

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

(UTB)

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO PARA  
AGUAS RESIDUALES DEL TERMINAL MARÍTIMO DE MANGA (SOCIEDAD  
PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA)

ENRIQUE GRAU FUENTES

FERNANDO MANJON ALBIS

JAIME ENRIQUE TORRES VERGARA

PROYECTO INTEGRADOR PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE  
PROYECTOS.

Cartagena de Indias, Colombia

Agosto de 2009

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
(UTB)

Proyecto Integrador fue aprobado por la Universidad como  
Requisito parcial para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

---

INGENIERO JUAN CARLOS NIETO BELTRAN  
ASESOR  
MAESTRIA EN INGENIERIA AMBIENTAL

---

ENRIQUE GRAU FUENTES

---

FERNANDO MANJON ALBIS

---

JAIME ENRIQUE TORRES VERGARA

## DEDICATORIAS

A Dios, a mi hijo Miguel,  
a mi esposa Jannette, a mi abuelita María, que me motivan a  
Seguir creciendo como persona, como padre, amigo y confidente.

A mis Amigos, Jaime y Enrique incondicionales, grandes personas

Ha sido un honor trabajar con ustedes en este proyecto

A los profesores por su dedicación, enseñanzas y paciencia

Gracias a todos

Fernando

A mi querida esposa y mis hijos  
por regalarme todo el tiempo dedicado a este trabajo

Enrique

A mi querida esposa a mis hijos por el  
Tiempo de ausencia y Paciencia para este proyecto  
a la Sociedad Portuaria por el apoyo brindado  
para realizar esta especialización

Jaime

## INDICE

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
1. INTRODUCCION	16
1.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE GRADO	17
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACION	18
1.4. OBJETIVO GENERAL	19
1.4.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
2. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	20
3. DESARROLLO	23
3.1. ESTUDIO SECTORIAL	23
3.1.1. ENTORNO MACROECONOMICO	23
3.1.1.1. Cuantificación de los beneficios	24
3.1.1.2. Desempleo	24
3.1.1.3. Protección del Ambiente	25
3.1.2. ENTORNO MICROECONOMICO	26
3.1.2.1. Economía Local	26
3.1.2.2. Impacto Social	26
3.1.2.3. Ambiente	27
3.1.2.4. Gestión Humana	27

3.2.	ESTUDIO TECNICO y/o DE INGENIERIA	28
3.2.1.	Tecnología y procesos de producción	28
3.2.1.1.	Generalidades	28
3.2.1.2.	Normas técnicas a adoptarse en la construcción	28
3.2.1.3.	Trazo y replanteo de redes	28
3.2.1.4.	Excavaciones	29
3.2.1.5.	Clasificación del terreno	29
3.2.1.6.	Excavaciones de zanjas	30
3.2.1.7.	Entibado y tablestacado	31
3.2.2.	Memorias técnicas de diseño del plan Maestro de alcantarillado	33
3.2.2.1.	Introducción	33
3.2.2.2.	Levantamiento topográfico altimétrico	33
3.2.2.3.	Estimación de los caudales	33
3.2.2.4.	Capacidad hidráulica de tubo existente de descarga	34
3.2.2.5.	Diseño de la red principal de alcantarillado sanitario	35
3.2.2.6.	Diseño de estación de bombeo	36
3.2.2.7.	Manejo de aguas aceitosas	37
3.2.2.7.1.	Estimación de caudales para diques confinantes	37
3.2.2.7.2.	Diseño de trampas de hidrocarburos	39
3.2.2.7.2.1.	Diseño estructural de la trampa de hidrocarburos	40
3.2.2.7.3.	Tiempo de drenaje de diques confinantes	43

3.2.2.8.	Presupuesto estimado de construcción de obras	44
3.2.3.	Localización	46
3.2.3.1.	Aspectos administrativos y organizacionales	46
3.2.3.2.	Aspectos legales	46
4.	ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	47
4.1.	INTRODUCCION	47
4.2.	METODOLOGIA	47
4.3.	LINEA BASE AMBIENTAL	58
4.3.1.	Descripción Ambiental del área de influencia directa (Bahía de Cartagena)	58
4.3.1.1.	El clima	59
4.3.1.2.	Calidad del agua	59
4.3.1.3.	Calidad del ecosistema estuarino de la bahía de Cartagena	62
4.3.1.4.	Calidad visual y del paisaje	63
4.3.2.	Aspectos socioeconómicos	64
4.4.	DESCRIPCION AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA PUNTAL (TERMINAL MARITIMO DE MANGA)	66
4.4.1.	CONCLUSIONES DE LA REVISION AMBIENTAL INICIAL	67
4.5.	ASPECTOS AMBIENTALES A EVALUAR	69
4.6.	CALIDAD AMBIENTAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL TERMINAL PORTUARIO	69

4.6.1. Calidad ambiental biofísica	70
4.6.1.1. Calidad del agua	70
4.6.1.2. Calidad del aire	70
4.6.1.3. Calidad del ecosistema estuario de la bahía de Cartagena	71
4.6.1.4. Calidad visual y paisajística	71
4.6.2. Calidad socio económica	71
4.7. COMPROBACION Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	71
4.8. RESULTADOS DE LA IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	77
4.9. COMENTARIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES MEDIDAS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN LAS PROXIMIDADES DEL PUERTO DE CARTAGENA.	78
5. EVALUACION FINANCIERA	81
5.1. INVERSIONES DEL PROYECTO	81
5.2. INGRESOS Y GASTOS	82
5.3. TABLA DE DREPRECIACIONES	83
5.4. FLUJO DE CAJA	83
6. EVALUACION DE RIESGOS	86
7. EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL	97
BIBLIOGRAFIA	103

