la capacidad física del lugar para dar cabida a las operaciones de los buques. Incluye la amplitud de la marea, ya que las operaciones normales del buque no pueden manejar variaciones superiores a 3 metros. Las profundidades del canal y el muelle son también muy importantes para dar cabida a buques de carga modernos. Un buque Panamax de 65.000 toneladas de peso muerto, requiere más de 12 metros (40 pies) de profundidad. Sin embargo, alrededor del 70 % de los puertos del mundo tienen profundidades inferiores a 10 metros y son incapaces de acoger a los buques de más de 200 metros de longitud.

En vista de la construcción de buques más grandes, es decir, buques cisterna y portacontenedores, las instalaciones portuarias se han visto limitadas por las condiciones de acceso marítimo de los buques a las operaciones de carga actuales. En la construcción de terminales de contenedores modernos, se ha considerado un perfil náutico con mayor profundidad y espacio disponible, características fundamentales en la localización del terminal. En este orden de ideas, existe una presión en el

incremento de la profundidad del canal donde sea posible, pero ésta es una tarea costosa y ambientalmente controversial. Adicionalmente, muchos puertos también se ven afectados por la sedimentación, en particular los ubicados en los deltas de ríos. Esto requiere dragado continuo, lo cual se suma a los costos de las operaciones portuarias.

- **Interfaz Marítima.** Indica la cantidad de espacio disponible para apoyar el acceso marítimo, es decir, la cantidad de costa que tiene buen acceso marítimo. Este atributo es muy importante, debido a que los puertos son entidades lineales. Incluso si un área del puerto tiene un excelente acceso marítimo, es decir, canales de aguas profundas, puede no tener tierra disponible suficiente para garantizar su desarrollo y expansión en el futuro. El uso de contenedores ha aumentado las necesidades de consumo de la tierra de muchos puertos, por lo que, no es sorprendente ver que los proyectos de expansión portuaria modernos implican importantes inversiones de capital para crear instalaciones portuarias artificiales.
- **Infraestructuras y equipamientos.** El lugar que será utilizado de manera eficiente, debe contar con infraestructuras como muelles, lavados, apilamiento o áreas de almacenamiento, almacenes y equipo tales como grúas, todos los cuales implican niveles de inversión de capital altos. A su vez, estas infraestructuras consumen la tierra, que debe estar disponible para asegurar la expansión del puerto. Mantenerse al día con las necesidades de inversión de las operaciones portuarias modernas se ha convertido en un reto para muchos puertos, particularmente a la luz de la contenerización, que requiere grandes cantidades de espacio de la terminal para operar.
- **Acceso a la tierra.** El acceso desde el puerto hasta complejos industriales y mercados debe asegurar su crecimiento e importancia. Esto exige sistemas eficientes de distribución, como el fluvial, el ferrocarril (para contenedores principalmente) y el transporte por carretera. El acceso terrestre a los puertos ubicados en zonas densamente pobladas se enfrenta a una creciente congestión. Por ejemplo, los puertos de Los Ángeles y Long Beach invirtieron en grandes cantidades para desarrollar el corredor ferroviario Alameda en un intento de fomentar el acceso interno y reducir la congestión de camiones. Una tendencia similar se ha producido en Europa, donde los puertos como Rotterdam y Amberes han participado en la creación de las vías y servicios de transporte por ferrocarril.

Las restricciones anteriores tienen un impacto significativo en las operaciones portuarias, y hacen parte del continuo desempeño de un puerto. Adicional a ellas, existen diversos problemas relacionados con las infraestructuras portuarias, como por ejemplo que: los puertos próximos al mar se enfrentan comúnmente a una extensión lateral de sus infraestructuras; algunos puertos tienen problemas de crecimiento que les obligan a extender sus infraestructuras en lugares aledaños a los sitios de los puertos originales; algunos puertos antiguos que fueron responsables del crecimiento urbano, se encuentran ubicados en las zonas centrales cercanas. Esto hace que la ciudad y el puerto estén a menudo compitiendo por la misma tierra, la cual puede crear problemas de priorización. Los puertos por tanto tienen un complejo conjunto de relaciones, a veces en conflicto, con las ciudades a las que sirven, a menudo en función del puerto y el tamaño de la ciudad. Por otra parte, actualmente muchos puertos se ven limitados por la presión urbanística y ambiental, que no existían cuando se desarrollaron las instalaciones existentes.

3.2. Tendencias en el desarrollo portuario

La tendencia del desarrollo portuario está enfocada en la expansión de los terminales marítimos fuera de sus lugares de origen hacia otros, donde sea posible un mejor acceso marítimo y terrestre. Por lo tanto, la localización de los puertos es el propósito de un proceso de valoración a través de inversiones de capital en infraestructura, la convergencia de las redes de transporte marítimo y terrestre con sus flujos, así como la gestión compleja de las cadenas de suministro involucradas. El desarrollo portuario puede ser percibido desde una perspectiva secuencial, donde cada fase se construye a partir de la anterior, desde las ciudades portuarias del siglo 19 a la red logística portuaria emergente del siglo 21. [15]

El uso de grandes equipos para la manipulación de la carga almacenada en los barcos, así como el aumento de la capacidad de los mismos, han generado un gran incremento en las demandas de espacio para las actividades portuarias. Algunos puertos como el de Rotterdam y Amberes superan en extensión a las ciudades a las que sirven, la expansión del puerto de Shanghai, en China, incluso ha exigido por completo el uso de nuevos espacios fuera de las zonas urbanas; adicionalmente, el enorme tamaño de los buques ha agregado una nueva restricción en la expansión y localización portuaria, al ser necesario considerar

canales de acceso más profundos, espacios en las terminales más grandes y un sistema ferroviario más eficiente.

La infraestructura portuaria moderna suele ser intensiva en capital y muchas autoridades portuarias buscan mantenerse a la vanguardia realizando grandes inversiones en infraestructura. Actualmente existen tres mega proyectos recientes y relevantes a nivel mundial:

Maasvlakte II (Rotterdam): Durante décadas, el puerto de Rotterdam, el más grande de Europa, se ha expandido, debido principalmente al crecimiento del tráfico de contenedores, lo cual ha impulsado la ampliación del puerto en el Mar del Norte, incentivando la construcción de una nueva instalación denominada Maasvlakte en los años 80. Sin embargo, el tráfico portuario siguió presentando una tendencia creciente posterior a los años 90, lo cual motivó la puesta en marcha de un nuevo proyecto de expansión denominado Maasvlakte II, cuya puesta en marcha se llevó a cabo en el 2008 y se estipula la apertura al tráfico marítimo para este año (2013) y la fecha de culminación para el 2030.

Muelle Deurganck (Amberes): Las posibilidades de expansión de este puerto son limitadas debido a que la mayor parte de sus instalaciones se encuentran localizadas en el margen derecho del río Escalda, además, considerando las necesidades de capacidad, un nuevo complejo portuario fue construido ocupando el margen izquierdo del río. El Deurganck abrió sus puertas en 2005, aumentando la capacidad del puerto que pasó de 10 millones de TEU a 19 millones de TEU.

Puerto de contenedores Yangshan (Shanghai): Este proyecto es un caso particular, debido a que plantea la construcción de una nueva instalación portuaria a partir de cero, sin considerar las existentes en Changjiang y una instalación ubicada en la bahía de Hangzhou, a 35 km de la costa.

El proyecto culminó en 2005 y fue construido por dos motivos; el primero fue el de superar las limitaciones físicas de las instalaciones portuarias existentes, ya que el canal tenía profundidad insuficiente para dar cabida a la última generación de buques portacontenedores. El segundo motivo era el de proporcionar capacidad adicional para satisfacer las expectativas de crecimiento del tráfico, así como

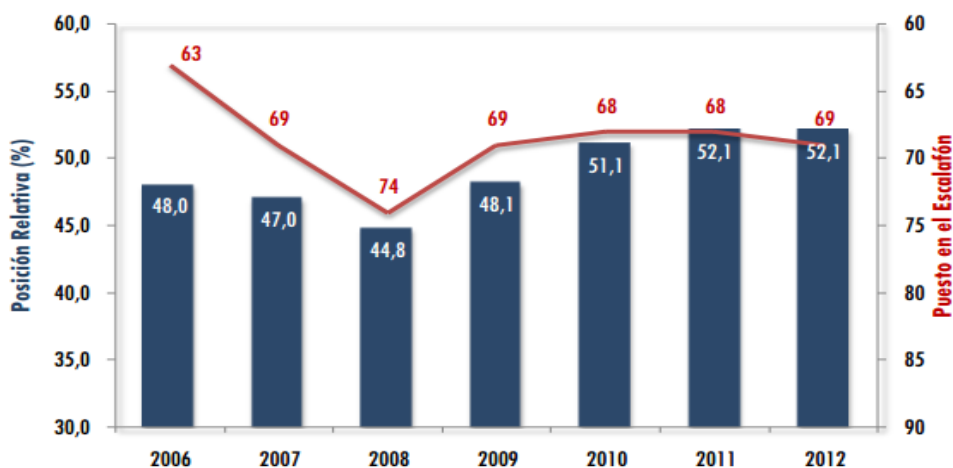
espacio para nuevas instalaciones previendo el incremento en el transporte de contenedores. La capacidad de este puerto se estima en 15 millones de TEU's.

3.3. Competitividad de los puertos marítimos colombianos frente a América Latina.

De acuerdo con lo publicado por el Foro Económico Mundial en el Reporte Global de Competitividad 2012-2013, Colombia se encuentra en la posición 69 entre 144 países, con una calificación del índice global de competitividad de 4.2 (en una escala de 1 a 7) [16]; el cual se compone de subíndices como: requerimientos básicos, entorno macroeconómico, educación superior y preparación tecnológica, factores de innovación y sofisticación, entre otros. [17]

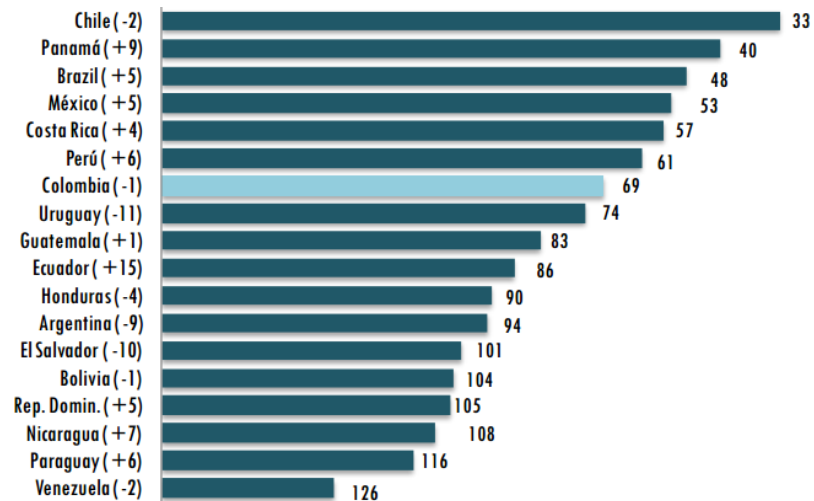
El cambio de posición en el ranking de competitividad de Colombia en los últimos años, así como la posición del país frente a las demás naciones de América Latina se muestra en las gráficas 1 y 2:

Gráfico 1. Evolución de la posición de Colombia. Índice Global de Competitividad. Foro Económico Mundial.



Fuente: Reporte Global de Competitividad – FEM, edición 2006-2012.

Gráfico 2. Posiciones ocupadas por países de América Latina. Índice Global de Competitividad – FEM.



Fuente: Reporte Global de Competitividad 2012 – 2013. Foro Económico Mundial (FEM). Año 2012.

En cuanto a la calidad de infraestructura, Colombia ocupa la posición 93 a nivel mundial de 144 países evaluados y el puesto 12 a nivel Latinoamericano, considerando los factores que se muestran en la tabla 1 [18].

Tabla 1. Posición comparativa en infraestructura entre países latinoamericanos.

	País	Posición en infraestructura	Calidad General de Infraestructura	Calidad Carreteras	Calidad Ferroviaria	Calidad Portuaria	Calidad Aérea	Calidad Suministro Eléctrico	Líneas Telefónicas
1	Panamá	37	44	49	32	4	6	43	81
2	Chile	45	31	23	64	34	39	53	68
3	Uruguay	49	81	81	115	46	63	37	44
4	México	68	65	50	60	64	64	79	73
5	Brasil	70	107	123	100	135	134	68	55
6	El Salvador	72	66	52	101	86	42	70	80
7	Costa Rica	74	95	131	106	140	60	42	38
8	Guatemala	75	67	91	118	84	58	67	89
9	Argentina	86	112	106	103	101	115	108	50
10	Perú	89	111	100	97	111	74	74	87
11	Ecuador	90	85	53	78	88	80	90	83
12	Colombia	93	108	126	109	125	106	62	82
13	Honduras	101	97	92	120	55	71	106	100
14	Dominicana	105	96	62	62	51	41	130	92
15	Nicaragua	106	106	75	85	124	90	100	108
16	Bolivia	108	118	101	57	122	118	97	97
17	Venezuela	120	135	128	113	139	126	131	49
18	Paraguay	123	140	132	123	105	141	115	106

Fuente: Competitividad en Infraestructura, 2011-2012. Gerencia de economía y financiamiento CMIC.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, es posible afirmar que Colombia presenta un desempeño bajo en calidad portuaria en comparaciones internacionales, situación que puede estar asociada a la sobreutilización de la capacidad instalada de algunos puertos de uso público como el de Cartagena, generando tiempos excesivos en los terminales de carga. No obstante, el país ha logrado avances en materia de modernización, gracias al esquema de concesiones, permitiendo que los puertos incorporen tecnología especializada para el transporte y manejo de carga a granel y contenedores.

Una herramienta importante para medir el desempeño de la cadena de abastecimiento es el LPI (Índice de Desempeño Logístico), el cual tiene una escala de cinco puntos y se basa en seis dimensiones: Aduanas, infraestructura, comercio exterior, idoneidad logística, trazabilidad y Justo a Tiempo. Colombia se encuentra en el puesto 64 de 155 países evaluados y en el puesto 8 a nivel latinoamericano, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Ranking Índice de Desempeño Logístico (LPI).

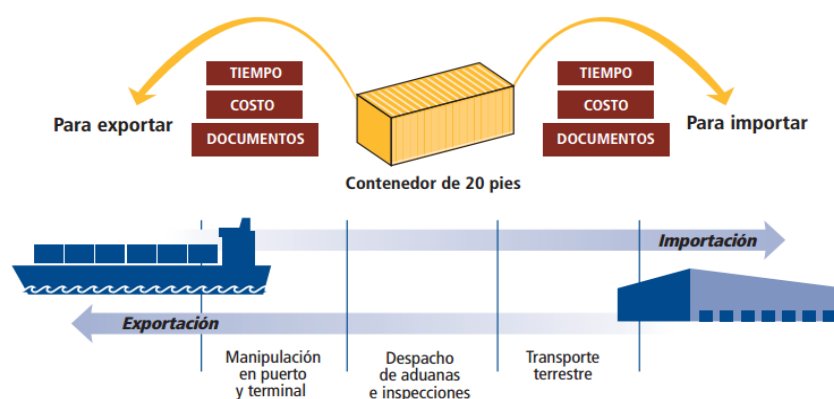
PAÍS	AÑO	RANGO LPI	SCORE LPI	ADUANAS	INFRAESTRUCTURA	COMERCIO EXTERIOR	IDONEIDAD LOGÍSTICA	TRAZABILIDAD	JUSTO A TIEMPO
Singapore	2012	1	4,13	4,1	4,15	3,99	4,07	4,07	4,39
Hong Kong, China	2012	2	4,12	3,97	4,12	4,18	4,08	4,09	4,28
Finlandia	2012	3	4,05	3,98	4,12	3,85	4,14	4,14	4,10
Alemania	2012	4	4,03	3,87	4,26	3,67	4,09	4,05	4,32
Países bajos	2012	5	4,02	3,85	4,15	3,86	4,05	4,12	4,15
Dinamarca	2012	6	4,02	3,93	4,07	3,70	4,14	4,10	4,21
Bélgica	2012	7	3,98	3,85	4,12	3,73	3,98	4,05	4,20
Japon	2012	8	3,93	3,72	4,11	3,61	3,97	4,03	4,21
Estados Unidos	2012	9	3,93	3,67	4,14	3,56	3,96	4,11	4,21
Reino Unido	2012	10	3,90	3,73	3,95	3,63	3,93	4,00	4,19
Chile	2012	39	3,17	3,11	3,18	3,06	3,00	3,22	3,47
Brasil	2012	45	3,13	2,51	3,07	3,12	3,12	3,42	3,55
México	2012	47	3,06	2,63	3,03	3,07	3,02	3,15	3,47
Argentina	2012	49	3,05	2,45	2,94	3,33	2,95	3,30	3,27
Uruguay	2012	56	2,98	2,99	2,87	2,91	2,98	2,98	3,16
Peru	2012	60	2,94	2,68	2,73	2,87	2,91	2,99	3,40
Panama	2012	61	2,93	2,56	2,94	2,76	2,84	3,01	3,47
Colombia	2012	64	2,87	2,65	2,72	2,76	2,95	2,66	3,45
Ecuador	2012	79	2,76	2,36	2,62	2,86	2,65	2,58	3,42
Bolivia	2012	90	2,61	2,40	2,39	2,60	2,58	2,73	2,95
Venezuela, RB	2012	111	2,49	2,10	2,17	2,54	2,33	2,57	3,18
Paraguay	2012	113	2,48	2,36	2,41	2,31	2,49	2,59	2,74

Fuente: ANDI. Boletín Gerencia de Logística, Transporte e Infraestructura 2012.