## ANEXOS

PLANOS DE OBRA

RESOLUCION 2057 DE 16 OCT DE 2006 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

PLANES DE GESTION DEL PROYECTO

PLAN DE CALIDAD DEL PROYECTO

PROCEDIMIENTO DETALLADO DE CONSTRUCCION (EJEMPLO)

PROCEDIMIENTO DE COORDINACION (EJEMPLO)

CONTRATACION INTERVENTORIA (EJEMPLO)

## FIGURAS Y GRAFICOS

FIGURA No.1 Cartagena. Número de desocupados y Tasas de desempleo, Oct-dic, 2000-2007

FIGURA No.2 Colombia. Trece ciudades principales, Tasa de desempleo, Oct.-dic., 2007

FIGURA No.3 apuntalamiento en entibado

FIGURA No.4 apuntalamiento en entibado

Figura No. 5 ECOPLANO del Terminal Marítimo de Manga. SPRC

Figura No. 6 Localización del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias

Matriz No.1. Identificación de Impactos

## TABLAS

Cuadro No.1 Ancho de la Zanja

Tabla 1. Unidades Sanitarias de Descarga.

Tabla 2. Caudal Máximo Probable según el método de Hunter.

Tabla 3. Capacidad hidráulica de tubo existente de descarga.

Tabla 4. Calculo hidráulico del colector principal y secundario.

Tabla 5.  $P_{\text{máx.}}$  en 24 horas.

Tabla 6. Caudal estimado en los diques confinantes.

Tabla 7. Caudal estimado en zona de carga de combustible.

Tabla 8. Calculo hidráulico del canal lateral a la zona de carga de combustible y lavado de equipos portuarios.

Tabla 9. Diseño hidráulico de trampas de grasa.

Tabla 10. Tiempo estimado para drenaje de diques.

Tabla 11. Presupuesto de construcción de obra

Tabla 12. Valoración conjugada de los impactos

Tabla 13. Principales fuentes de contaminación que afectan la Bahía de Cartagena.

Tabla 14. Resumen de las cargas aportadas por los vertimientos de residuos líquidos industriales a la Bahía de Cartagena. Julio de 1997.

Tabla 15. Residuos oleosos generados por los buques que arriban al puerto de Cartagena. 1995. TON/MES.

Tabla 16. Resumen de las cargas aportadas por los vertimientos de aguas servidas a la bahía de Cartagena. Julio de 1997.

Tabla 17. Resumen de las Cargas Aportadas por el Canal del Dique a la Bahía de Cartagena. Julio de 1997.

Tabla 18. Clasificación de los muelles del puerto de Cartagena por actividades 1995.

Tabla 19 Población de Cartagena de acuerdo al Censo de 1993

Tabla 20. Tasa de Desempleo en Cartagena 2002 – 2003

Tabla 21 Cobertura (%) de saneamiento Básico en Cartagena

TABLA 22. Análisis Comparativo De Los Resultados De Los Muestreos De Calidad De Agua

## RESUMEN EJECUTIVO

La historia ha demostrado la falta de conciencia del hombre en la preservación del medio ambiente, en especial en la disposición final de los residuos que se vierte en los cuerpos de aguas de las ciudades como ríos, lagunas y bahías, esta falta de conciencia en la disposición de contaminantes ocasionados por los desarrollos industriales en la zona, ha llevado a que entes reguladores como el ministerio ambiente, vivienda y desarrollo territorial, las Corporaciones Autónomas Regionales como el EPA (establecimiento público ambiental), Cardique y otras, a través de la emisión de regulaciones y normas estén ejerciendo controles, monitoreos y seguimientos, a las diferentes empresas para que cumplan con todos los requisitos de salubridad y planes de manejo ambiental.

Estas acciones principalmente van dirigidas a aquellas empresas que actualmente están vertiendo cualquier tipo de contaminantes a los cuerpos de agua de Cartagena.

El puerto de Cartagena ejerciendo su compromiso ambiental con la ciudad de Cartagena, en especial con la comunidad que la rodea presupuestó recursos propios para la planeación, ejecución y administración del proyecto denominado construcción de la red de alcantarillado del puerto y finalmente lograr su conexión a la red de alcantarillado municipal de la ciudad; con el propósito de lograr una disminución del 100% en el vertimiento de las aguas residuales a la bahía; para hacer posible este proyecto sociedad portuaria en convenio con Aguas de Cartagena realizó una inversión dinero en la ampliación de la red de alcantarillado del barrio de manga, en el año 2000 de \$ 350.000.000, con la opción de tener acceso a la conexión de la red de alcantarillado municipal en el futuro.

La Sociedad Portuaria Regional Cartagena actualmente tiene una red conectada a pozas sépticas, que requieren un mantenimiento continuo, que anualmente representa una cantidad considerable de dinero, estas pozas no son suficientes

cuando hay lluvias y los niveles freáticos aumentan; se mezclan en ellas y las aguas que desembocan en la bahía la contaminan.

Con la ejecución de este proyecto la Sociedad Portuaria cumple con todos los requerimientos ambientales establecidos por la ley.