Al comparar estos resultados con los de Chile, que es el país mejor posicionado de Latinoamérica, se evidencian deficiencias en trazabilidad, infraestructura y comercio exterior, pero la brecha en Justo a tiempo e idoneidad logística es reducida.

Un indicador importante para medir la competitividad del país en el sector portuario es el comercio transfronterizo, el cual mide el tiempo y costo (excluyendo aranceles) relacionados con la exportación e importación de un contenedor por vía marítima, así como la documentación requerida para completar dichas transacciones [19]. En el gráfico 3, se muestran los factores que se consideran en el comercio transfronterizo.

Gráfico 3 Factores considerados en el transporte transfronterizo.

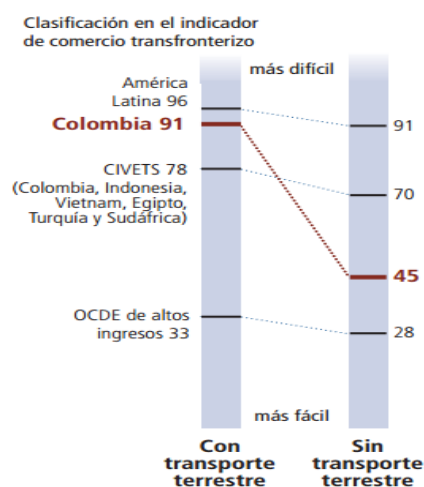


Fuente: Doing Business en Colombia 2013

Según el “*Doing Business en Colombia 2013*”, Colombia se encuentra en la posición 91 entre 185 economías en el indicador de Comercio transfronterizo, sin embargo, si se excluye el tiempo y costo del transporte terrestre en todas las economías analizadas, el país se ubica en el puesto 45 a nivel mundial y asciende de la décima a la cuarta posición a nivel Latinoamericano, lo cual evidencia un avance en términos de simplificación de trámites, modernización aduanera y eficiencia portuaria, pero también implica una revisión a los aspectos de infraestructura y transporte.

La posición comparativa de Colombia en cuanto a este indicador se muestra en el gráfico 4.

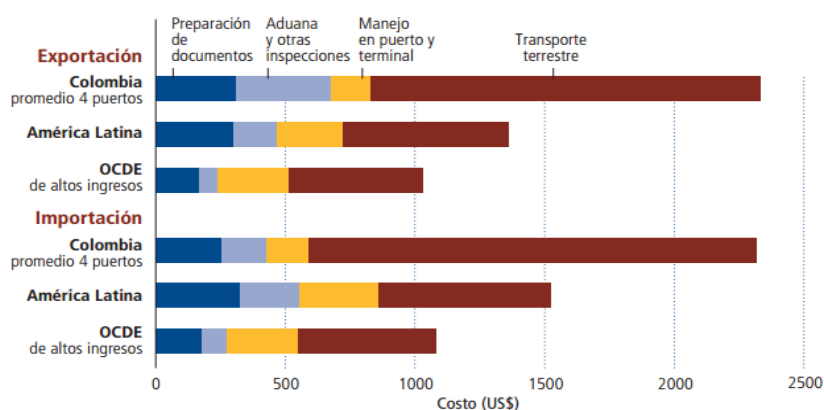
Gráfico 4. Posición comparativa en el Comercio Transfronterizo.



Fuente: Base de datos de Doing Business.

El costo promedio de exportación para Colombia de acuerdo con el mismo informe (*Doing Business en Colombia 2013*) es de USD 2.328 y el de importación es de USD 2.314, lo cual implica que sea considerablemente más costoso comerciar a través de los puertos colombianos que en los demás países de Latinoamérica, donde el costo promedio de exportar e importar es de USD 1.356 y USD 1.523, respectivamente, como se puede observar en el gráfico 5.

Gráfico 5. Costo promedio de exportación e importación para Colombia de acuerdo con el informe de Doing Business en Colombia 2013.



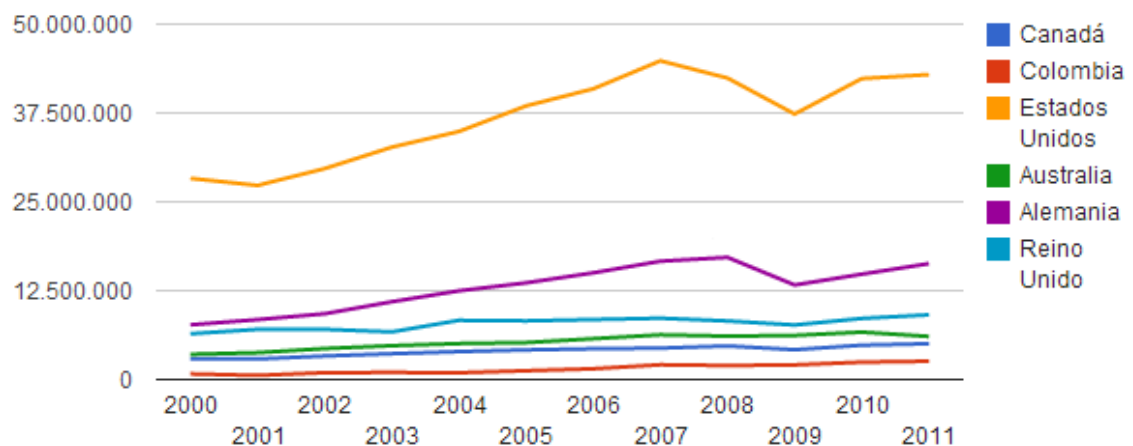
Fuente: Base de datos de Doing Business.

3.3.1. El tráfico portuario en Colombia

El tráfico portuario de contenedores mide el flujo de contenedores del modo de transporte terrestre a marítimo y viceversa, en unidades equivalentes a 20 pies (TEU), un contenedor de tamaño estándar. Los datos se refieren al transporte de cabotaje, como también a los viajes internacionales. El tráfico de transbordo se recuenta como dos montacargas en el puerto intermedio (una vez para descargar y otra vez como elevación de carga saliente) e incluye las unidades vacías. [20]

El gráfico 6 muestra el tráfico portuario de Colombia en comparación con otros países.

Gráfico 6. Comparación tráfico portuario entre Colombia y otros países.



Fuente: Base de datos de Doing Business.

4. PROYECTOS DE DESARROLLO EN INFRAESTRUCTURA PORTUARIA EN COLOMBIA

En el 2012, el tráfico en los principales puertos colombianos ascendió a 176 millones de toneladas [21], comparado con las 168 millones de toneladas que se movilizaron en el 2011; de esta suma, el 92% corresponde a carga de comercio exterior, principalmente representada en exportaciones de carbón e hidrocarburos. Es por eso que vale la pena destacar los principales proyectos que contribuyen al desarrollo portuario colombiano, considerando que en el período 2011-2014 las inversiones en desarrollos portuarios asciendan a \$2,2 billones, de acuerdo con proyecciones elaboradas por el Ministerio de Transporte [22].

Los principales proyectos en materia de infraestructura portuaria que se están realizando o han sido culminados en los últimos años en el país se describen a continuación, tomando como referencia el listado presentado por la Agencia Nacional de Infraestructura (2014) en donde se consideran las resoluciones emitidas por el Instituto Nacional de Concesiones (INCO) para cada proyecto. [23].

4.1. Puerto Nuevo (Magdalena)

Sociedad Portuaria Puerto Nuevo S.A., es la empresa concesionaria de un puerto de servicio público para la exportación de carbón cuyo propósito principal es operar con un sistema de cargue directo.

Puerto Nuevo cuenta con equipos e infraestructura de la más alta tecnología convirtiéndose en un proyecto pionero en Colombia, cuya capacidad de exportación inicial es de aproximadamente 21 millones de toneladas anuales, con destinos a mercados de Norte América, Europa y Asia. Su construcción finalizó en el primer semestre de 2013.

En el proyecto se consideraron obras en el canal de acceso, pasarela, embarcadero, volumen de dragado y profundidad de dragado; estas obras se desarrollan tanto en Puerto Nuevo como en Puerto Drummond, puertos dedicados principalmente al transporte de Carbón [24].

En cuanto a las especificaciones de las obras llevadas a cabo en Puerto Nuevo, el embarcadero cuenta con un muelle de cargue de 700 metros de longitud, el canal de acceso tiene una longitud de 7 km y 260 m de ancho y la profundidad del dragado fue de 16 m en su fase inicial y de 18,5 m en la segunda fase. Por otro lado, Puerto Drummond cuenta con dos muelles de cargue directo y un muelle para barcazas, el canal de acceso será de 6 km y 260 m de ancho, mientras que la profundidad del dragado alcanzó los 16 m en la primera fase y 22 m en la segunda.

Tabla 3. Desarrollo Portuario en Ciénaga.

Obras	Puerto Nuevo	Puerto Drummond
Pasarela en Concreto	Long: 2 km Ancho: 11 m Ancho banda carbón: 5,6 m	Long: 2,5 km Ancho: 13,8 m Ancho banda carbón: 4 m
Embarcadero	1 muelle de cargue Long: 700 m Distancia de la línea de playa 1,6 a 1,7 km aprox.	2 muelles de cargue directo 1 muelle para barcazas Distancia de la línea de playa playa 600 m.
Canal de acceso	Long: 7 km Ancho: 260 m	Long: 6 km Ancho: 260 m
Volumen de Dragado	Vol: 33.000.000 m ³	Vol Fase 1: 17.500.000 m ³ Vol Fase 2: 21.000.000 m ³
Profundidad de Dragado	H1: 16 m H2: 18,5 m	Fase 1: 16 m Fase 2: 22 m

Fuente: Instituto Nacional de Concesiones (INCO).

La inversión de este proyecto fue de US\$ 212.567.507 desde el año 2010 al 2013, de acuerdo con la Resolución No. 333 del 4 de agosto de 2010 emitida por el Instituto Nacional de Concesiones. [25]

4.2. Puerto Brisa (Dibulla, Guajira)

El proyecto está localizado en el municipio de Dibulla, en el departamento de La Guajira, la capacidad instalada inicialmente proyectada será de 5 MTA, y la capacidad de expansión portuaria se espera mayor a 50 MTA. El proyecto se desarrolla en tres fases, en su última fase, el número de muelles llegará a 5 y 10

puntos de atraque, el puerto inició sus operaciones en el segundo semestre del 2012. La descripción de cada fase es la siguiente [26]:

- **Fase 1:** Gráneles sólidos (Importación/Exportación). Líquidos (Importación/Exportación). Capacidad instalada de 30 MTA.
- **Fase 2:** Conexión con la red férrea nacional. Línea férrea nueva Chiriguana – Cuestecitas – Puerto Brisa de 326 km de longitud. Capacidad instalada de 60 MTA.
- **Fase 3:** 5 muelles/ 10 puntos de atraque. Dique de abrigo. Contenedores. Carga general. Capacidad instalada de 90 MTA.

Las especificaciones técnicas del proyecto son las siguientes:

- Calado: 66 pies
- Canal de acceso: 2100 m de largo y 220 m de ancho.
- Muelles: 1
- Sitios de atraque: 2 (fase inicial) 360 m x 22m.
- Dársena de maniobras.
- Viaducto marino: 1180 m de largo, dos corredores de mantenimiento, dos bandas transportadoras y corredor central para vehículo de servicio.

De acuerdo con la Resolución No. 008 del 6 de agosto de 2010 emitida por el INCO, la inversión en la primera fase fue de US\$10.356.314 la cual contempla la construcción de la infraestructura marítima y terrestre en las zonas de uso público. Para la segunda fase (año 8) se considera una inversión de US\$7.405.452. Finalmente en la fase 3 el monto de inversión es US\$3.425.032. [27].

La construcción de la obra en su etapa inicial comenzó en octubre de 2010 y tardó aproximadamente tres años, pues estuvo acompañada por un caluroso proceso de concertación con las comunidades indígenas presentes en la zona. [28]:

4.3. Puerto CCX (Guajira)

El puerto CCX (anteriormente MPX) se desarrolla en el departamento de la Guajira, construido en un área de 521 hectáreas y 2,8 kilómetros de franja de playa, entre los ríos Cañas y Ancho. La capacidad inicial del puerto a final del año 2013 es de 5 millones de toneladas al año, para alcanzar 35 millones de toneladas en 2020: [29]

El desarrollo del proyecto contempla tres (3) etapas, las cuales son:

- Etapa de Diseño.

- Etapa de Construcción.
- Etapa de Operación.

Las fases del proyecto están relacionadas con el movimiento y embarque de carbón que se proyecta realizar. Para la primera fase se concibe un movimiento de 8 MTA, la cual se llevará a cabo en un tiempo de 6 años, y en la segunda fase se estima un flujo de 20 MTA, de acuerdo con lo consignado en el “Auto No. 0361 emitido por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial”.

También se desarrollan obras de infraestructura complementarias para el desarrollo del portuario, tales como obras en tierra y en mar necesarias para su emplazamiento, además de los accesos al sitio propuesto para la construcción del puerto.

En la primera fase del proyecto la pasarela se llevará hasta la isóbata de los 15 m y para la segunda fase se plantea realizar dragado para alcanzar una profundidad de 20 m y de esta manera poder realizar el cargue de buques Capesize. Adicional a estas obras, las vías de acceso al puerto serán adecuadas en un tramo estimado de 1850 m. [30]

La Agencia Nacional de Infraestructura mediante la Resolución No. 605 del 16 de octubre de 2012 otorga la concesión portuaria a la sociedad CCX Colombia S.A. La inversión total que realizará la compañía minera CCX en este proyecto se estima en US\$ 150 millones (año 2010), de acuerdo con el informe presentado por el presidente de la compañía Eduardo Karrer. [31].

4.4. Puerto Industrial Aguadulce (Buenaventura, Valle)

Este puerto se localiza frente al Puerto de Buenaventura y tiene, además de los muelles tradicionales de contenedores y gráneles sólidos, las facilidades necesarias para el manejo de petróleo y sus derivados, gas y minerales como el carbón que no tenían un manejo especializado en el Terminal Portuario de Buenaventura hace aproximadamente 18 años. [32]

El puerto de Aguadulce es un puerto multipropósito y de servicio público, constituye 600 metros de muelle para contenedores, 250 metros de muelle para grandes sólidos y carbón, la capacidad del puerto después de realizada la inversión total Fase I y II será de 832.000 TEUS anuales. [32]

El objetivo principal de este proyecto era construir una nueva infraestructura portuaria, con el propósito de mejorar la eficiencia en el manejo de la carga por el

pacífico colombiano, con el objetivo de dinamizar el comercio exterior, reducir costos, mejorar la competitividad de los productos colombianos en el exterior y lograr economías en los productos importados.

El macro proyecto incluye las siguientes etapas: Etapa Inicial Modificada; Etapa 1A - Expansión de las Instalaciones, Etapa 1B - Expansión de las Instalaciones de Gráneles Sólidos, y Etapa 2 - Expansión de las Instalaciones de Gráneles.

Por medio de la Resolución No. 382 del 20 de junio de 2007 emitida por el INCO, se otorga formalmente una concesión portuaria a la Sociedad Puerto Industrial de Aguadulce S.A. [33]. De acuerdo con esa resolución, la inversión en obras portuarias ubicadas en la zona de uso público concesionadas asciende a US\$ 103.356.331.

Se espera que para finales del 2013 el puerto esté funcionando en su totalidad. [34]. Los volúmenes de carga de carbón coque y/o térmico se estiman en 1,1 MTA para el primer año de operación y se puede llegar a 1,8 MTA al año 30 de la concesión considerado un crecimiento del 3% en el volumen de carbón transportado, por lo que se puede concluir que para el año 2019 se tendrá una capacidad efectiva disponible de 1,5 MTA. [35].

4.5. Terminal de Contenedores TCBUEN (Buenaventura, Valle)

El proyecto se desarrolla en dos fases, en la primera, su dimensión es de 440 metros lineales y en su segunda fase se espera que llegue a 782 metros. Inicialmente la capacidad en la primera fase es de 260.000 TEUS al año y se espera que alcance 1.137.000 TEUS anuales. [36].

Este proyecto es complementario al Puerto Industrial Aguadulce, en el primer semestre del 2013 se iniciaron actividades de dragado y de ampliación del canal de acceso y dársena de giro, con una inversión aproximada de US\$13.000.000, de acuerdo con lo consolidado en el Informe de Avance No.1, presentado por la Sociedad Portuaria Terminal de Contenedores de Buenaventura TCBUEN S.A. [37].

El día 28 de marzo de 2013 arribó a Buenaventura la draga Filippo Brunelleschi perteneciente a la empresa de dragados Jan de Nul de gran reconocimiento a nivel mundial. El mismo día inició las labores de relimpia de la dársena de maniobra y el canal de acceso a las instalaciones de TCBUEN S.A., en

cumplimiento de la parte A de dragado de los trabajos de la fase II de ampliación del Terminal Marítimo.

El contrato de concesión otorgado a TCBUEN es por un plazo de 30 años, de acuerdo con lo mencionado en la resolución No. 178 del 2012 emitida por la Agencia Nacional de Infraestructura bajo el amparo del ministerio de transporte.

De acuerdo con el Avance Operativo No. 17, el 13 de mayo del 2011 se realizó la inauguración oficial de la terminal de contenedores y a partir del año 2013 se iniciaron las actividades de dragado como se había mencionado anteriormente. [38].

4.6. Puerto de Tribugá (Chocó)

El Puerto de Tribugá propuesto por el Ing. Gustavo Robledo Isaza, se localiza en el Municipio de Nuquí (Chocó) sobre el Pacífico colombiano. A 20 km se localiza la Bahía de Utría (fiordo ancho, profundo y tranquilo) como alternativa de fondeo adicional. Tribugá, con un canal de acceso de apenas dos y medio kilómetros, admite dragado para superar los 20 m de profundidad, no posee problemas de sedimentos y ofrece amplitud para muelles y desarrollos portuarios de largo plazo. [39].

Definitivamente Tribugá es la fórmula para acceder a la cuenca del Pacífico en el Siglo XXI. No existe en Colombia otro puerto que le permita entrar a este escenario donde se imponen las grandes embarcaciones por encima de 75 mil toneladas. Un beneficiado con un puerto profundo en Colombia, es Panamá, cuyo flujo debe competir con el Canal del Suez, y con el puente seco de los FF CC costa a costa en Norteamérica.

Tribugá podría recibir carga del Atlántico y también carga de cabotaje del Pacífico americano con destino al Asia y a Oceanía. Esto supone articular a Antioquia que ya propone un puerto en Urabá, para resolver el futuro de su industria manufacturera.

Este puerto será multipropósito de servicio público, cuyas características principales son: muelles de 3.600 metros de longitud; dársena de maniobras de 300 hectáreas; canal recto de acceso de 3.000 metros de longitud; profundidad inicial de 15 metros; profundidad final de 20 metros y un área de patios del puerto de 250 hectáreas, el puerto contaría con una capacidad para atender barcos de 200000 toneladas clase navíos 50 pies de calado (buques cisterna). [40].

El proyecto comprende dos fases, la fase 1 contempla la construcción de un puerto de cabotaje, pesca y con énfasis en tema turístico desarrollada en un muelle de 180 metros lineales con una inversión de US\$10,5 millones. La segunda fase, comprende un puerto industrial y comercial (todo tipo de carga) cuya inversión se estima en US\$168 millones. [41].

4.7. Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta

El puerto de Santa Marta es una instalación multipropósito dividida en subterminales de carbón, contenedores y carga a granel. Las principales obras a llevarse a cabo en el terminal marítimo concesionado a la Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta son las siguientes:

- Construcción y reforzamiento de muelles (incluye pilotaje, tablestacado).
- Dragados.
- Pavimentación de patios.
- Rellenos para extensión de muelles.
- Construcción e instalación de bodegas.
- Construcción e instalación de silos.
- Construcción y mejoramiento de vías férreas.
- Construcción de tanques subterráneos para almacenamiento de agua.
- Instalación de subestaciones y plantas de potencia.
- Construcción, mejoramiento y mantenimiento de vías internas.

Dentro de los equipos requeridos para la operación del puerto se destacan:

- Instalación de grúas pórtico y RTG.
- Equipos para el cargue y/o descargue de carga a granel como Siwertell, bandas transportadoras.
- Scanners.

De acuerdo con la Resolución No. 625 de 2011 emitida por la Agencia Nacional de Infraestructura asociada a la Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta y de conformidad con lo establecido en la cláusula primera del Otrosí No. 006 del 30 de mayo del 2008, se establece el siguiente plan de inversión: en la primera etapa de desarrollo del proyecto (2008-2011) US\$57.136.320, para la segunda etapa (2012-2020) se estima una inversión de US\$44.907.681 y finalmente para la etapa final (2021-2033) el monto de inversión previsto es de US\$25.311.454. [42].

El plan de inversión del Otrosí No. 006 del 30 de mayo del 2008 establece que el concesionario se obliga a ejecutar el plan de inversiones en infraestructura y

equipamiento portuario hasta la finalización del plazo de la concesión por un total de US\$127.355.455 a precios constantes del 2007, monto actualizado de acuerdo con la inflación de Estados Unidos del 2,1% anual. [43].

4.8. Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura

De acuerdo con el “Informe Ejecutivo de Gestión” de la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura, se encuentran dentro de su plan de inversión las siguientes obras [44]:

- **Construcción Muelle 14:** Esta obra convertirá el actual puesto de atraque especializado en granel líquido en un muelle multipropósito con una infraestructura especializada para el manejo óptimo del carbón. A finales del año 2011 esta obra se encontraba en un 86% de ejecución. En el segundo semestre de 2012 se terminarán de instalar todos los equipos para el cargue directo de carbón. La inversión en este proyecto se estima en US\$14,5 millones.
- **Dragado de profundización:** En el transcurso del segundo semestre del 2011 se realizó dragado de profundización de la franja de atraque de los muelles 4, 5 y 6 a 12,5 metros con promedio de mareas mínimas. El costo de esta obra se estima en US\$ 13 Millones, incluye además del dragado, los costos de interventoría técnica y administrativa, interventoría ambiental, gestión social, pilotos, etc.) [45].
- **Dragado del canal de acceso:** Durante el segundo semestre de 2011, se realizaron varias reuniones entre la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, INVIAS y SPRBUN S.A., con el propósito de buscar alternativas para ejecutar las obras de dragado del canal de acceso al Puerto de Buenaventura, en donde se adelantó una cotización de la obra de profundización de la bahía interna a 12,5 metros y la bahía externa a 13,5 metros, por un valor de US\$ 25,8 millones. [45].

4.9. Sociedad Portuaria Regional de Cartagena

De acuerdo con la Resolución No. 011 del 5 de enero del 2010, se propone un plan de inversión equivalente a US\$32.390.906 expresado en términos corrientes para la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena S.A, el cual se deberá ejecutar en la zona de uso público. Dentro de las obras se destacan la adecuación de muelles, la adquisición de equipos portuarios (2 grúas pórticos y 3 grúas RTC), la

adecuación de los patios (relleno de área 12.500 m², patio 17.408 m²) y las obras de dragado (62.563 m³). [46].

Una de las obras más relevantes realizadas por la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena es la de la construcción del muelle 9, este nuevo muelle corresponde al contrato 004 del 8 de junio de 2010. Este muelle es marginal de tipo abierto con una longitud de 162 metros, el cual estará compuesto por una plataforma de 34,5 metros de ancho y 0,4 metros de espesor, con un sistema de vigas longitudinales en concreto reforzado. [47].

4.10. Sociedad Portuaria del Norte (Barranquilla)

Este proyecto desarrollado en Barranquilla es uno de los más innovadores en materia portuaria, actualmente el puerto se encuentra en operación desde el primer semestre del año 2012, cuenta con terminales multipropósito. En el año 2011, el proyecto BCT (Barranquilla Container Terminal) se encontraba en la etapa “Greenfield”, dentro de los equipos del puerto se destaca el uso de 3 grúas pórtico tipo low-profile y 2 grúas RTG (Rubber Tyred Gantry).

La concesión portuaria otorgada a este proyecto incluye 400 metros lineales y el plan de inversión para el periodo 2011 a 2016 es de US\$42 millones. [48].

Las inversiones contemplan las obras de dragado, muelle fluvial para el descargue de barcazas, viaductos de acceso al muelle, equipos de descargue de barcazas, cargador de buques ship loader, bandas transportadoras, entre otros ítems. [35].

5. MODELO DE VALORACIÓN DE INVERSIONES

La valoración de un proyecto de inversión en infraestructura portuaria puede realizarse a través de un modelo que sea aplicable a este tipo de proyectos en particular, con el fin de estimar su viabilidad y factibilidad. Para ello, se toma como punto de referencia el año 2013 (fecha de inicio de la investigación) y se consideran 20 años como el periodo de evaluación, dado que este horizonte de tiempo es la duración de la concesión. Ésta valoración se realiza desde el punto de vista del inversionista.

Es importante destacar que la mayoría de los terminales modernos operan bajo un modelo de concesión, es decir, un acuerdo entre la autoridad portuaria y el operador del terminal quien hace uso de las instalaciones por un periodo determinado de tiempo. Además, acorde a lo establecido en el Estatuto Portuario Colombiano la inversión en obras de infraestructura portuaria se hace por iniciativa privada y a cuenta y riesgo del inversionista.

Para el desarrollo del modelo de evaluación se considera la información obtenida de los principales proyectos en infraestructura portuaria que se han venido desarrollando en Colombia.

5.1. Supuestos operacionales

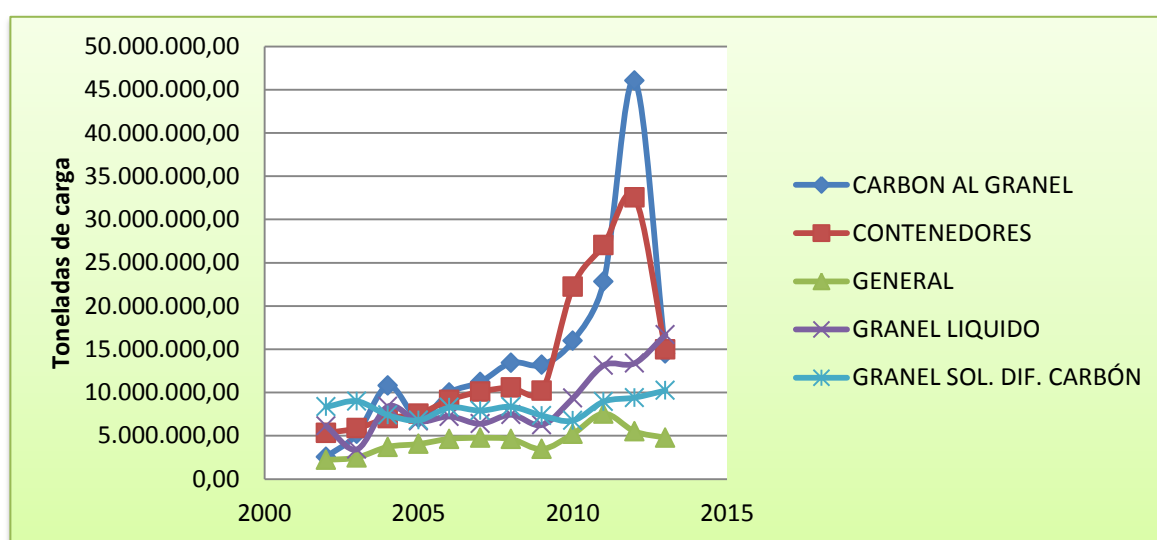
Con base en la información proporcionada por la Superintendencia de Puertos y Transporte, en su informe consolidado del 2010, Informe definitivo sobre Análisis y proyección del movimiento de la carga marítima en Colombia, se realizó un análisis de datos históricos con el propósito de determinar qué tipo de carga (carbón al granel, contenedores, general, granel líquido, granel sólido), se moviliza en mayor medida en la actividad comercial (exportaciones e importaciones) en los puertos marítimos colombianos; lo anterior se realiza debido a que el precio que se cobra en una operación portuaria depende directamente del tipo de carga en cuestión.

Teniendo en cuenta que las Sociedades Portuarias Regionales (SPR) de uso público y propiedad de la nación movilizaron 33 millones de toneladas en 2010, de las cuales 22 millones de toneladas corresponden a comercio exterior, el equivalente al 69%, se toman en cuenta los datos correspondientes a las

Sociedades Portuarias Regionales (SPR) de Cartagena, Buenaventura, Barranquilla y Santa Marta, por destacarse principalmente por la movilización de carga de acuerdo con el informe presentado por el Ministerio de Transporte “Diagnóstico del Transporte”.²

Posterior al análisis de los datos históricos de la cantidad de carga en toneladas movilizada según su tipo, se selecciona el carbón al granel como el tipo de carga a considerar, debido a su demanda creciente en los últimos años, como se puede apreciar en el gráfico 7:

Gráfico 7. Comercio Exterior por tipo de carga.



Fuente: Autores

Uno de los factores que pueden resultar atractivos para realizar proyectos de inversión en infraestructura portuaria lo constituyen las ganancias percibidas por la operación, las cuales están determinadas por las tarifas que se cobran por concepto de muellaje, uso de las instalaciones, uso de instalaciones a la carga, cargo a operadores varios, almacenamiento y uso de grúas, para este tipo de carga (carbón al granel) se consideran las tarifas de la Sociedad Portuaria de Santa Marta, siendo esta zona portuaria la de mayor relevancia en el tráfico de carbón a granel como se explicará más adelante. [49].

Las tarifas tomadas como referencia para el desarrollo del modelo se muestran en la tabla 6, las cuales son reguladas por la Superintendencia de Puertos y Transporte bajo el amparo de la Ley 01 de 1991.

² Diagnóstico del Transporte 2011. Ministerio de transporte. Oficina asesora de planeación

Tabla 4. Tarifas del Puerto.

	Concepto de cobro	2013
Muellaje (USD/mt eslora/hr)	PERMANENCIA (hr)	
	Entre 0 y 24	0,38
	Entre 0 y 48	0,44
	Entre 0 y 90	0,5
	Entre 0 y 120	0,55
	> 120	0,6
Uso de instalaciones	A LA CARGA [USD/Ton]	4,5
	AL OPERADOR PORTUARIO MARÍTIMO [USD/Ton]	1,27
Cargo a operadores varios (USD/buque)	SUMINISTRO DE PROVISIONES Y COMBUSTIBLE (avituallamiento). Por buque	15
Almacenaje (USD)	Carga descubierta	
	Del día 1 al día 3 (24 a 72 hr)	0
	Del día 4 al día 6 (72 y 144 hr)	0,8
	Del día 7 en adelante	1,2
Grúas (cobro por hora, USD)	Tarifa/hora	450

Fuente: Sociedad Portuaria de Santa Marta.

Para el cálculo de los ingresos por concepto de muellaje se debe considerar la eslora y el tiempo de permanencia de los barcos en el puerto, para tal fin se tienen en cuenta las dimensiones de un buque tipo Handysize, dado que el tamaño de este buque es el más común de los graneleros, con cerca de 2000 unidades en servicio en el mundo. De acuerdo con lo anterior, se asume una longitud promedio de 177 m. de eslora y se considera el tiempo de permanencia de los buques en el puerto como una variable de estudio, dado que influye en otros elementos de los ingresos. [50].

Para el cobro de las tarifas se tiene el supuesto de que el almacenamiento del carbón será descubierta, el cargo a operadores varios (suministro de provisiones y combustible por buque) se le cobrará a cada buque que arribe, y finalmente que todos los buques harán disposición de una grúa multipropósito.

El capital de trabajo necesario para comenzar el proyecto se conforma por la política de cartera, de inventarios y proveedores. La política de cartera se considera como 15 días, la de inventarios de 10 días (para repuestos) y los proveedores de 30 días.

5.2. Supuestos macroeconómicos

Para realizar un modelo que se asemeje lo mejor posible a la realidad, se consideran las variables macroeconómicas que tienen implicaciones en los componentes de evaluación del proyecto, dentro de las cuales se destacan: PIB (variación anual), inflación (IPC variación anual), inflación externa, devaluación nominal (fin de año), DTF (% E.A.) a 90 días y la tasa de cambio USD a COP (fin de año).

Las proyecciones de estas variables macroeconómicas son tomadas de un análisis realizado por el área de Investigaciones Económicas de Bancolombia y sus afiliadas (Grupo Bancolombia). [51].

5.3. Estimación de parámetros

Los parámetros considerados en el modelo son los siguientes: Costos de inversión, costos y gastos (fijos y variables) y capacidad instalada. Cada uno de estos parámetros influye en la valoración de este tipo de proyectos.

5.3.1. Costos de inversión

Para la valoración inicial de cualquier proyecto de infraestructura se deben considerar los costos de inversión asociados al mismo, los cuales varían dependiendo de las características del proyecto. Para el modelo desarrollado en este trabajo, los costos de inversión están representados básicamente en Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, entre otros.