Además, brinda un ambiente saludable para el trabajo por los olores que se generaban en las pozas, a su vez la satisfacción de la comunidad aledaña que ya no se ve afectada; los costos que se generaban por los mantenimientos de las pozas, los controles de vertimientos a la bahía, los muestreos periódicos en la bahía y otros , se convierten en un ahorro de la sociedad portuaria, a su vez con el sellamiento de las pozas, se obtuvo una pequeña área que se ha convertido en lugar de almacenamiento de contenedores generando otros ingresos adicionales, y otras aéreas se convirtieron en zonas de paisajismo adicional para mejorar el ambiente y hacer mas atractiva las zonas visuales del puerto.

## 1. INTRODUCCION

El agua es el elemento primordial para la vida humana. El desarrollo de las ciudades en consecuencia está relacionado con su adecuada provisión y distribución, cuyo volumen es considerado con la población futura y el desarrollo comercial e industrial de la ciudad, observando que cumpla con las condiciones sanitarias exigibles que determinarán su calidad. Las aguas consumidas o usadas de una población también requieren unos tratamientos especiales regidos por las normas sanitarias, que requieren una correcta recolección, una conducción y su descarga final. Se debe evitar al máximo el contacto entre las aguas negras y las aguas potables para no dar origen a las enfermedades hídricas.

La salud humana depende del control ejercido a las enfermedades transmitidas por el agua, los alimentos y el aire. Este control se extiende a las condiciones desfavorables como los agentes de infección, correspondiendo esta tarea a la medicina preventiva.

El mejoramiento del medio ambiente, mediante los servicios de acueducto (suministro de agua potable) y el alcantarillado (eliminación de aguas negras o altamente contaminadas), es la base del saneamiento, la práctica de las medidas de la medicina preventiva constituyen un programa de salud pública y una parte de este programa es la Higiene Industrial que trata de los problemas de contaminación del aire y de las enfermedades que afectan las vías respiratorias.

La gran mayoría de los desarrollos industriales se establecen en zonas alejadas de los desarrollos urbanos por lo que se ven obligados a resolver el problema de las aguas residuales mediante soluciones puntuales como por ejemplo pozas sépticas combinadas en algunos casos con campos de filtración. Con el paso del tiempo las poblaciones crecen y las industrias también, lo cual limita la disponibilidad de tierras y los sistemas de alcantarillado llegan a predios de los

corredores industriales, cuando esto sucede es más económico conectarse al sistema convencional central de la población

El terminal Marítimo de Manga, muestra un desarrollo similar donde se construyeron aisladamente pozas sépticas las cuales han funcionado durante muchos años, sin embargo en la zona del terminal el nivel freático se encuentra muy cerca y los pozos sépticos terminan funcionando como un pozo negro con el riesgo de contaminación de las aguas freáticas.

#### 1.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE GRADO

El Plan Maestro de Alcantarillado de las aguas residuales del Terminal Marítimo de Manga tiene como fundamento la conexión de las redes de aguas residuales al sistema de alcantarillado municipal de la ciudad de Cartagena, eliminando todos los posibles vertidos que eventualmente puedan ir a la bahía, principalmente ocasionados por el incremento de los niveles freáticos y la mezcla de las aguas lluvias con el sistema actual de descarga de aguas residuales.

#### 1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Sociedad Portuaria Regional Cartagena, carece de un sistema adecuado de desagüe de sus aguas residuales. Este sistema de alcantarillado actualmente está conectado a pozas sépticas, que requieren un mantenimiento continuo, que anualmente representa una cantidad considerable de gastos. Estas pozas no son suficientes cuando los niveles freáticos se mezclan en ellas y el agua que desemboca en la bahía está contaminada; y la necesidad de cumplir con el plan de manejo ambiental, de reducir los niveles de contaminantes en las aguas, es indispensable realizar un nuevo sistema para desagüe de estas aguas negras y que no se viertan en la bahía. Si tenemos en cuenta el aumento del personal que se encuentra laborando en la SPRC (Sociedad Portuaria Regional Cartagena) más de 1500 personas las 24 horas, generan gran demanda de este servicio; estas pozas generan malos olores, contaminación del medio (DBO<sub>5</sub>), ocasionando malestar e inconformidad del personal de las instalaciones; así como el

desplazamiento de equipos pesados sobre estas, que representa gran deterioro de las losas que actúan como tapas, que pueden ocasionar en su momento alto grado de accidentalidad.

### 1.3. JUSTIFICACION

Con la construcción del plan maestro de alcantarillado, la Sociedad Portuaria resuelve el gran problema de salubridad que tiene con la contaminación de las pozas sépticas, al mezclarse con las aguas lluvias y la bahía de Cartagena, problema que se ha venido mitigando con los mantenimientos periódicos a dichas pozas, pero que a través del tiempo se le ha convertido en un costo creciente por el desgastes que han sufrido a largo de los años sus muros y tapas, además del costo de los mismos mantenimientos, que se deben generar con el propósito de cumplir con las regulaciones emitidas por los entes reguladores del medio ambiente, los cuales con el pasar de los años se han incrementado de manera exponencial. Adicionalmente existe una gran inconformidad del personal que labora en la SPRC y los vecinos aledaños que sufren la consecuencia del desvío de los olores por las brisas del área.