El cálculo de la inversión inicial requerida en el proyecto se realiza con base en el plan de inversión de la Sociedad Puerto Industrial de Aguadulce S.A, cuyo puerto es de carácter multipropósito, lo cual involucra la movilización de carbón a granel. Se selecciona dicho proyecto debido a sus características financieras y técnicas que hacen que se destaque al ser comparado con los demás proyectos

mencionados en este documento. Otro factor que influye en la selección de Aguadulce como punto de referencia para la estimación de los costos de inversión es el hecho de ser un proyecto nuevo, es decir, la construcción del puerto se realiza desde cero, situación que se ajusta al objetivo del modelo propuesto.

En la Resolución No. 382 del 2007 emitida por el Instituto Nacional de Concesiones (INCO), se estipula un periodo de cinco años en el cual se llevan a cabo inversiones anuales. Dichas inversiones se actualizan a valor presente (año cero del periodo de evaluación) con una tasa equivalente a la inflación interna. De esta manera se obtiene una inversión de US\$120.252.701,58. Es importante mencionar que en el año cero del periodo de evaluación no se consideran ingresos por concepto de operación del puerto.

Con el propósito de realizar una descripción detallada de los montos invertidos por diferentes conceptos en el proyecto en evaluación, se considera una estructura de inversión aplicable a los proyectos de características similares mencionados en el documento elaborado por el Ministerio de Minas y Energía (2010) [35]. Posteriormente se calculan los porcentajes de participación por rubro respecto a la inversión total de esa estructura y se aplican estos porcentajes a la inversión del proyecto considerado en el modelo, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. Descripción montos de Inversión

Descripción	Inversión (US\$)	%
Costos de preinversión (estudios técnicos)	4.875.256,47	4,05%
Obras de Dragado	3.649.298,03	3,03%
Muelle para descargue de barcazas	7.186.309,96	5,98%
Estructuras de muelle marítimo (Plataforma de muelle marginal)	12.126.898,06	10,08%
Viaductos de acceso al muelle	1.212.689,81	1,01%
Ship Loader (Cargador de buques)- Diseño y suministro de cargador de buque 4000 tph	7.298.596,06	6,07%
Equipos de descargue de barcazas	5.614.304,66	4,67%
Sistema de bandas transportadoras hasta muelle (200 m)	1.089.175,10	0,91%
Sistema de bandas para manejo de carga en patios (400m)	1.976.235,24	1,64%
Sistema de bandas traslado muelle fluvial a patios. (200m)	943.203,18	0,78%
Estación de transferencia (Estructuras concretos, estructuras metálicas y mecánicas)	3.368.582,79	2,80%

Estación de muestreo--- estructuras metálicas, concretos y obra mecánica	729.859,61	0,61%
Apiladores--- reclamadores de patio	6.063.449,03	5,04%
Patios de almacenamiento (Construcción de plataforma para patios almacenamiento)	30.182.501,84	25,10%
Vías vehiculares) Vías de interconexión en la terminal)	1.122.860,93	0,93%
Edificios de administración	651.259,34	0,54%
Equipos de cómputo y comunicación	6.737,17	0,01%
Subtotal	\$ 88.097.217,28	
Administración 7,5%, Interventoría 8%, Contingencias 15%, Mitigación Ambiental 1%	27.750.623,44	23,08%
Imprevistos equipos (repuestos) 5%	4.404.860,86	3,66%
TOTAL	\$ 120.252.701,58	100%

Fuente: Elaboración Propia con base en informe elaborado por el Ministerio de Minas y Energía con la colaboración de Incoplan S.A. [35]

5.3.1.1. Costos de pre-inversión

Existen tres etapas específicas en el proceso de pre-inversión en las cuales se generan costos por diferentes conceptos, estas son: Estudio a nivel de perfil, estudio de pre factibilidad y estudio de factibilidad.

En la etapa inicial, el proyecto nace como una idea, incentivando un estudio preliminar teniendo en cuenta la información existente y la experiencia que pueda tener el inversionista frente a este tipo de proyectos. En el estudio a nivel de perfil se consideran estimaciones globales de la inversión inicial, de los ingresos y de los costos de operación, analizando la demanda, la oferta y los aspectos técnicos relevantes.

En el estudio de pre factibilidad se generan costos asociados al estudio de mercado, el análisis tecnológico, la localización y el tamaño del proyecto. Finalmente, en el estudio a nivel de factibilidad se consideran aspectos relacionados con la obra física, el programa de desembolsos de la inversión, estudios de carácter financiero y el análisis de riesgo. [52].

5.3.1.2. Infraestructura

Obras de adecuación: Las obras de adecuación están relacionadas con las obras de dragado, la construcción de muelles para descargue de barcas, la

estructuras para muelles marítimos (Plataformas de los muelles marginales), los viaductos de acceso al muelle y las vías de interconexión en la terminal.

Se toma como referencia una serie de datos de proyectos portuarios con características similares al estudiado, con el fin de definir las condiciones iniciales del proyecto.

Las obras de dragado permitirán un canal de acceso de aproximadamente 6 km de longitud y 260 m de anchos, con su dársena de maniobras y una profundidad inicial de 16 m aproximadamente [53]. El puerto contará inicialmente con 4 muelles marginales con una longitud estimada de 300 m por 30,5 m de ancho, cada muelle cuenta con 3 amarraderos, la longitud de los muelles permitirá atender buques HandySize, especializados en el transporte de graneles sólidos y minerales. Los cimientos de los muelles se componen por pilotes de acero y concreto y bloques de cemento. [54].

La pasarela de acceso al muelle se considera de 1,8 km de longitud y 11 m de ancho, la cual conecta las instalaciones terrestres con el muelle de cargue de buques. [53].

Maquinaria y equipos: La maquinaria y los equipos requeridos en el puerto son principalmente:

- Ship Loader (Cargador de buques), de referencia Sandvik Mining, “Radial quadrant, shuttling-boom shiploaders” perteneciente a la serie PL400, cuya capacidad es de 4000 tph. [55].
- Equipos de descargue de barcasas, conformado principalmente por grúas para el trasbordo de carbón al granel de referencia Liebherr CBG, con una capacidad de 4000 tph y un radio de 26 a 36 m. [56].
- Sistemas de bandas transportadoras hasta el muelle (200 m de longitud), para el manejo de carga en patios (400 m) y para el traslado desde el muelle fluvial a los patios (200 m). [53].
- Apiladores – reclamadores de patio, de referencia PHB Weserhutte. [57].
- Equipos de cómputo y comunicación, en donde se incluyen el mobiliario y los equipos de oficina necesarios para la administración del puerto. [58].

Edificios: Dentro de la zona de operaciones del terminal portuario se consideran las siguientes instalaciones: edificio administrativo, estación de transferencia, estación de muestreo, zonas para carga, patios de almacenamiento (área aproximada de 67200 m²) [37], talleres para mantenimiento de equipo y maquinaria, almacenes, subestaciones eléctricas, central térmica, reservorio de

agua, departamento médico y de seguridad y departamento de sanidad vegetal. [54].

5.3.1.3. Otros costos asociados a la inversión

Una buena evaluación de un proyecto requiere considerar otro tipo de costos que están asociados a la inversión inicial, los cuales se calculan como un porcentaje de dicha inversión, estos son: costos administrativo preliminares (7,5%), Interventoría (8%), contingencias (15%), costos por imprevistos en los equipos básicamente repuestos (5%) y costos de mitigación ambiental (1%).

El impacto ambiental que puede tener el desarrollo del proyecto se vería reflejado en el componente atmosférico, edáfico (erosión), hídrico, cambios en la fauna y flora y en aspectos sociales. Es por esta razón que los proyectos portuarios requieren de una Licencia Ambiental otorgada por una Autoridad Ambiental Competente (de acuerdo con el Decreto 2820 de 2010), para lo cual se debe presentar una propuesta para mitigar estos impactos ambientales lo cual conlleva un costo. [53].

5.3.2. Costos y Gastos

Los costos y gastos fijos asociados al proyecto valorado se componen principalmente de: gastos operacionales de administración, gastos operacionales de ventas, costos de mantenimiento y el pago de contraprestaciones.

El cálculo de los gastos de administración se realizó teniendo en cuenta la evaluación financiera del proyecto CEMAS (Cementeras Asociadas S.A) [59], actualizando los valores al año 1 del periodo de evaluación, considerando los siguientes recursos humanos: Revisor fiscal, profesional del muelle, Auxiliar contable, Aseo, Mensajero y Celadores 24 horas (contratista). El costo anual de administración se estima en \$7.934.600, además se considera el pago de seguros y primas como otro costo fijo y se incluye un porcentaje de imprevistos del 5%, por lo tanto, los gastos totales de administración equivalen a \$10.350.480, es decir US\$5.432 con base en la TRM estimada para el año cero del modelo.

Los gastos operacionales de ventas se estiman como un porcentaje de los ingresos tomando como referencia el estado de resultados de la Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta para el año 2011 [60], los cuales representan el 47% de los ingresos.

Por otra parte, los costos de mantenimiento son tomados en dólares de la evaluación financiera del proyecto CEMAS, los cuales equivalen a US\$52.000 para el año 2006 y su proyección se realiza con base en la TRM en pesos colombianos año tras año a lo largo del periodo de evaluación.

Las proyecciones de los gastos de administración y mantenimiento se realizan en pesos colombianos mediante la inflación correspondiente a cada año, posteriormente se utiliza la TRM para considerar los montos anuales totales en dólares, conservando de esta manera la coherencia entre unidades.

Los costos variables están representados básicamente por los servicios públicos, los cuales se cobran a una tasa de 0,10 (US\$/Ton)³ asociada a la carga movilizada.

La metodología utilizada para el cálculo de las contraprestaciones para los terminales marítimos se adopta en el Anexo 2 del documento 3744 del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES, 2013) [61], en dicho documento se menciona la siguiente fórmula para realizar los cálculos correspondientes:

$$CT_i = \alpha_i [CF_i + CV_i] \quad (6,1)$$

Donde,

- CT_i = Contraprestación en el año i de la concesión.
- α_i = Factor de ajuste opcional en función de la recuperación de la inversión
- CF_i = Componente fijo en el año i.
- CV_i = Componente variable en el año i.

El **componente fijo** de las contraprestaciones se calcula con base en la siguiente formula:

$$CF_i = [TMP * VR_i * (\text{Área Terrestre}_i + 10\% \text{ Área acuática}_i) + (Tasainfra * \text{Avaluo Infraestructura}_i)] \quad (6,2)$$

Donde,

- **TMP** = Tasa Máxima de Predial: En el primer inciso del Artículo 23 de la Ley 1450 de 2011 se autoriza la aplicación anual de esta tasa a los avalúos catastrales, la cual corresponde al 1,6%.

³ Evaluación Financiera: Proyecto CEMAS.

- **VR_i (US\$/m²)** = Valor de Referencia (\$/m²): Este valor se estima en \$794.000 por metro cuadrado en el 2011, obtenido a partir del valor de los Avalúos Catastrales por metro cuadrado de las Sociedades Portuarias Regionales de Barranquilla, Buenaventura, Cartagena y Santa Marta para ese año, indexado al IPC observado de acuerdo con el Banco de la República. El valor de referencia se actualiza al año 2013 haciendo uso de las variaciones del IPC hasta ese año, finalmente se pasa a dólares dicho valor para conservar las mismas unidades monetarias, de este modo el VR para el año 2013 se estima en US\$443,66.

Las proyecciones del VR se realizan inicialmente en pesos utilizando las variaciones del IPC y finalmente se utiliza la TRM para obtener los valores en dólares para cada año.

- **Área Terrestre (m²):** De acuerdo con el Decreto 4735 de 2009 y el Decreto 433 de 2010, para efectos de la solicitud de los permisos portuarios, se deberá tener claridad respecto a las áreas terrestres y acuáticas solicitadas en concesión. Dentro del área terrestre se destacan los metros cuadrados de los bienes de uso público como las playas y zonas de bajamar, que son otorgadas temporalmente al concesionario para su uso. El área terrestre considerada en el modelo se asume similar a la ocupada por el Puerto Industrial Aguadulce, siendo esta de 512.000 m² [33].
- **Área Acuática (m²):** Se refiere al área física ocupada y/o a ocupar por la infraestructura dentro de las áreas marítimas o fluviales concesionadas. Se considera un área acuática de 57.378 m², tomando como referencia datos del documento “La Logística Portuaria” de la Superintendencia de Puertos y Transporte. [62].
- **Tasa de infraestructura:** Se considera la tasa fija TES de largo plazo (considerando el tiempo de evaluación del proyecto) equivalente a 2,6% más el 2% del riesgo país [63], por lo tanto, la tasa de infraestructura se toma como 4,6%.
- **Avalúo Infraestructura_i (US\$):** Se calcula según la metodología expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC en la Resolución 620 de 2007 sobre el valor de infraestructura de propiedad de la Nación a concesionar, de acuerdo con el Artículo 8 de la Ley 1 de 1991 la

Infraestructura Portuaria se refiere a: “construcciones e inmuebles por destinación que se encuentren habitualmente instalados en las zonas de uso público”. Conforme a esta definición, para el caso de estudio se toma un valor de US\$51.831.261, equivalente a las inversiones en el muelle para descargue de barcasas, la plataforma de muelle, los viaductos de acceso al muelle, los patios de almacenamiento y las vías vehiculares (vías de interconexión en la terminal).

El componente fijo de las contraprestaciones se estima en US\$ 6.059.417 para el año 2013.

Por otro lado, El **componente variable** de las contraprestaciones se calcula a partir de la siguiente formula:

$$CV_i = \sum_{j=1}^J Volumen_{ij} * Cargo_{ij} \quad (6,3)$$

Donde,

- **j** = Tipo de carga: Contenedores, Carga general suelta, granel líquido, granel sólido, carbón e hidrocarburos.
- **Volumen_{ij}** = Volumen de carga tipo j movilizada en el año i de la concesión, según su clasificación de tipo (j) de acuerdo con el reporte que entregan las Sociedades Portuarias a la Superintendencia de Puertos y Transporte.
- **Cargo_{ij}** = Monto cobrado por volumen de carga movilizada según su clasificación j en el año i de la concesión. El cargo aplicado al Carbón es de 0,17 US\$/Ton [61],

Por consiguiente, el componente variable de las contraprestaciones es de US\$626.811 este valor se proyecta con el CPI (Consumer Price Index) observado del año inmediatamente anterior, de acuerdo con el Bureau of Labor Statistics de los Estados Unidos.

A partir de los cálculos anteriores, se puede obtener el monto total de la contraprestación, el cual es de US\$ 2.005.868

El monto de costos y gastos fijos para el primer año (año 1) de operación del puerto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 6. Costos y Gastos Fijos

Costos y Gastos Fijos	US\$
Administrativos	5.432
Ventas	12.373.239
Mantenimiento	73.941
Contraprestaciones	2.049.377
TOTAL	14.501.989

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.3. Capacidad instalada

La capacidad portuaria instalada es un parámetro que permite visualizar como un terminal portuario está operando frente a la carga que puede atender por unidad de tiempo. Para el modelo, la capacidad instalada del puerto se calcula como el promedio ponderado de las capacidades de las principales Zonas Portuarias del país, considerando los proyectos más representativos que se adelantan en cada una de ellas, teniendo en cuenta la información consolidada en el Estudio técnico sectorial realizado por Incoplan. [35], El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7. Capacidad Promedio por Zona Portuaria

Zona Portuaria	CAPACIDAD (Ton/año)	
Barranquilla	650.000	4%
Buenaventura	700.000	5%
Cartagena	1.133.333	8%
Santa Marta	12.500.000	83%
Total	14.983.333	100%
Promedio Ponderado	10.574.879	

Fuente: Autores.

Para efectos prácticos, se aproxima la capacidad instalada inicial a 10.600.000 (Ton/año). La necesidad de expandir la capacidad está determinada por la demanda de cada año, estableciendo como condición el hecho de que no se supere el 75% de la capacidad instalada actual, dado que los estándares internacionales establecen que se presenta congestión cuando la intensidad de uso de la capacidad instalada de un puerto, es decir, su relación volumen/capacidad, supera el 75%.⁴

De acuerdo con las proyecciones de demanda de carga de carbón a granel, en el año 9 del periodo de evaluación del proyecto, la capacidad instalada llegaría a su límite, por tal motivo, los ingresos a partir de ese año estarán limitados a la capacidad del puerto.

5.4. Variables de entrada

Las principales variables que se consideran en el modelo son las siguientes: Demanda de carga marítima y el tiempo de permanencia de los buques en el puerto. Cada una de estas variables se describe a continuación.