Con la planificación y ejecución del proyecto de las cuatro etapas del sistema de alcantarillado, la SPRC se conectará de manera directa a cada una de las fuentes generadoras de aguas residuales, mediante un sistema avanzado de tubería que cumple los requisitos de calidad y capacidad los cuales se enrutaran mediante una conexión directa al sistema de agua negras del municipio a cargo de la empresa Aguas de Cartagena, eliminando con esta inversión los altos costos de mantenimiento de las pozas sépticas, junto con los problemas ambientales mencionados anteriormente.

Por otra parte, mejora el bienestar a los empleados de la SPRC aumentando así los grados de producción en horas hombre.

#### 1.4. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y poner en marcha la construcción de el Plan Maestro de Alcantarillado para el Terminal Marítimo de Manga, mediante los estudios y diseños de la red sanitaria de las instalaciones, con el fin de verterlas al alcantarillado municipal, con el propósito de dar cumplimiento con el Plan de Manejo Ambiental.

##### 1.4.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar la realización de los estudios demográficos e incrementos de la población que labora en sociedad portuaria y evaluar la densidad de información indispensable para el diseño de la red.
- Identificar, estudiar y evaluar las soluciones posibles con el Comité de Proyectos de la Sociedad Portuaria y hacer un análisis técnico de cada una de las variables para hacer la elección de la mejor alternativa de sistema de alcantarillado
- Evaluar los estudios financieros, ambientales y sociales, para determinar la viabilidad del proyecto.
- Realizar los planes de gestión para control del proyecto.

## 2. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

El Plan Maestro del Alcantarillado está conformado por un conjunto de artículos que incluyen las políticas, las estrategias y las acciones estructurales que soportan la carta de navegación del proyecto.

El sistema de alcantarillado está formado por un conjunto de redes interconectadas entre si y en cada punto de intersección de las líneas de tubería se colocan registros de inspección para facilitar las limpiezas y verificar el recorrido seguro de las aguas residuales.

Una alcantarilla es un conducto cerrado para drenar una superficie por debajo de una carretera, ferrocarril, canal u otro terraplén. La pendiente de una alcantarilla y sus condiciones de entrada y salida se suelen determinar por la topografía del sitio. Debido a las combinaciones que se obtienen al variar las condiciones de entrada, condiciones de salida y pendientes, no puede darse una sola fórmula aplicable a todos los problemas de alcantarillado.

El método básico para determinar el gasto o canal en una alcantarilla es la aplicación de la ecuación de Bernoulli entre un punto justo en el exterior de la entrada y un punto en algún lugar aguas abajo. Es necesario conocer el flujo uniforme y no uniforme para entender a fondo el flujo en una alcantarilla. Sin embargo, hacer un análisis teórico exacto que incluya cálculos detallados de las curvas de abatimiento y remanso, usualmente no se justifica por la poca exactitud al determinar el gasto o escurrimiento. Que no se tenga en cuenta las curvas de abatimiento y remanso, no influye en forma seria en la exactitud.

En la actualidad en la SPRC los sistemas de aguas residuales están conectados a los sistemas de aguas lluvias los cuales descargan a la bahía de Cartagena y a una serie de pozas sépticas distribuidas de la siguiente forma:

Poza séptica del edificio de administración: básicamente es un tanque en concreto con dimensiones 3\*3\*2, la cual trabaja con un sistema de bombeo hacia la bahía de Cartagena dependiendo del nivel interno.

Casa de Cruceros, cuenta con dos pozas sépticas en block # 6, el cual trabajan por rebose y su disposición final es la bahía de Cartagena las dimensiones son de 3\* 1.5\*1.5.

Pozas sépticas de edificio del ICA, EDIFICIO 8, BODEGA INBOND Y AREA DE RECICLAJE, las cuales están construidas en block # 6 y su descarga es hacia el nivel freático (Su piso es en tierra) y las dimensiones son de 3\*3\*1.5.

DEFINICIONES:

AGUAS NEGRAS: Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas, industriales a las cuales pueden estar mezcladas o no las aguas lluvias.

ALCANTARILLAS: Conducto de servicio público generalmente cerrado, destinado al transporte de las aguas negras o lluvias, y que trabaja bajo condiciones normales a flujo libre.

ALCANTARILLADO: Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas negras o de las aguas lluvias.

ALCANTARILLADO SANITARIO: Sistema en el cual las alcantarillas y colectores únicamente transportan aguas negras

ALCANTARILLADO PLUVIAL: Sistema en el cual las alcantarillas y colectores transportan únicamente aguas lluvias.

ALCANTARILLADO COMBINADO: sistema que transporta conjuntamente aguas lluvias y aguas negras.

ALIVIADERO: Estructura destinada al alivio de las aguas lluvias por medio de rebose lateral o descarga de fondo

AREA TRIBUTARIA: Superficie que drena a hacia un tramo o punto determinado

CAMARA DE CAIDA: Estructura que integra un pozo de inspección conectado con un tubo bajante auxiliar que conduce las aguas de la tubería de entrada al fondo de la cámara

CANAL: Estructura hidráulica descubierta destinada generalmente al transporte de aguas lluvias

COLECTOR: Conducto que recibe la descarga de otros

COLECTOR INTERCEPTOR: El que recibe la descarga concentrada de las diferentes zonas del sistema.

COLECTOR DE DESCARGA: Colector que tiene como origen el punto más bajo del sistema y que conduce las aguas al punto donde se vierten o al sitio donde se someten a un proceso de tratamiento.

CONEXIÓN DOMICILIARIA: Conducto que transporta las aguas negras desde el límite de una propiedad hasta una alcantarilla

COTA BATEA: Cota del punto más bajo de la sección transversal interna de una alcantarilla

COTA CLAVE: Cota del punto más alto de la sección transversal interna de una alcantarilla

POZO DE INSPECCION: Estructura de ladrillo o concreto de forma cilíndrica que remata generalmente en su parte superior, en forma tronco-cónica de tapa removible para permitir el acceso a los colectores, con la finalidad de inspeccionarlos o limpiarlos

TRAMO: Porción de un conducto comprendido entre dos pozos de inspección

### 3. DESARROLLO

#### 3.1. ESTUDIO SECTORIAL

##### 3.1.1. ENTORNO MACROECONÓMICO.

Crecimiento económico a corto plazo.

El diseño y construcción del sistema de alcantarillado de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena tiene como propósito, de hacer cumplir las normas ambientales que regulan el manejo de las aguas servidas. Adicionalmente la eliminación de las pozas sépticas de la zona del puerto, traerá como consecuencia los siguientes beneficios:

- 1.- Eliminación de los vertimientos de aguas contaminadas a la bahía de Cartagena
- 2.- Eliminación de los gastos en las compras de las sustancias químicas y servicio de mantenimiento de las piscinas de oxidación
- 3.- Aprovechamiento del área ocupada por las piscinas para manejo y aumento de TEUS (Twenty-Foot Equivalet Unit Standard).
- 4.- Eliminación definitiva de los vapores y gases de la zona de patios, permitiendo al personal de contratistas y trabajadores trabajar en esta zona la cual tenía acceso restringido por el alto nivel de gases y compuestos químicos en el ambiente.
- 5.- Reducción de las quejas y reclamos de los residentes que moran a los alrededores del puerto por la eliminación de los gases
- 6.- Descongestión y reducción en los gastos de asesorías externas para las respuestas de los derechos de petición de los ciudadanos que moran alrededor del puerto.

### 3.1.1.1 Cuantificación de los beneficios

1.- La eliminación de las piscinas de oxidación permitirá aprovechar un área de 1800 Metros cuadrados para el uso de manejo de carga.

2.- La eliminación de las compras de las sustancias químicas para el tratamiento de las piscinas asciende a seis millones de pesos al mes. La eliminación de las labores de mantenimiento ahorrará al puerto un promedio de doce millones de pesos mensuales.

3.- El área de 1800 metros cuadrados permitirá el almacenaje y manejo de diez hileras de contenedores de siete unidades por hilera para un total de setenta contenedores. De acuerdo a las tarifas actuales permitirá aumentar los cargos por cargue y descargue en US\$35.000 y por concepto de arriendo US\$10.000 mensuales.

4.- El ingreso de los empleados a la zona desocupada permitirá no solo aumentar el aprovechamiento hora/hombre, si no el aumento del bienestar general lo cual incide directamente en el mejoramiento de la Salud Ocupacional del puerto

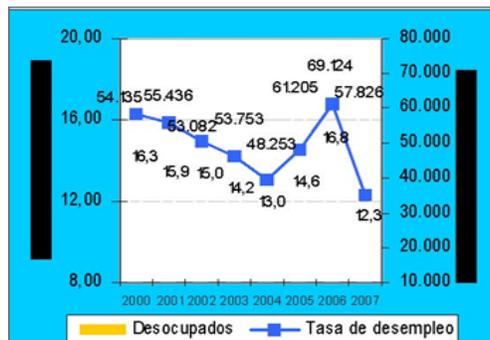
5.- La suspensión del recibo de derechos de petición, quejas y tutelas de los ciudadanos que moran alrededor del puerto por efecto de la contaminación generadas por las piscinas permitirá descongestionar el departamento de recibo de correspondencia.

6.- El departamento jurídico reducirá en un 40% la contratación de asesoría jurídica externa lo cual constituye un ahorro de US\$20.000 por mes

### 3.1.1.2. Desempleo

Luego de la escalada ascendente de la tasa de desempleo en Cartagena en los años 2005 y 2006 hasta ubicarse en 16,8%, en 2007 disminuyó 4,5 puntos porcentuales cerrando el año en 12,3%, la tasa más baja en lo que va corrido de la década del 2000. (Figura No.1).

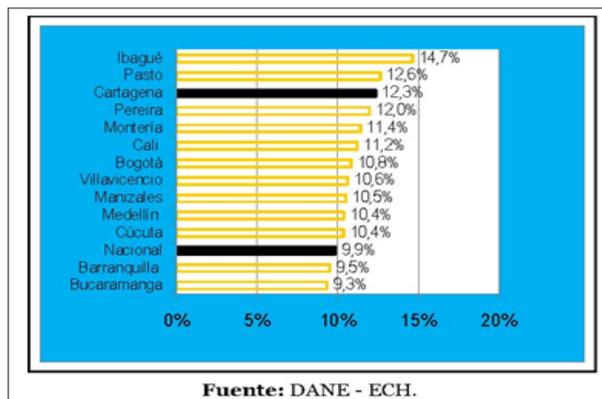
**Figura No.1 Cartagena. Número de desocupados y Tasas de desempleo, Oct-dic, 2000-2007**



Fuente: DANE-ECH

En el 2007, en la ciudad existían 57.826 personas desempleadas, 11.300 menos que hace un año. Pese a esta significativa disminución de la tasa de desempleo, en la actualidad Cartagena presenta la tercera mayor tasa del país, sólo superada por la de Ibagué (14,7%) y Pasto (12,6%), encontrándose claramente por encima de la tasa promedio de las 13 principales ciudades del país (12,3%) (Figura No.2).