5.4.1. Carga marítima

El tráfico marítimo colombiano ha tenido una dinámica importante en los últimos años, a nivel de Latinoamérica el país se destaca como el principal productor de carbón, y el noveno⁵ a nivel mundial con 89,2 MTA⁶ (millones de toneladas anuales) producidas en el 2012, lo cual corresponde a un crecimiento del 4% en relación con el año 2011.

Una perspectiva a largo plazo en términos de producción carbonífera indica que se puede llegar en 2019 a 140 MTA de este mineral, de acuerdo con las proyecciones realizadas por el Ministerio de Minas y Energía.

Para el año 2011 del total de carga movilizada (169 MTA) el 91,6% (154,5 MTA) correspondió a comercio exterior⁷, en su mayoría representado por carbón e

⁴ Pricewaterhouse Coopers Consultoría: "Fortalecimiento del Esquema Contractual de puertos Marítimos de Colombia" 2004.

⁵ World Coal Association.

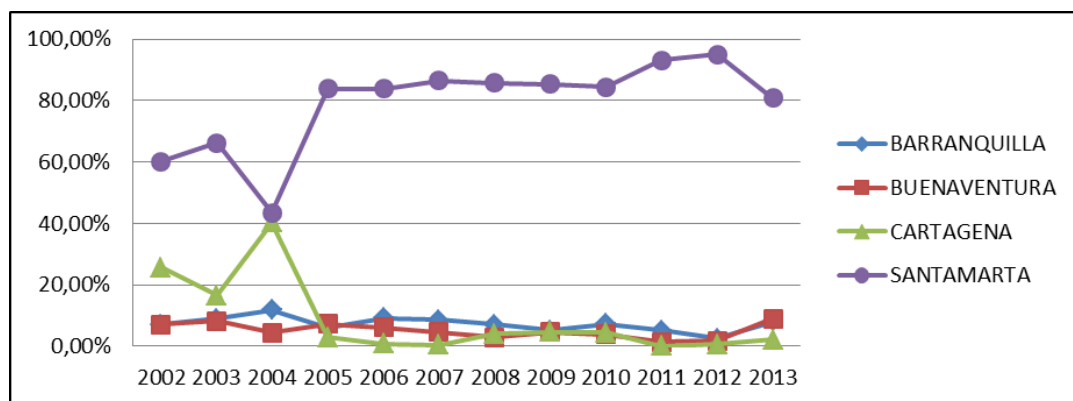
⁶ Datos tomados de la Agencia Nacional de Minería.

⁷ Superintendencia de Puertos y Transporte. No incluye cifras de carga movilizada por cabotaje, trasbordo, tránsito internacional y carga transitoria.

hidrocarburos, que constituyen el 80,5% del comercio movilizado por los puertos marítimos colombianos.

Por su parte, si se analiza en detalle el tráfico por zona portuaria, se destaca Santa Marta como la de mayor participación (76,83%)⁸ en la movilización de carbón a granel del país, de acuerdo con el “Informe definitivo sobre análisis y proyección del movimiento de la carga marítima en Colombia” realizado por la Superintendencia de Puertos y Transporte. Como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfico 8. Participación de los Puertos marítimos en el Comercio Exterior de Carbón al granel.



Fuente: Autores, con base en datos de la Superintendencia de Puertos y transporte 2013.

A partir de los datos registrados de demanda promedio nacional, calculados con base en el informe de la Superintendencia de Puertos y Transporte citado anteriormente, se procede a proyectar la demanda de carbón a granel en toneladas para los próximos 20 años con el fin de estimar los ingresos percibidos por el inversionista en el periodo de evaluación del proyecto.

Las proyecciones de carga se realizan considerando los datos históricos de tráfico marítimo desde 1994 hasta el 2013, primero se calcula la media geométrica haciendo uso de la siguiente formula:

$$\Delta = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1/n} - 1 \quad (6,4)$$

Donde “P_i” representa la carga movilizada en el año inicial de la base de datos, es decir, 1994; “P_f” hace referencia al dato del año final, 2013 y “n” representa el

⁸ Valor obtenido a partir del promedio de participación desde 1994 hasta 2013.

número de datos históricos. De esta manera se obtiene una media geométrica de 0,1030.

El siguiente paso consiste en calcular la variación entre los datos de carga movilizada, para finalmente calcular la desviación estándar de estas variaciones, obteniendo un valor de 0,4337.

Tanto la media geométrica como la desviación estándar de las variaciones se utilizan para definir la distribución de probabilidad asociada a los datos, de esta manera se considera una distribución normal con media 0,1030 y desviación estándar 0,4337. Haciendo uso del software @Risk se proyectan los datos de carga de carbón a granel a partir del año 1 del periodo de análisis.

5.4.2. Tiempo de permanencia de los buques en puerto

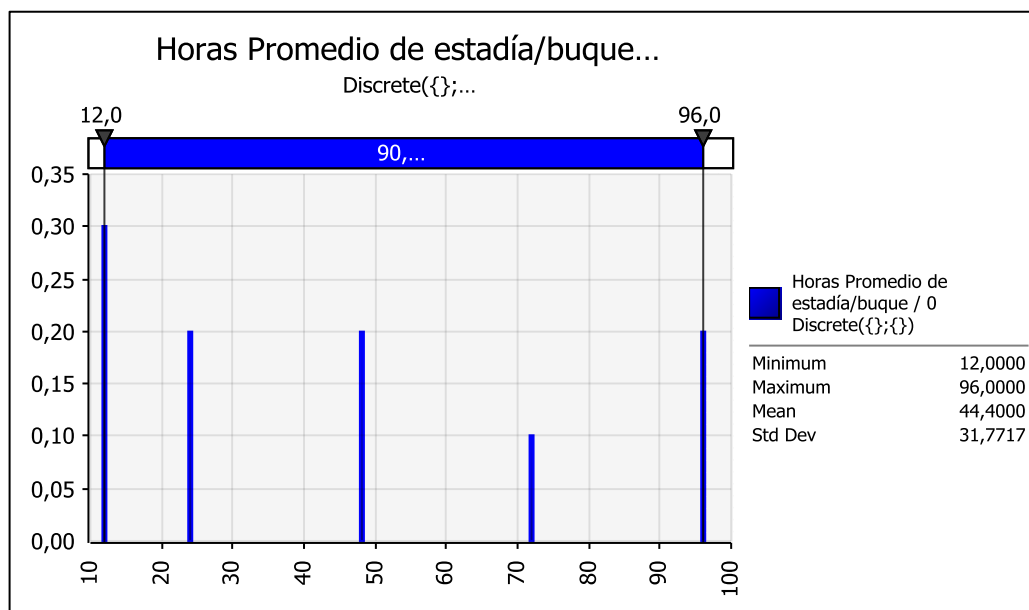
Los puertos son fundamentalmente proveedores de servicios, especialmente a los buques y a la carga. Uno de los elementos que influyen en el rendimiento del puerto es el tiempo de permanencia de los buques, el cual a su vez determina una cuantía de los ingresos percibidos por el inversionista.

El tiempo de permanencia se considera desde el momento en que el buque llega al puerto hasta el momento en el que sale, teniendo en cuenta el tiempo de espera antes de atracar y el tiempo de espera después de desatracar. [64],

Los ingresos por concepto de muellaje, almacenamiento y uso de grúas dependen del tiempo de permanencia de los buques en el puerto, por lo tanto, este último se considera como una variable de entrada para el modelo, a la cual se le define una distribución de probabilidad uniforme discreta “IntUniform” (en @Risk) que tiene como característica asignar la misma probabilidad de ocurrencia a los valores ingresados como parámetros, en este caso, se tiene en cuenta un valor de referencia de 12 horas, dato tomado de la “Guía de Transportes de la Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta” [65] a partir de este valor se consideran permanencias promedio de 1 a 4 días, estando este último dato referenciado en la Evaluación Financiera del Proyecto CEMAS,

La gráfica y las principales estadísticas de distribución obtenidas con ayuda del software @Risk se muestran en el gráfico 9.

Gráfico 9. Horas promedio de estadía.



Fuente: @Risk.

A partir de los parámetros de dicha distribución se obtienen los tiempos de permanencia de los buques para los próximos 20 años y por ende es posible pronosticar los ingresos por muellaje, almacenamiento y uso de grúas para el horizonte del proyecto.

5.5. Variables de salida

Las variables de salida consideradas en el modelo son: Valor Presente Neto y la Volatilidad Implícita.

5.5.1. Valor Presente Neto (VPN)

El criterio del VPN permite evaluar el proyecto sin flexibilidad haciendo uso de los Flujos de Caja Descontados (FCD), para poder realizar la estimación de este valor se tiene en cuenta el costo de capital, con el fin de determinar la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VPN.

El costo de capital es tomado de la Presentación Corporativa del Grupo Argos, el cual es de 14,6%, es importante mencionar que este valor corresponde a la estructura de capital de la subsidiara Compas encargada de la operación portuaria del Grupo Argos, en la cual se involucra deuda y capital propio. [66]

Los resultados obtenidos en el modelo determinístico se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. VPN con y sin financiación.

Monto de Inversión (US\$)	120.252.701,58
Costo de Capital	14,6%
TIR	15,16%
VPN (US\$)	\$4.768.699,71

Fuente: Autores.

De acuerdo con los resultados del modelo determinístico, el proyecto sería económicamente viable, dado el valor positivo del VPN, por lo que el inversionista inicialmente se vería tentado a invertir en el proyecto.

5.5.2. Volatilidad implícita

La volatilidad es una variable sumamente importante en el análisis de opciones al representar una medida de la incertidumbre sobre las rentabilidades proporcionadas por un proyecto. [67]. Esta variable representa la incertidumbre sobre los retornos esperados del proyecto entre un periodo y otro. [68]

Copelnd y Antikarov argumentan que el análisis del Flujo de Caja Descontado (FCD) provee la mejor estimación del valor actual para la inversión inicial cuando no se conoce con certeza el precio del mercado, por lo que la opción real asociada puede ser perfectamente cubierta utilizando el VPN como una estimación del precio que tendría si se negocia en un mercado abierto, por lo que la valoración se puede realizar bajo la medida neutral del riesgo. Este enfoque es conocido como MAD (Market Asset Disclaimer). [69]

Para determinar los rendimientos del proyecto se define una variable “Z”, estimada a partir de la fórmula 6,5

$$Z = \ln \left(\frac{\sum_{i=0}^n VAF C_i}{\sum_{j=0}^m VAF C_j} \right) \quad (6,5)$$

Donde,

- $VAF C_i$ = Flujos de caja actualizados en un determinado periodo (simulados).
- $VAF C_j$ = Flujo de caja actualizados en un determinado periodo (valores esperados).

En la expresión anterior, el numerador está compuesto por dos componentes, uno fijo, representado por el valor obtenido en el flujo de caja al final del periodo 1, y uno variable que se refiere a los flujos de caja simulados de los demás periodos traídos al periodo 1. [70]

Por otra parte, el denominador representa el valor esperado definido a partir del VPN de todos los flujos de caja descontados con el costo de capital.

Lutherman sugiere realizar simulación Monte Carlo aplicada a las proyecciones de los flujos de caja futuro, con el argumento de que dichas proyecciones pueden ser usadas para establecer una distribución de probabilidad al proyecto y estimar apropiadamente la medida de la volatilidad. [70]

Teniendo en cuenta el planteamiento de Lutherman se considera la volatilidad del proyecto como la desviación estándar de la distribución de los rendimientos simulados, esto se debe a que la volatilidad es una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios del precio de un activo.

6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es una herramienta importante en la valoración de un proyecto, ya que permite tomar mejores decisiones al momento de realizar una inversión al identificar las variables que tienen un mayor impacto en la rentabilidad del proyecto. Los factores a considerar en este análisis son: demanda de carga, tarifa cobrada por uso de instalaciones, tarifa cobradas por muellaje, eslora y capacidad de los buques atendidos.

Para llevar a cabo este análisis se consideran los valores iniciales tomados como base para el modelo y a partir de estos valores se plantean los escenarios mostrados a continuación.

Tabla 9. Variables consideradas en el análisis.

VARIABLES A SENSIBILIZAR	Base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Demanda de Carbón (ton)	3.999.010,71	3.599.110	3.799.060	4.198.961	4.398.912
Tarifa cobrado por uso de instalaciones (US\$/ton)	4,63	4,16	4,39	4,86	5,09
Tarifa cobrado por muellaje (US\$/mt eslora/hr)	0,45	0,41	0,43	0,47	0,50
Eslora (m)	177	200	294	280	
Capacidad por buque (ton)	40.000	65.000	80.000	150.000	

Fuente: Autores

La interpretación de los resultados obtenidos se realiza a continuación.

6.1. Tarifa cobrada por uso de instalaciones portuarias vs. Demanda de carga de Carbón

El primer análisis se lleva a cabo considerando las variaciones de la tarifa cobrada por concepto de uso de instalaciones portuarias y la demanda de carga de carbón simultáneamente, para lo cual se hace uso de la herramienta Tabla de Datos en Excel, el objetivo de este análisis es determinar los cambios que se pueden

presentar en el Valor Presente Neto (VPN) por un incremento o una disminución de las variables descritas anteriormente.

Los resultados consolidados se muestran en la tabla 10.

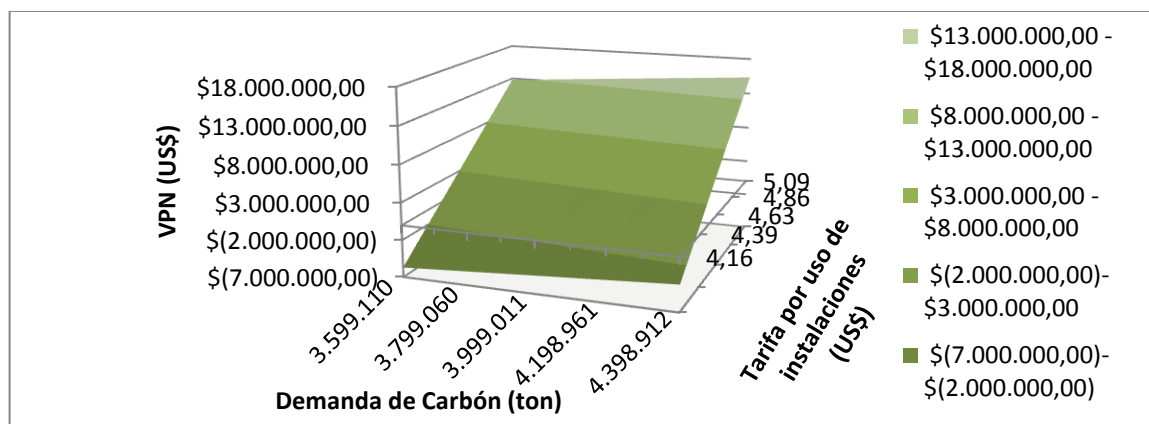
Tabla 10. Tarifa por uso de instalaciones vs Demanda de carbón.

	VPN (US\$)	Demanda de carbón (ton)				
	\$4.768.699,71	3.599.110	3.799.060	3.999.011	4.198.961	4.398.912
Tarifa cobrada uso instalaciones (US\$/ton)	4,16	\$ (5.696.601,78)	\$ (5.137.026,06)	\$ (4.577.450,35)	\$ (4.017.874,63)	\$ (3.458.298,92)
	4,39	\$ (1.065.267,46)	\$ (484.544,93)	\$ 96.177,60	\$ 676.900,12	\$ 1.257.622,65
	4,63	\$ 3.564.961,04	\$ 4.166.830,37	\$ 4.768.699,71	\$ 5.370.569,05	\$ 5.972.438,38
	4,86	\$ 8.195.189,53	\$ 8.818.205,68	\$ 9.441.221,83	\$ 10.064.237,97	\$ 10.687.254,12
	5,09	\$ 12.783.122,32	\$ 13.427.285,28	\$ 14.071.448,24	\$ 14.715.611,20	\$ 15.359.774,15

Fuente: Autores.

De acuerdo con los resultados anteriores, es posible apreciar que el VPN tiene una relación directa entre la tarifa cobrada por el uso de las instalaciones portuarias y la demanda de carga de carbón a granel, dado que estas dos variables influyen directamente en los ingresos y por lo tanto repercuten en el VPN, este aumenta o disminuye conforme lo hacen las variables mencionadas, como se muestra en el gráfico 10.

Gráfico 10. Tarifa por uso de instalaciones vs. Demanda.



Fuente: Autores.

El VPN podría crecer en un 25% si se llegara a incrementar la demanda de carbón en un 10% por un posible aumento en la producción y en las exportaciones, dejando la tarifa por uso de instalaciones inalterada. Por otro lado, cuando se incrementa la tarifa cobrada por uso de instalaciones en ese mismo porcentaje en el caso de que el Gobierno Nacional autorice la libertad de tarifas de acuerdo con el artículo 20 de la ley 1 de 1991, el VPN podría llegar a aumentar en un 195% si se mantiene la demanda inicial de carbón.