**Figura No.2 Colombia. Trece ciudades principales, Tasa de desempleo, Oct.- dic., 2007**



Fuente: DANE - ECH.

El proyecto denominado Diseño y Construcción del Sistema de Alcantarillado de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, permitirá la contratación de 150 empleos indirectos y el aumento del ingreso de la empresa local mediante la contratación de mano de obra calificada.

### 3.1.1.3. Protección del ambiente

Según la Ley 9 de 1979, el congreso de Colombia decreta:

## TITULO I. DE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

ARTICULO 1º. Para la protección del Medio Ambiente la presente Ley establece:

- 18 Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana; b) Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.

PARAGRAFO. Para los efectos de aplicación de esta Ley se entenderán por condiciones sanitarias del ambiente las necesarias para asegurar el bienestar y la salud humana.

ARTICULO 2º. Cuando en esta Ley o en sus reglamentaciones se hable de aguas, se entenderán tanto las públicas como las privadas.

Las normas de protección de la calidad de las aguas se aplicarán tanto a unas como a otras

### 3.1.2. ENTORNO MICROECONÓMICO

#### Economía Local

Con la ejecución de este proyecto la Sociedad Portuaria genera empleos directos e indirectos, aumentando los beneficios de la comunidad interna, externa y aledaña a la zona. Un proyecto de \$ 2.800.000.000 genera un movimiento en la economía local, en los proveedores de materiales, equipos y mano de obra de ejecución directa, que es muy representativo en la comunidad cartagenera.

#### 3.1.2.2 Impacto social

La construcción de este sistema de alcantarillado tiene un gran impacto en la comunidad aledaña. La SPRC está consciente que su crecimiento y desarrollo debe ser totalmente armonizado con el de su entorno y es por eso que su función social como agentes líderes en la transformación y crecimiento de la cadena logística del comercio exterior colombiano, son las inversiones sociales en busca de mejorar su entorno y armonizar con la comunidad aledaña. Estas inversiones

son de gran importancia y los beneficios que se han generado a las misma son muy bien vistos y recibidos por la comunidad cartagenera

### 3.1.2.3. Ambiente

El programa de reconstrucción y paisajismo de las instalaciones, iniciado desde 1993, destaca el concepto de protección a especies nativas y embellecimiento del paisaje urbano, en beneficio de la ciudad.

Se ha buscado respetar las normas ambientales y urbanísticas, de tal manera que el desarrollo de la infraestructura portuaria armonice con su entono natural. Entre otros objetivos, se pretende fomentar el cuidado del medio ambiente divulgando el conocimiento sobre el ecosistema marino, y estimulando una mayor consciencia en la comunidad portuaria acerca del uso razonable de los recursos naturales.

### 3.1.2.4. Gestión Humana

La SPRC trabaja día a día su Sistema Estratégico de Gestión Humana el cual nos permita conseguir, desarrollar y retener las mejores personas, para apoyar el crecimiento y competitividad de la organización.

Nuestro Sistema Estratégico de Gestión Humana basado en Competencias se orienta a estimular la excelencia en el desempeño, forjar la cultura organizacional y desarrollar comportamientos que aseguren la permanente creación de valor de la empresa y de las personas que hacen parte de ella.

El talento y las competencias de quienes integran la SPRC, se desarrolla a través de nuestros procesos de Entrenamiento y Capacitación, Gestión del Desarrollo, Desarrollo y Gestión del Conocimiento, los cuales se fundamentan en la estrategia de la organización, sus procesos claves, desarrollo de potenciales y los planes de mejoramiento continuo.

Avanzar de forma adecuada, ordenada y consistente en este propósito, es una labor permanente que se constituye día a día, en el compromiso de cada uno de los integrantes de la empresa y el convencimiento de capital humano como fuente competitiva diferenciadora.

## 3.2. ESTUDIO TÉCNICO y/o DE INGENIERÍA

3.2.1 Tecnología y proceso de producción: Especificaciones técnicas para la construcción de sistemas de alcantarillado

### 3.2.1.1. Generalidades

La ejecución de las obras de alcantarillado para pequeñas poblaciones como la Sociedad Portuaria de Cartagena deberá realizarse de acuerdo con los planos aprobados del proyecto. Todo cambio en los mismos, deberá ser consultado y aprobado por el comité de obra siguiendo las normas descritas en el PMBOK (Project Management Body of Knowledge) y cuando éste modifique la concepción base del proyecto deben quedar debidamente registradas en el acta de comité las razones que puedan motivar tales cambios.

### 3.2.1.2 Normas técnicas a adoptarse en la construcción

La construcción de la obra, se efectuará de conformidad con las siguientes Normas y Reglamentos:

- Norma INCONTEC
- Norma NTC
- Norma NSR 98
- Normas A.C.I (American Concrete Institute).
- Normas A.S.T.M. (American Society for testing and Materials).
- Normas A.A.S.H.O. (American Association of State Highway Officials).

### 3.2.1.3 Trazo y replanteo de redes

Una vez ejecutado el estudio de topografía de la zona se hizo un trazado donde se definió el área del proyecto de alcantarillado con el propósito de demarcar las zonas de excavación de las zanjas y el alistamiento de la superficie de asentamiento de las tuberías.

En el estudio para el trazo y replanteo de la obra se registró la ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles. Los niveles y cotas de referencia indicados en los planos se fijan de acuerdo a estos.

El constructor no podrá continuar con los trabajos correspondientes sin que previamente se aprueben los trazos por el comité de obra. Esta aprobación debe anotarse en el cuaderno de obra (Bitacora).

El trazo, alineamiento, gradiente, distancias y otros datos, deberán ajustarse previa revisión de la nivelación de los patios de carga y verificación de los cálculos correspondientes.

#### 3.2.1.4 Excavaciones

Los trabajos de excavación deberán estar precedidos del conocimiento de las características físicas locales, tales como: naturaleza del suelo, nivel freático, topografía y existencia de redes de servicios públicos tales como gas, agua, eléctricos entre otros.

Si existen indicios de que las condiciones del suelo y el nivel freático son desfavorables para la excavación, es recomendable hacer sondeos en sitio para verificarlos, y conocer con anticipación si es necesario hacer tabla estacado, entibado, pañetes de paredes y/o drenaje de zanjas.

La excavación en corte abierto será hecha a mano o con equipo mecánico, a trazos según, anchos y profundidades necesarias para la construcción, de acuerdo a los planos replanteados en obra y/o especificaciones

#### 3.2.1.5 Clasificación del terreno

Para los efectos de la ejecución de obras de saneamiento se considerará los siguientes tipos de terrenos básicos:

**a) Terreno normal:** Son los que pueden ser excavados sin dificultad a pulso y/o con equipo mecánico, y pueden ser:

- **Terreno normal deleznable o suelto:** Conformado por materiales sueltos tales como: arena, arena limosa, gravillas, etc., que no pueden mantener un talud estable superior de 5:1

- **Terreno normal consolidado o compacto:** Conformado por terrenos consolidados tales como: hormigón compacto, afirmado o mezcla de ellos, etc., los cuales pueden ser excavados sin dificultad a pulso y/o equipo mecánico.

**b) Terreno semirocoso:** El constituido por terreno normal, mezclado con bolonería de diámetros de 200 mm hasta (\*) y/o roca fragmentada de volúmenes 4 dm<sup>3</sup> hasta y, que para su extracción no se requerirá el empleo de equipos de rotura y/o explosivos.

**c) Terreno de roca descompuesta:** Conformado por roca fracturada, empleándose para su extracción medios mecánicos pues no es necesario utilizar explosivos.

**d) Terreno de roca fija:** Compuesto por roca ígnea o sana, y/o bolonería de diámetro, que necesariamente se requiere para su extracción de explosivos o procedimientos especiales de excavación.

**e) Terreno saturado:** Es aquel cuyo drenaje exige un bombeo ininterrumpido con caudal superior a un litro por segundo por 10 ml de zanja.

### 3.2.1.6 Excavación de zanjas

Para la excavación de las zanjas el constructor deberá seguir las siguientes recomendaciones propias para el terreno normal arenoso que de acuerdo al estudio de suelos nos define el método constructivo:

- 18 Se deberán eliminar las obstrucciones existentes que dificulten las excavaciones.
- b) Las zanjas que van a recibir los colectores se deberán excavar de acuerdo a una línea de eje (coincidente con el eje de los colectores), respetándose el alineamiento y las cotas indicadas en el diseño.
- c) Si se emplea equipo mecánico, la excavación deberá estar próxima a la pendiente de la base de la tubería, dejando el aplanamiento de los desniveles del terreno y la nivelación del fondo de la zanja por cuenta de la excavación manual.
- d) El material excavado deberá ser colocado a una distancia tal que no comprometa la estabilidad de la zanja y que no propicie su regreso a la misma, sugiriéndose una distancia del borde de la zanja equivalente a la profundidad del tramo no entibado, no menor de 30 cm.
- e) Tanto la propia excavación como el asentamiento de la tubería deberán ejecutarse en un ritmo tal que no permanezcan cantidades excesivas de material excavado en el borde de la zanja, lo que dificultaría el tráfico de vehículos y de peatones.
- f) El ancho de las zanjas dependerá del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación. En el cuadro 1, se presenta valores de ancho recomendables en función a la profundidad y diámetro de la tubería.
- g) El ancho de la zanja deberá ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto.

**Cuadro 1. Ancho de la Zanja**

<b>Diámetro Nominal</b>		<b>Ancho de Zanja</b>	
<b>mm</b>	<b>Pulg.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
400	16	70	100
450	18	75	105
500	20	80	110

h) En los planos generales se darán las recomendaciones de acuerdo al tipo de terreno **normal**.

Las zanjas se realizarán en cada punto con la profundidad indicada por el perfil longitudinal

- 18 Cuando se hace el entibado de zanjas, lo que se debe considerar como ancho útil es al espacio que existe entre las paredes del entibado, excluyendo el espesor del mismo.

### 3.2.1.7. Entibado y tablestacado

Se define como entibado al conjunto de medios mecánicos o físicos utilizados en forma transitoria para impedir que una zanja excavada modifique sus dimensiones (geometría) en virtud al empuje de tierras.