Considerando los valores negativos del VPN que aparecen en la tabla 10, es posible afirmar que el factor tarifario representa un aspecto importante a considerar en la fase operativa del puerto, dado que el VPN podría disminuir en un 98% si la tarifa cobrada se reduce en un 5%, sin que la demanda sufra cambios. Incluso si se decide reducir las tarifas en un 5% con el propósito de ser más competitivos y la demanda de carbón se incrementa en un 10%, el VPN decrecería 74% respecto al escenario base.

El escenario menos deseado para el inversionista se presenta cuando se establece una reducción de tarifas equivalente al 5% respecto a la inicial y la demanda de carbón cae en igual proporción, dado que a partir de ese momento el VPN presentará valores negativos lo cual haría que el proyecto no fuera atractivo bajo este enfoque.

6.2. Tarifa cobrada por muellaje vs. Demanda de carga de Carbón

Al variar la tarifa cobrada por concepto de muellaje y la demanda de carbón a granel, se presentan cambios en el Valor Presente Neto (VPN) en una relación directa como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Tarifa por muellaje vs Demanda de carbón.

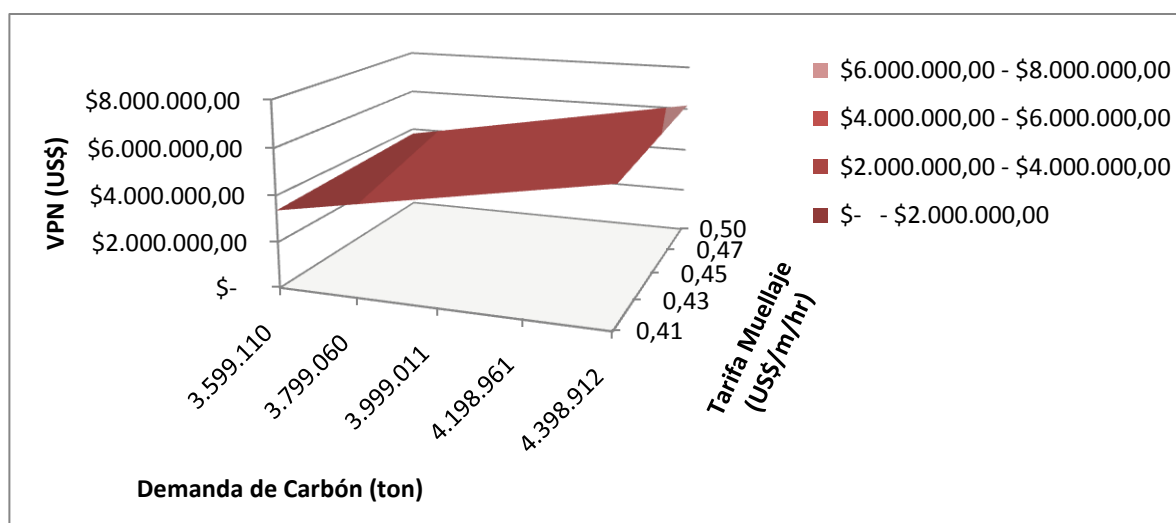
	VPN (US\$)	Demanda de carbón (ton)				
	\$4.768.699,71	3.599.110	3.799.060	3.999.011	4.198.961	4.398.912
Tarifa cobrada por muellaje (US\$/m estora/hr)	0,41	\$ 3.372.640	\$ 3.973.631	\$ 4.574.622	\$ 5.175.613	\$ 5.776.604
	0,43	\$ 3.468.800	\$ 4.070.231	\$ 4.671.661	\$ 5.273.091	\$ 5.874.521
	0,45	\$ 3.564.961	\$ 4.166.830	\$ 4.768.700	\$ 5.370.569	\$ 5.972.438
	0,47	\$ 3.661.122	\$ 4.263.430	\$ 4.865.739	\$ 5.468.047	\$ 6.070.356
	0,50	\$ 3.757.282	\$ 4.360.030	\$ 4.962.778	\$ 5.565.525	\$ 6.168.273

Fuente: Autores.

El comportamiento del VPN en estas condiciones es similar al presentado en el apartado 7.1, si se llegara a incrementar la demanda de carbón en un 10% el VPN aumentaría un 25%, conservando la tarifa inicial; por otro lado, si la tarifa cobrada por concepto de muellaje se incrementa un 10%, el VPN aumenta un 4% respecto a su valor inicial (escenario base), sin cambios en la demanda. De acuerdo con lo anterior, si se presentan variaciones en la demanda, el efecto en el VPN es mayor al que se generaría por los cambios en la tarifa por muellaje.

El gráfico 11 muestra el comportamiento de las variables analizadas.

Gráfico 11. Tarifa por Muellaje vs. Demanda



Fuente: Autores.

Si se analiza el impacto que tienen las variaciones en las tarifas en el VPN, es posible mencionar que cambios en la tarifa cobrada por el uso de las instalaciones portuarias repercute en una mayor medida en el VPN que los cambios en la tarifa cobrada por concepto de muellaje, lo anterior puede deberse a que la primera tarifa mencionada está directamente relacionada con la demanda o carga de carbón, mientras que la segunda depende del tipo de embarcación y el tiempo que permanezca en el puerto e indirectamente de la demanda de carbón.

De acuerdo con los resultados de la tabla 11, el escenario ideal desde el punto de vista del inversionista consistiría en aumentar las tarifas en la mayor proporción posible respetando lo establecido en la ley 1 de 1991, además de que exista un panorama favorable para la producción y tráfico de carbón, incentivando la demanda de este mineral. Si por el contrario se toma la decisión de reducir las tarifas como estrategia competitiva, y decrece la producción de carbón, el

escenario sería desfavorable para el inversionista, llegando a presentarse un decrecimiento del VPN equivalente al 29% si se reduce la tarifa por muellaje y la demanda en un 10%.

6.3. Eslora vs Capacidad por buque

Con el propósito de considerar los posibles tipos de embarcaciones dedicadas al transporte de carbón a granel que arriben al futuro puerto, se realiza un análisis de sensibilidad teniendo en cuenta la eslora y la capacidad de cada buque. Los buques considerados para el análisis son: Handysize (escenario base), Handymax (200 m eslora – 65.000 ton capacidad), Panamax (294 m eslora – 80.000 ton capacidad) y Capesize (280 m eslora – 150.000 ton capacidad), en ese orden. [50]

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12. Eslora vs Capacidad por buque.

	VPN (US\$)	Capacidad por buque (ton)			
	\$4.768.699,71	40.000	65.000	80.000	150.000
Eslora (m)	177	\$ 4.768.700	No Aplica	No Aplica	No Aplica
	200	No Aplica	\$ 4.324.508	No Aplica	No Aplica
	294	No Aplica	No Aplica	\$ 4.231.049	No Aplica
	280	No Aplica	No Aplica	No Aplica	\$ 3.922.250

Fuente: Autores.

Debido a que estos buques tienen características específicas, solo se consideran para el análisis los datos ubicados en la diagonal de la tabla 12. De acuerdo con estos valores, el tipo de buque que no sería muy conveniente debido a que disminuye el VPN del proyecto sería el Capesize, dado que la reducción del VPN sería del 17,8% respecto al escenario base.

Desde el punto de vista del cliente, el uso de una embarcación de mayor tamaño significa un ahorro en los costos de transporte debido a que se está optimizando el espacio dentro de la embarcación y al tener una mayor capacidad se está generando una economía de escala la cual se traduce en reducción de costos.

Considerando los tipos de barco existentes, es posible afirmar que la capacidad del barco tiene un mayor peso en los cambios del VPN que la variación en los metros de eslora de las embarcaciones, esto se debe a que actualmente no existe una diferencia significativa en las esloras de los barcos usados en el transporte de carbón, por lo que la diferencia estaría en la capacidad de los mismos y esto se ve reflejado en los cambios del VPN.

7. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

La simulación Monte Carlo es un método bastante útil para modelar y combinar las distintas incertidumbres asociadas a un proyecto de inversión, al crear diferentes escenarios artificiales que brindan información vital para el decisor financiero. Esta herramienta permite identificar, cuantificar y gestionar el riesgo asociado a una inversión.

Como etapa importante del proceso de análisis de opciones reales, se realiza la simulación del modelo, llevando a cabo un proceso iterativo con el fin de estimar las distribuciones de probabilidad de las variables de salida (VPN, Rendimiento y el valor presente de los flujos de caja en el año 0 “VP₀”) a partir de las variables de entrada mostradas en la tabla 13.

Tabla 13. Variables de entrada.

Variables de entrada	Distribución
Carga marítima de carbón a granel (ton/año)	Normal
Tiempo de permanencia de los buques en el puerto (hr)	Discreta Uniforme

Fuente: Autores.

7.1. Valor Presente Neto (VPN)

El resumen estadístico de la distribución del VPN después de realizar una simulación de 1000 iteraciones con el software @Risk se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Resumen estadístico para el VPN.

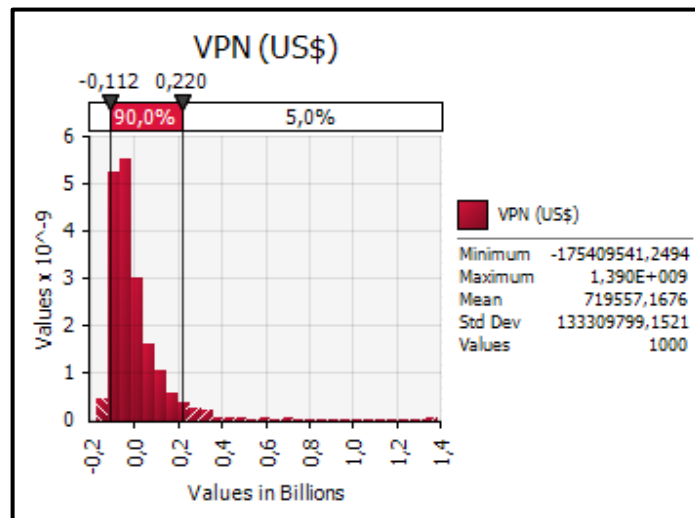
Summary Statistics for VPN (US\$)			
Estadísticos		Percentil	
Mínimo	(\$175.409.541,25)	5%	(\$112.236.204,81)
Máximo	\$1.390.256.112,02	10%	(\$98.853.835,16)
Media	\$719.557,17	15%	(\$90.359.458,81)
Desv. Est	\$133.309.799,15	20%	(\$83.498.247,54)
Varianza	1,77715E+16	25%	(\$76.535.304,03)
Índ. Sesgo	4,036344823	30%	(\$68.434.565,46)
Curtosis	31,69946926	35%	(\$61.664.206,20)
Mediana	(\$36.115.987,97)	40%	(\$52.561.791,28)
Moda	(\$90.118.220,90)	45%	(\$43.853.528,47)
X izquierda	(\$112.236.204,81)	50%	(\$36.115.987,97)
P izquierda	5%	55%	(\$25.373.257,39)

X derecha	\$219.711.804,95	60%	(\$14.722.182,58)
P derecha	95%	65%	(\$1.045.705,11)
Diff X	\$331.948.009,76	70%	\$12.977.711,42
Diff P	90%	75%	\$33.056.506,96
#Errores	0	80%	\$59.436.809,81
Filtro Mín	Off	85%	\$91.708.436,28
Filtro Máx	Off	90%	\$135.407.533,02
#Filtrado	0	95%	\$219.711.804,95

Fuente: @Risk.

De acuerdo con el reporte de resultados, el valor mínimo que toma el VPN es de US\$ - 175.409.541, el máximo es de US\$1.390.256.112 y la media de US\$ 719.557, este último valor se considera como entrada en el análisis de opciones. De acuerdo con los datos por percentiles, a partir del percentil 70 el VPN toma valores positivos.

Gráfico 12. Distribución de probabilidad VPN.



Fuente: @Risk.

Con ayuda del software mencionado, se obtiene la gráfica de distribución de los datos asociados al VPN, en donde se evidencia una asimetría positiva, la cual se comprueba por el índice de asimetría o de sesgo mostrado en la tabla 14, el cual es mayor a cero, esto indica que hay valores más separados de la media a la derecha, es por eso que existe una mayor probabilidad de que el VPN tome valores negativos.

7.2. Rendimiento

El rendimiento de los valores presentes de los flujos de caja del proyecto constituye una de las variables de salida más importantes, al permitir determinar la volatilidad del proyecto utilizada como entrada para la valoración de opciones realizada en el capítulo 9 de este documento.

Los resultados obtenidos después de realizar la simulación se muestran en la tabla 15.

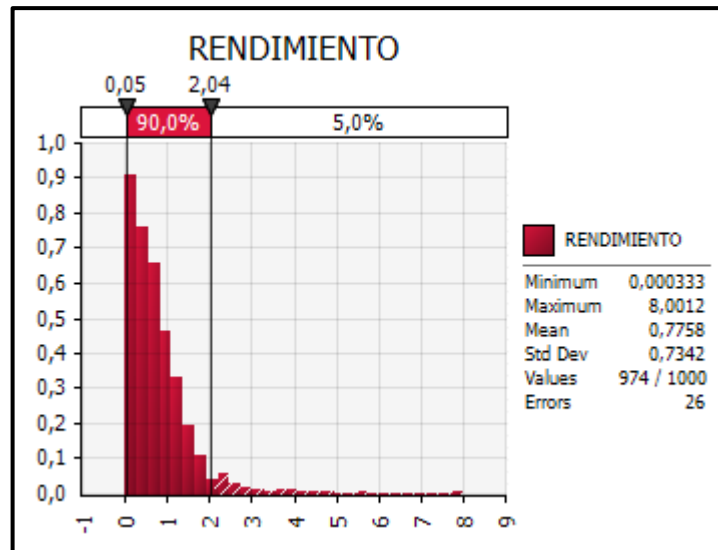
Tabla 15. Resumen estadístico Rendimiento.

Summary Statistics for RENDIMIENTO			
Estadísticos		Percentil	
Mínimo	0%	5%	5%
Máximo	800%	10%	11%
Media	78%	15%	16%
Desv. Est	73%	20%	22%
Varianza	0,539073711	25%	28%
Índ. Sesgo	2,834271997	30%	34%
Curtosis	18,35759648	35%	41%
Mediana	62%	40%	48%
Moda	70%	45%	54%
X izquierda	5%	50%	62%
P izquierda	5%	55%	69%
X derecha	204%	60%	75%
P derecha	95%	65%	85%
Diff X	199%	70%	94%
Diff P	90%	75%	105%
#Errores	26	80%	118%
Filtro Mín	Off	85%	134%
Filtro Máx	Off	90%	155%
#Filtrado	0	95%	204%

Fuente: @Risk.

El valor del rendimiento medio esperado del proyecto es de 78%, con una desviación estándar de 73%, la cual representa la volatilidad implícita del proyecto, este valor es elevado, por lo que existe una variación considerable de los precios del activo.

Gráfico 13. Distribución de probabilidad Rendimiento.



Fuente: @Risk.

En el gráfico 13 se muestra el comportamiento de la distribución de dicha variable, la cual presenta una asimetría positiva, por lo que hay una mayor cantidad de valores separados de la media al lado derecho de la misma, como ocurría con la distribución del VPN, numéricamente esta situación se comprueba con el valor del índice de sesgo el cual es mayor a cero.

7.3. Valor Presente (VP_0)

El valor presente en el año cero de los flujos de caja del proyecto constituye uno de los parámetros de entrada en el análisis de opciones, por lo tanto es importante analizar su comportamiento.

El resumen estadístico arrojado por el software @Risk se consolida en la tabla 16.

Tabla 16. Resumen estadístico Valor Presente (0).

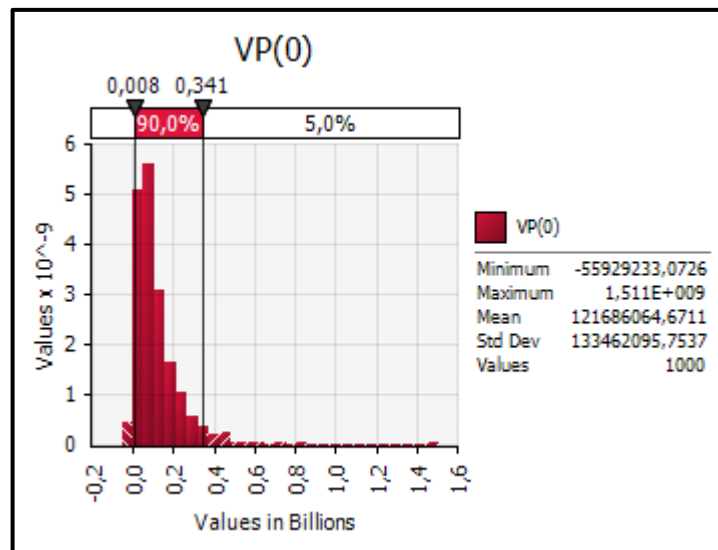
Summary Statistics for VP(0)			
Estadísticos		Percentil	
Mínimo	(\$55.929.233,07)	5%	\$7.977.356,06
Máximo	\$1.511.262.853,54	10%	\$21.424.372,45
Media	\$121.686.064,67	15%	\$30.363.475,99
Desv. Est	\$133.462.095,75	20%	\$37.104.753,37
Varianza	1,78121E+16	25%	\$44.503.415,52
Índ. Sesgo	4,029169889	30%	\$52.722.128,59

Curtosis	31,6178037	35%	\$59.276.188,93
Mediana	\$84.653.541,21	40%	\$68.121.126,98
Moda	\$54.487.866,85	45%	\$77.462.106,03
X izquierda	\$7.977.356,06	50%	\$84.653.541,21
P izquierda	5%	55%	\$95.768.289,40
X derecha	\$340.926.793,60	60%	\$106.525.804,88
P derecha	95%	65%	\$120.455.802,25
Diff X	\$332.949.437,54	70%	\$133.934.177,55
Diff P	90%	75%	\$153.806.831,76
#Errores	0	80%	\$180.723.414,82
Filtro Mín	Off	85%	\$212.015.423,64
Filtro Máx	Off	90%	\$256.815.436,61
#Filtrado	0	95%	\$340.926.793,60

Fuente: @Risk.

La gráfica 14 muestra la distribución de probabilidad asociada a esta variable de salida.

Gráfico 14. Distribución de probabilidad Valor Presente (0).



Fuente: @Risk

Esta distribución es leptocúrtica debido a su coeficiente de curtosis mayor a 3, lo cual indica que la mayoría de los datos están muy cercanos a la media y por lo tanto este valor constituye un buen estimador del VP del proyecto el cual se considera de US\$ 121.686.064,67 por ser la media de la distribución.

8. ANÁLISIS DE OPCIONES

La opción real consiste en el derecho mas no en la obligación de tomar una acción, como expandir, contraer, abandonar o postergar, a un costo y periodo determinado durante la vigencia de la opción. [70]

Existen diferentes opciones reales implícitas en los proyectos de inversión, para el caso del proyecto considerado, la opción a tener en cuenta es la **opción de expansión**, esta opción solo será ejercida cuando el comportamiento futuro del mercado sea favorable, dado que proporciona a su propietario el derecho de obtener beneficios futuros a cambio de un costo adicional.

Para la valoración de la opción se hace uso del modelo binomial, planteado inicialmente por Cox, Ross y Rubinstein, en el cual se considera que la evolución del precio del activo subyacente solo puede tomar dos valores posibles, uno al alza (S_u) y otro a la baja (S_d). [70]

Los supuestos básicos asociados a este modelo son los siguientes:

- Mercado financiero perfecto (competitivo y eficiente).
- Ausencia de costos de transacción.
- Posibilidad de comprar o vender sin limitación alguna.
- Existencia de una tasa de interés “Risk Free” (r_f), sin riesgo a corto plazo, conocida, positiva y constante para el periodo de análisis.

8.1. Opción de expansión

La opción de expansión puede ser considerada debido a que el aumento de la demanda de tráfico de carbón a granel ocasiona que la capacidad del puerto sea insuficiente, lo cual plantea la posibilidad de ampliar dicha capacidad con el fin de cubrir la demanda no atendida.

Los datos de entrada considerados para el análisis de opciones se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Datos de entrada análisis de opciones.

Inversión Inicial (US\$)	120.252.702
VP(0) simulado (US\$)	121.686.065
VPN simulado (US\$)	719.557
Volatilidad	73%

Fuente: Autores.

Para calcular la inversión requerida en capacidad adicional, se calcula inicialmente el monto de inversión por tonelada (I_u) al inicio del horizonte del proyecto, a partir de la fórmula 9,1.

$$I_u = \frac{I_t}{C_i} \quad (9,1)$$

Donde,

- I_t = Inversión inicial.
- C_i = Capacidad instalada.

La inversión inicial es de US\$120.252.702 y la capacidad instalada es de 10.600.000 ton, la descripción de dichos valores se realiza en el capítulo 6 de este documento. De esta manera la inversión por tonelada es de 11,34 US\$/ton.

El incremento en la capacidad inicial del puerto es un factor relevante en el análisis de este tipo de opción, para ello, se estima la capacidad requerida a partir de la demanda de carbón a granel a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto, se establece que a partir del año 9 el puerto presentará congestión debido a que su ocupación sobrepasa el 75% de la capacidad instalada, por este motivo, se selecciona como dato de entrada en el análisis de opciones un incremento de capacidad equivalente al 54% (capacidad promedio requerida a partir del año 9), se decide aproximar dicho porcentaje a 50% con el fin de facilitar el análisis de los resultados.

De acuerdo con lo anterior, el monto de inversión adicional requerido es de US\$60.126.350,79

Es importante mencionar lo siguiente: el valor adicional de los flujos caja se incrementa conforme al porcentaje de expansión de capacidad del puerto, además, el plazo prudente seleccionado para hacer efectiva la opción es de 5

años, debido al ciclo de vida del proyecto. Finalmente, el valor de la tasa libre de riesgo (r_f) se considera igual a 9,75% la cual se estima mediante la tasa TES de largo plazo. [71]

Una vez definidos los datos de entrada, se procede a calcular los coeficientes al alza (u) y a la baja (d) aplicados al valor presente en el año cero de los flujos de caja simulados, para lo cual se hace uso de las fórmulas 9,2 y 9,3 respectivamente.

$$u = e^{(\sigma\sqrt{\Delta t})} \quad (9,2)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (9,3)$$

Donde,

- σ = desviación anual de los rendimientos del activo (z).
- Δt = Variación entre dos periodos de tiempo.

Los valores de “u” y “d” sirven como parámetros para la elaboración del árbol binomial, el cual se construye calculando las variaciones al alza o a la baja del valor presente en el año cero (VP_0), el gráfico 15 muestra el comportamiento del VP_0 para el modelo.

Gráfico 15. Árbol binomial valor del activo opción de expansión.

u		2,08				VP5+++++	
d		0,48				4.781.580.654	
rf		9,75%				VP5++++-	
				VP3+++		2.294.591.380	
		VP2++		1.101.131.610		VP4+++	
		528.412.524		VP3++-		528.412.524	
VP1+		253.575.315		VP4++-		253.575.315	
121.686.065		VP1-		121.686.065		VP5++--	
		58.394.873		VP2--		58.394.873	
				28.022.611		VP4+---	
						28.022.611	
						13.447.528	
						6.453.218	
						3.096.779	

Fuente: Autores.

El precio del ejercicio es equivalente al monto de la inversión adicional, dado que la opción de ampliación incorporada puede ser contemplada como un proyecto de inversión inicial más una opción de compra sobre una inversión futura. Mediante la

fórmula 9,4 es posible determinar el valor del proyecto en cada una de las alternativas futuras (ramas del árbol).

$$E_5 = VP_5 + \text{máx} [(1 + f)VP_5 - I_a; 0] \quad (9,4)$$

Donde,

- VP = valor presente en el periodo (año 5).
- f = valor adicional de los flujos.
- I_a =Inversión adicional (costo de oportunidad).

Para realizar el proceso iterativo del cálculo del valor del proyecto partiendo desde el año 5 hasta el año 0, se multiplica el valor “E” calculado con la fórmula 9,4 por las probabilidades neutrales al riesgo, estimadas a partir de las fórmulas 9,5 y 9,6.

$$p = \frac{(1 + r_f) - d}{u - d} \quad (9,5)$$

$$q = 1 - p \quad (9,6)$$

De esta manera se obtiene el árbol binomial del valor esperado del proyecto mostrado en el gráfico 16.

Gráfico 16. Árbol binomial valor del proyecto ampliado opción de expansión.

P	38,51%				E5 +++++
1-P	61,49%			E4 +++++	11.893.825.284
			E3 +++	5.681.693.621	E5 ++++-
		E2 ++	2.702.911.184	E4 ++ + -	2.692.702.673
	E1 +	1.275.548.083	E3 ++ -	1.266.246.479	E5-+++-
E0	596.433.873	E2 + -	584.020.448	E4 ++ --	573.811.937
156.174.133	E1 -	265.760.440	E3 + - -	249.430.332	E5--++-
	119.876.874	E2 - -	108.613.241	E4 + - - -	85.860.832
		47.536.057	E3 - - -	37.659.019	E5----+
			16.828.454	E4 ----	13.447.528
				6.453.218	E5-----
					3.096.779

Fuente: Autores.

A partir de los resultados obtenidos es posible determinar el valor de la opción, mediante la fórmula 9,7.

$$\text{Opción de ampliar} = \text{VPN ampliado} - \text{VPN sin flexibilidad} \quad (9,7)$$

Por lo tanto, la opción de ampliar es de US\$ 155.454.576. Considerando los resultados anteriores es posible inferir que la opción de expansión constituye una buena alternativa para el inversionista, dado que pasa de percibir un VPN de US\$ 719.557 a obtener un VPN de US\$ 156.174.133 considerando la flexibilidad.

Con el fin de realizar un análisis más profundo, se decide llevar a cabo un análisis de sensibilidad variando el factor de expansión y por ende la capacidad del puerto que se espera alcanzar al ejercer la opción. La tabla 18 resume los resultados obtenidos.

Tabla 18. Análisis de sensibilidad opción de ampliar.

Inversión adicional requerida (US\$)	% Expansión Capacidad	Valor Opción de Ampliar (US\$)	VPN ampliado (US\$)
60.126.350,79	50%	155.454.576	156.174.133
90.189.526,19	75%	173.230.026	173.949.583
120.252.701,58	100%	191.755.334	192.474.891
150.315.876,98	125%	212.879.410	213.598.967
180.379.052,38	150%	234.003.486	234.723.043

Fuente: Autores.

De acuerdo con lo anterior, es posible afirmar que si se incrementa el factor de expansión de capacidad, tanto el VPN como el Valor de la opción se incrementan, por lo que existe una relación directa entre estas variables.

Para comprender el efecto que genera la volatilidad y el factor de expansión (f) sobre el valor de este tipo de opción, se realiza un análisis de sensibilidad considerando variaciones en la volatilidad, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 19.

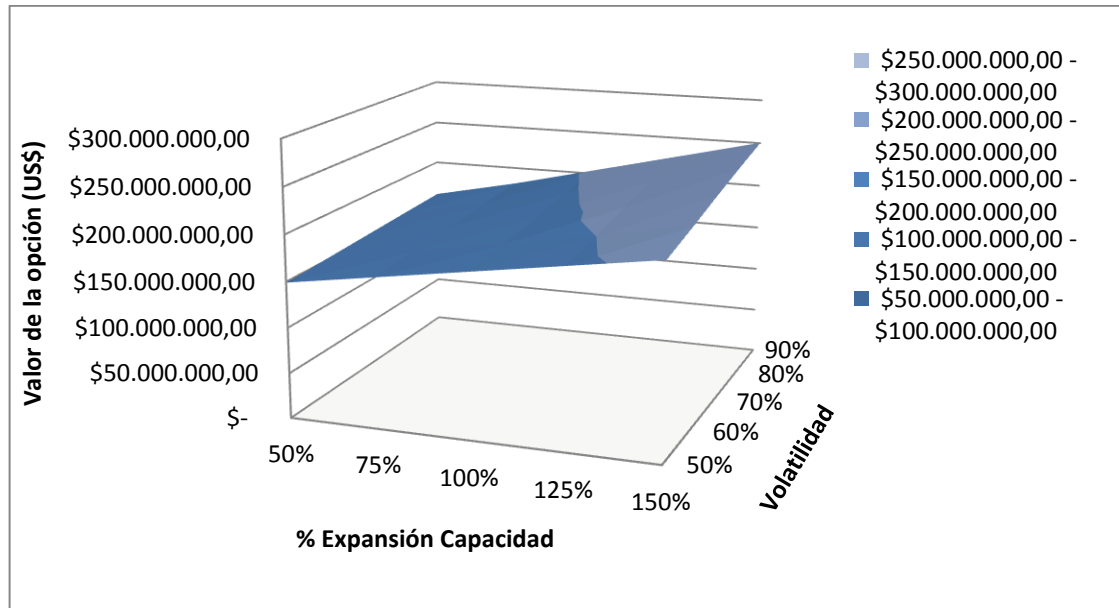
Tabla 19. Análisis de sensibilidad Valor de la opción.

Valor de la Opción		% Expansión Capacidad				
Volatilidad	\$155.454.576,26	50%	75%	100%	125%	150%
	50%	\$ 148.901.109,78	\$163.853.139,60	\$ 178.805.169,42	\$ 193.757.199,23	\$ 208.709.229,05
	60%	\$ 151.646.372,33	\$167.810.509,61	\$ 183.974.646,89	\$ 200.150.548,97	\$ 219.187.726,51
	70%	\$ 154.487.074,36	\$171.856.041,58	\$ 189.225.008,80	\$ 209.708.943,59	\$ 230.323.588,57
	80%	\$ 157.287.578,31	\$175.832.620,21	\$ 196.712.335,45	\$ 218.769.257,45	\$ 240.826.179,45
	90%	\$ 159.972.054,65	\$180.399.922,81	\$ 203.753.528,46	\$ 227.107.134,12	\$ 250.460.739,77

Fuente: Autores.

De acuerdo con los datos obtenidos, es posible ver la relación directa que existe entre las variables analizadas, debido a que cuando la volatilidad aumenta y el factor de expansión de la capacidad para el caso de estudio también lo hace, el valor de la opción crece, este comportamiento se puede apreciar mejor en el gráfico 17.

Gráfico 17. Análisis de Sensibilidad - Opción de Expansión.



Fuente: Autores.

9. CONCLUSIONES

Actualmente Colombia se encuentra en una posición desfavorable en aspectos relacionados con la competitividad en el comercio exterior. El índice de desempeño logístico y otros indicadores reflejan la necesidad de adoptar medidas que permitan mejorar las condiciones actuales de comercio, especialmente en el tráfico marítimo, esto se puede conseguir a través de la puesta en marcha de proyectos de infraestructura portuaria, dada la alta tasa de congestión que se presenta hoy en día. Entre algunas de las medidas que han sido consideradas para mejorar el comercio exterior, se destacan las iniciativas en inversión portuaria por parte del gobierno y entidades privadas que con fines lucrativos han hecho su participación.

En los últimos años se han venido desarrollando una gran cantidad de proyectos portuarios a lo largo del territorio nacional, tanto en la costa atlántica como en la región pacífica, destacándose la inversión realizada en puertos especializados en carbón a granel, siendo este el tipo de carga la de mayor tráfico en Colombia y sobre la cual se deben encaminar los esfuerzos para mejorar la productividad del país.

Si bien invertir en un proyecto de infraestructura portuaria puede ser riesgoso debido a la incertidumbre de los eventos futuros, asociados a variaciones en la demanda o al cambio de los indicadores macroeconómicos, la evaluación de un proyecto por métodos de valoración contingente como las opciones reales, le otorgan flexibilidad a las decisiones del inversionista, dándole la posibilidad de adaptarse al entorno cambiante, de esta manera, un proyecto que inicialmente no presenta un VPN muy elevado de acuerdo con el método de valoración tradicional del flujo de caja descontado, puede llegar a incrementar considerablemente su valor a través del análisis de opciones, esta situación se presenta en el proyecto analizado en este trabajo.

Para el caso de estudio analizado, se consideró inicialmente la evaluación del proyecto por medio del método clásico, dando como resultado un VPN de US\$ 719.557, por lo que si éste fuera el criterio de decisión definitivo para desarrollar el proyecto, éste no sería lo suficientemente atractivo para el inversionista.

Al aplicar opciones reales como método de valoración se contempla la alternativa de expansión. Se observa que el proyecto otorga un mayor VPN si se toma en consideración dicha opción dentro de su periodo de vencimiento.

El valor de una opción real depende en gran medida del valor del activo, el precio del ejercicio, el tiempo para el vencimiento, la volatilidad del activo subyacente, la tasa de interés libre de riesgo durante el tiempo en que está vigente la opción y por último el valor que se genere por los flujos del proyecto. De esta manera contribuye a la toma acertada de decisiones en la marcha.

Existe correlación entre el número de toneladas de carbón producidas por año en Colombia y la carga movilizada a través de los puertos marítimos lo cual permite hacer pronósticos de demanda más acertados a la realidad, tomar decisiones sobre ampliación de la capacidad del puerto, compra de maquinarias, dragado, entre otros aspectos vitales a considerar para el funcionamiento efectivo de un puerto marítimo.

El propósito principal del modelo desarrollado es representar lo más fielmente posible la realidad respecto a la puesta en marcha de un proyecto de inversión en infraestructura portuaria, dotando de herramientas cuantitativas a quien realice la inversión, con el fin de que pueda tomar mejores decisiones, estratégicas, tácticas y operativas.

El modelo no es genérico, es decir, no aplica para todos los casos, debido a que existen limitaciones asociadas al tipo de buque considerado, al tipo de carga movilizada y a la capacidad del puerto, estas limitaciones pueden dar cabida a nuevos trabajos, en donde se consideren diferentes escenarios de capacidad, combinaciones en el tipo de carga a movilizar (carbón, contenedores, carga a granel, líquidos, entre otros), diferentes tipos de embarcaciones con sus respectivas características.

El riesgo es un factor de bastante importancia dentro de la valoración de un proyecto, es por eso que a través del análisis realizado en el último capítulo, se puede aconsejar al inversionista que realice su inversión en este tipo de proyectos siempre y cuando considere la flexibilidad de sus decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cullinane, K., & Talley, W. (2006). Port Economics (Vol. 16). Amsterdam: Elsevier.
- [2] La función logística de los puertos. (2006). Énfasis Logística. [Fecha de consulta: marzo del 2013]. Disponible en: <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/3846->
- [3] Logística, transporte marítimo e infraestructura portuaria. (2010). Ministerio de transporte. [Fecha de consulta: junio del 2013]. Disponible en: <http://www.infraestructura.org.co/memoriaseventos/infravialvalle/GERMAN%20LONDONO.pdf>
- [4] Estructuración técnica, legal y financiera del proyecto Puerto Industrial Aguadulce. (2006). Sociedad Puerto Industrial de Aguadulce S.A. [Fecha de consulta: junio del 2013]. Disponible en: <http://www.cipfirm.com/catalogo/docs/Teaser.pdf>
- [5] Informe de avance nº 01 – dragado de mantenimiento y ampliación del canal de acceso y dársena de giro de la sociedad portuaria terminal de contenedores de buenaventura TCBUEN S.s. (2013). TCBUEN S.A. [Fecha de consulta: junio del 2013]. Disponible en: http://www.tcbuen.com.co/wp-content/uploads/downloads/2013/04/Avance-Dragado_001-Rev-GC11.pdf
- [6] Puerto de Tribugá. Cámara de Comercio de Manizales. [Fecha de consulta: junio de 2013]. Disponible en: <http://www.ccm.org.co/publicaciones/485/PUERTO%20DE%20TRIBUGA.pdf>
- [7] L. López; F. Moscoso. La eficiencia portuaria colombiana en el contexto latinoamericano y sus efectos en el proceso de negociación con Estados Unidos. Universidad Externado de Colombia.
- [8] Los puertos marítimos colombianos se la juegan por la infraestructura. Logística. (2007). Revista de logística. [Fecha de consulta: abril 2013]. Disponible en: http://www.revistadelogistica.com/Puertosmaritimoscolombianos_n1.asp
- [9] (CONPES), C. N. d. P. E. y. S. (2012). *Plan de expansión portuaria: Desarrollo portuario para la prosperidad*. Bogotá D.C: Obtenido de <http://info.catalogodelogistica.com/eb/pdf/ConpesPlanExpPortuaria2012.pdf>.
- [10] F. Cartes Mena. (Brasil 2007). Internet. “Evaluación social de proyectos de infraestructura portuaria” Disponible en: http://www.eclac.org/ilpes/noticias/paginas/6/30376/Proyectos_Puertos_y_Aeropuertos.pdf

- [11] Canal Buenaventura. Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A [Fecha de consulta: abril 2013]. Obtenido de.: <http://www.sprbun.com/informacion-para-navieras/canal-de-acceso.php>.
- [12] M. Guajardo, R. Aguilera, & A. Andalaft (2008). “Evaluación Socioeconómica De Proyectos con el método de opciones reales”.
- [13] G. Vedovoto, D. Prior. (2010). Opciones reales, una propuesta para valorar proyectos de I+D en centros públicos de investigación. [Fecha de consulta: abril 2013]. Disponible en: <http://idem.uab.es/treballs%20recerca/graciela%20vedovoto.pdf>
- [14] J.P. Rodriguez, B. Slack, T. Notteboom. Port Terminals. The geography of Transport Systems. [Fecha de consulta: octubre 2013]. Disponible en: people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/conc4en/ch4c3en.html
- [15] Puerto y desarrollo Urbano en Rotterdam. [Fecha de consulta: octubre 2013]. Disponible en: urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/puerto-y-desarrollo-urbano-en-rotterdam-una-verdadera-historia-de-amor/completo
- [16] Departamento Nacional de Planeación, Colombia. [Fecha de consulta: octubre 2013]. Disponible en: www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=yxqFtWTi4Ds%3D&tabid=1284
- [17] INCAE Business school. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: conocimiento.incae.edu/ES/clacd/nuestros-proyectos/archivo-proyectos/proyectos-de-competitividad-clima-de-negocios/WebsiteWEF/index_files/Page814.htm
- [18] Gerencia de economía y financiamiento CMIC. Competitividad en Infraestructura, 2011-2012. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.cmic.org/cmic/economiaestadistica/Publicaciones/2012/COMPETITIVIDAD%20EN%20INFRAESTRUCTURA%20WEF%202012.pdf
- [19] Doing business Colombia, 2013. Regulaciones inteligentes para las pequeñas y medianas empresas. [Fecha de consulta: octubre 2013]. Disponible en: espanol.doingbusiness.org/~media/GIAWB/Doing%20Business/Documents/Subnational-Reports/DB13-Colombia-Spanish.pdf
- [20] Colombia: el tráfico portuario. 2011. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: es.theglobaleconomy.com/Colombia/indicator-IS.SHP.GOOD.TU/#
- [21] Superintendencia de Puertos y transporte, Ministerio de Transporte. Movimiento de carga en los puertos marítimos colombianos, Informe consolidado Año 2012. Enero, 2013. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.youblisher.com/p/557260-Please-Add-a-Title/

- [22] Ejecutar es nuestra ruta. Sector portuario: Puertos más eficientes. Noviembre 2012. Periódico. Ministerio de Transporte.
- [23] Agencia Nacional de Infraestructura. Iniciativa Privada – Puertos. Marzo 2014. [Fecha de consulta: agosto 2014]. Disponible en: <http://www.ani.gov.co/proyecto/puertos/iniciativa-privada-puertos-1073>
- [24] Ministerio de Transporte. Logística, Transporte Marítimo e Infraestructura Portuaria. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.infraestructura.org.co/memoriaseventos/infravialvalle/GERMAN%20LONDONO.pdf
- [25] Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Concesiones. Resolución No. 333 del 2010. Agosto 2010. [Fecha de consulta: septiembre 2014]. Disponible en: http://www.ani.gov.co/sites/default/files/res_no_333_de_puerto_nuevo.pdf
- [26] Puerto Brisa. Junio 2011. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.slideshare.net/alexa842003/puerto-brisa-8330677
- [27] Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Concesiones. Contrato de Concesión Portuaria No. 009 de 2010. Agosto 2010. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: http://www.ani.gov.co/sites/default/files/proyectos/contrato_concesion_pb_s_a_pdf_.pdf
- [28] Portafolio. Tras años de tropiezos Puerto Brisa vuelve a operar. Agosto 2014. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/economia/puerto-brisa-reinicia-operaciones-agosto-2014>
- [29] J.Gaviria. MPX, Transnacional brasileña, se instala en La Guajira. Mayo, 2012. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.desdeabajo.info/ediciones/item/19818-mpx-transnacional-brasile%C3%B1a-se-instala-en-la-guajira.html
- [30] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Auto No. 0361, “Por el cual se evalúa un Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto Construcción del Puerto Carbonífero MPX y se elegirá una alternativa”. Febrero, 2011. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/gaceta_ambiental/2011/auto_0361_080211.pdf
- [31] Reuters. El Tiempo. Minera MPX construirá puerto en Colombia. Enero 2010. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento-2013/CMS-7002777>

- [32] Sociedad Puerto Industrial de Aguadulce S.A. Estructuración Técnica, Legal y Financiera del Proyecto Puerto Industrial Aguadulce. Octubre, 2006 [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.cipfirm.com/catalogo/docs/Teaser.pdf>
- [33]. Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Concesiones. Resolución No. 382 del 20 de junio de 2007. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: http://www.colombiacompra.gov.co/sites/default/files/concesiones/res._382.pdf
- [34] El País. Puerto Industrial Aguadulce moverá 12 millones de toneladas. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/puerto-industrial-aguadulce-movera-12-millones-toneladas>.
- [35] Ministerio de Minas y Energía. Estudio Técnico Sectorial “Infraestructura de transporte multimodal y de logísticas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos”. 2010. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=dgTlfJa/ei4=&tabid=282>
- [36] Sociedad Portuaria Terminal de Contenedores de Buenaventura TCBUEN S.A. Informe de Avance nº 01 – Dragado de mantenimiento y ampliación del canal de acceso y Darsena de giro de la sociedad portuaria terminal de contenedores de buenaventura TCBUEN S.A. Fecha de publicación: [marzo-abril de 2013]. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.tcbuen.com.co/wp-content/uploads/downloads/2013/04/Avance-Dragado_001-Rev-GC11.pdf
- [37] País, Buenaventura. Avance en obras del terminal de Contenedores TCBUEN. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: historico.elpais.com.co/paionline/notas/Marzo012010/eco5.html
- [38]. TCBUEN. Avance operativo No. 17. Agosto 2013. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.tcbuen.com.co/es/semana-17-2/>
- [39] G. Duque. Notas sobre puertos profundos en Colombia. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.bdigital.unal.edu.co/1670/1/puertos-colombia.pdf.
- [40] Puerto de Tribugá. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: www.ccm.org.co/publicaciones/485/PUERTO%20DE%20TRIBUGA.pdf
- [41] Territorio Chocoano. Portal Virtual. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.territoriochocoano.com/secciones/informacion->

- general/725-proponen-democratizar-promotora-encargada-de-sacar-a-flote-el-puerto-de-tribuga.html
- [42] Agencia Nacional de Infraestructura. Hoja de datos concesión Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.ani.gov.co/sites/default/files/hiring/2371/405/ANEXO%201%20A%20-%20SANTA%20MARTA.pdf>
- [43] Ministerio de Transporte. Agencia Nacional de Infraestructura. Resolución No. 625 del 2011. Diciembre 2011. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.ani.gov.co/sites/default/files/proyectos/RES%20No%20625%20SANTA%20MARTA%202011.pdf>
- [44] P. Gutiérrez, M. Pérez. Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A. Informe Ejecutivo de Gestión. Segundo Semestre 2011. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: http://www.sprbun.com/documentos/INFORME_ASAMBLEA_SPRBUN_MARZO_2012.pdf
- [45] A. Echeverri. Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A. Experiencia y perspectivas de los terminales marítimos de contenedores en Colombia. Julio 2012. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Archivos/file/Gerencia%20LTI/Panel%20de%20Puertos%20SPRBUN.pdf>
- [46] Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Concesiones. Resolución No. 011 del 2010. Enero 2010. [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: http://www.ani.gov.co/sites/default/files/15012010_res_011.pdf
- [47] Agencia Nacional de Infraestructura. Informe de Resultados. Contrato de Concesión portuaria 007 de 1993. Sociedad Portuaria Regional de Cartagena. Mayo 2013 [Fecha de consulta: Enero 2014]. Disponible en: http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/176639597/004_ANI+CONTRATO+CONCESION+PORTURIA+007-93.pdf/736ea818-f61c-4df4-b66e-789a777c2d31?version=1.0
- [48] Asoportuaria. Asociación Portuaria de Barranquilla. 2011 [Fecha de consulta: Noviembre 2013]. Disponible en: http://asoportuaria.com/descargas/asoportuaria_2011.pdf
- [49] Sociedad Portuaria de Santa Marta. Tarifas del Puerto. [Fecha de consulta: Febrero 2014]. Disponible en: <http://www.spsm.com.co/Servicios/TarifasPuerto.aspx>

- [50] Buques graneleros. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. [Fecha de consulta: Febrero 2014]. Disponible en: www.slideshare.net/intronaval/buque-granelero2011
- [51] Tabla macroeconómicos Proyectados. Grupo Bancolombia. Marzo 2014. [Fecha de consulta: Marzo 2014]. Disponible en: <http://investigaciones.bancolombia.com/inveconomicas/home/homeinfo.aspx>.
- [52]. Elaboración y evaluación de proyectos de inversión. Instituto Hacendario del Estado de México. Primera Edición, 2013. [Fecha de consulta: Marzo 2014] Disponible en: http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/ihaem_pdf_eh_27.pdf
- [53] Estudio de Impacto Ambiental para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre del Nuevo Terminal de Contenedores Adyacente al Rompeolas Sur del Terminal Portuario del Callao. Dp world. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: www.mtc.gob.pe/portal/transportes/asuntos/proyectos/Muelle_Sur/Capitulo_3_Descripcion_del_Proyecto.pdf
- [54] Guía Ambiental para Carboníferos. Año 2000. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: www.minambiente.gov.co/documentos/guia_ambiental_puertos_carbon%C3%ADferos.pdf
- [55] Shiploaders, Linear, slewing and shuttling boom shiploaders PL100 - PL200 series. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: mining.sandvik.com/sandvik/0120/Global/Internet/S003137.nsf/LUSL/SLFrameForm1C2A56B9F3AC91322C1257965003C9713?OpenDocument
- [56] Grúas para el transbordo de materiales a granel. CGB. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: www.liebherr.com/MCM/es-ES/products_mcm.wfw/id-12032-0
- [57] Apilador- reclamador de carbón. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: www.phbmex.com.mx/apilador-reclamador-de-carbon.
- [58] Precios de los equipos de la planta. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: www.dell.com/co/empresas-grandes/p/optiplex-790/pd
- [59] Vicepresidencia financiera. Gerencia de tesorería y planeación financiera. Evaluación Financiera: Proyecto CEMAS. Mayo de 2006. Diapositiva 14.
- [60] Informe de Sostenibilidad 2011. Sociedad Portuaria de Santa Marta. [Fecha de consulta: Marzo 2014]. Disponible en: www.spsm.com.co/Documentos/Informe%20de%20Sostenibilidad%20SPSM-2011.pdf

- [61] Consejo Nacional de Política Económica y social. COPES 2013, anexo 2.
- [62] Superintendencia de Puertos y Transporte. La logística portuaria. Bogotá, julio 2010. [Fecha de consulta: marzo 2014]. Disponible en: http://www.supertransporte.gov.co/super/phocadownload/Nuestra_Institucion/Delegada_de_Puertos/Caracterizacion_Puertos/LOGISTICA%20PORTUARIA.pdf
- [63] Futuros de TES a corto, mediano y largo plazo, Información Relacionada. Bancolombia. [Fecha de consulta: marzo 2014]. Disponible en: www.valoresbancolombia.com/cs/Satellite?c=Page&cid=1266349331873&pagename=ValoresBancolombia%2FVB_TemplateMenuDerecho
- [64] Monografías de la UNCTAD sobre gestión de puertos. Medición y evaluación del rendimiento y de la productividad de los puertos.1988.
- [65] Guía de Transportes Sociedad portuaria de Santa Marta. [Fecha de consulta: marzo 2014]. Disponible en: www.segurosbolivar.com.co/wps/wcm/connect/999b5c40-3264-4fd8-a233-9ef034fb6c05/Sociedad_Portuaria_regional_de_Santa_Marta.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=999b5c40-3264-4fd8-a233-9ef034fb6c05
- [66] Grupo Argos. Presentación Ejecutiva Perfil Corporativo. Septiembre 2014 [Fecha de consulta: septiembre 2014]. Disponible en: <http://inversionistas.grupoargos.com/perfil-corporativo/presentaciones>.
- [67] R. Palazzo. Análisis de volatilidad implícita. 2000. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: https://www.bcr.com.ar/Programa%20de%20Formacin%20%20Adjuntos%20Inscripciones/TRABVolatilidad_palazzo.pdf
- [68] D. León, J. Porras, A. Torres. La estimación de la volatilidad en la evaluación de proyectos de inversión a través del uso de las opciones reales. Universidad de la Sabana. Septiembre 2011. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: <http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/1469/1/Diego%20Fernando%20Le%C3%B3n%20Garcia.pdf>.
- [69] C. Alexander, X. Chen, C. Ward. Enhanced MAD for Real Option Valuation and the Application of Market Utility A Case Study of Abandonment Option. 2013. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en: http://www.efmaefm.org/OEFMAMEETINGS/EFMA%20ANNUAL%20MEETINGS/2013-Reading/papers/EFMA2013_0591_fullpaper.pdf
- [70] R. Nieto. Aplicación del método de opciones reales como decisión de inversión. Universidad de la Sabana. Agosto 2010. [Fecha de consulta: abril 2014]. Disponible en:

<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/4050/1/131289.pdf>

- [71] Bancolombia. Futuros de TES a corto, mediano y largo plazo Información Relacionada. 2013. [Fecha de consulta: septiembre 2014]. Disponible en: http://www.valoresbancolombia.com/cs/Satellite?c=Page&cid=1266349331873&pagename=ValoresBancolombia%2FVB_TemplateMenuDerecho