Antes de decidir sobre el uso de entibados en una zanja se deberá observar cuidadosamente lo siguiente:

- Al considerar que los taludes de las zanjas no sufrirán grandes deslizamientos, no se deberá olvidar que probablemente se producirán pequeñas deformaciones que traducidas en asentamientos diferenciales pueden dañar estructuras vecinas.
- Las fluctuaciones del nivel freático en el terreno modifican su cohesión, ocasionando por lo tanto rupturas del mismo.
- La presencia de sobrecargas eventuales tales como maquinaria y equipo o la provocada por el acopio de la misma tierra, producto de la excavación, puede ser determinante para que sea previsto un entibamiento. En estos casos será la experiencia y el buen criterio los factores que determinen o no el uso de un entibado.

Los elementos de un entibado que vienen a ser las piezas que se utilizan, reciben sus nombres de acuerdo con su posición en la zanja (véase figura 3), conforme se indica a continuación:

- Estacas: Son colocados en posición vertical. El largo utilizado para clavar la estaca se denomina ficha; si la tierra la empuja directamente se llamarían tablestacas.
- Vigas (o tablones): Llamado también soleras, son colocados longitudinalmente y corren paralelas al eje de la zanja.
- Puntal: Son colocadas transversalmente, cortan el eje de la zanja y transmiten la fuerza resultante del empuje de la tierra desde un lado de la zanja para el otro. Se acostumbran emplear como puntales rollizos.

## Tipo de entibado

### 18 Apuntalamiento

El suelo lateral será entibado por tablonces de madera (de 1" x 6") espaciados según el caso, trabados horizontalmente con puntales de madera de 4" y 6" o vigas solera de madera de diferentes secciones (véase figura 3).

### b) Abierto

Es el más usual, utilizado en terrenos arenosos y en zanjas poco profundas. Este entibado no cubre totalmente las paredes de la zanja, dejando descubiertas algunas porciones de tierra (véase figura 4)

Figura No.3

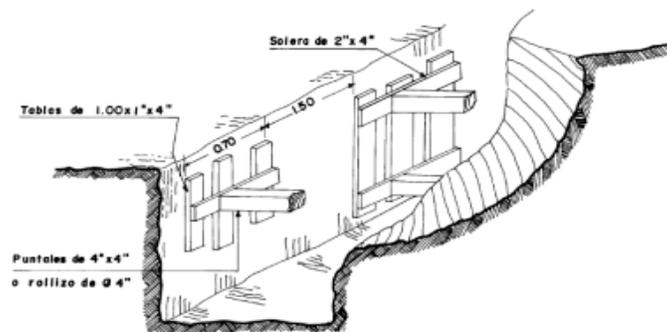
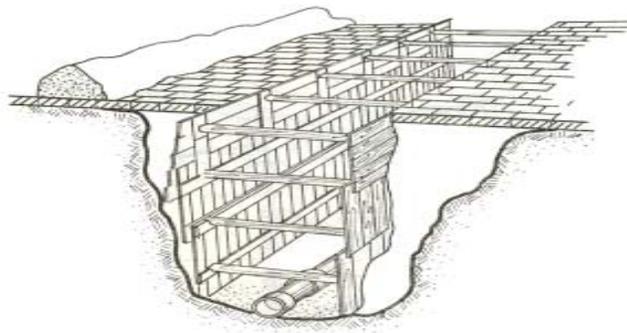


Figura No.4



### 3.2.2 Memorias Técnica de Diseño del plan Maestro de Alcantarillado

#### 3.2.2.1. Introducción.

En el presente informe técnico se presentan las memorias de los cálculos hidráulicos y los criterios de diseño utilizados para dimensionar la red principal del alcantarillado sanitario de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena (SPRC).

#### 3.2.2.2. Levantamiento Topográfico Altimétrico.

Se realizó un levantamiento topográfico altimétrico de la red de Aguas de Cartagena donde se va a conectar la red principal del alcantarillado sanitario de la Sociedad Portuaria Regional Cartagena y también se tomaron los niveles de los registros sanitarios de todas las edificaciones existentes. (Ver anexos de cartera Topográfica)

La nivelación se realizó tomando como punto de referencia el B.M # 515 de Aguas de Cartagena cuya cota es 2.838m y se encuentra ubicado en la esquina de intersección de la Kr 22 con Calle 26.

Para la ubicación de las cámaras en la ejecución de las obras se pueden tomar los siguientes puntos de referencias (cambios) pintados con amarillo en el levantamiento topográfico (altimétrico).

- Cambio N° 10, Cota = 2.73m (sobre andén en la entrada de vehículos hacia la zona de locales comerciales turísticos).
- Cambio N° 14, Cota = 2.547m (frente a bodega N° 2).
- Cambio N° 21, Cota = 2.266m (frente a bodega N° 3).

#### 3.2.2.3. Estimación de los caudales.

Para la estimación de los caudales se realizó un inventario de los aparatos sanitarios de las edificaciones existentes y se determinaron sus respectivas unidades de descarga.

**Tabla 1. Unidades Sanitarias de Descarga.**

<b>Aparato Sanitario</b>	<b>Unidades de Accesorio</b>
Inodoro de Tanque	4U
Lavamanos	1U
Ducha	2U
Orinal Fluxómetro	8U
Lavaplatos	2U

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

**Tabla 2. Caudal Máximo Probable según el método de Hunter.**

Edificación	Inodoro	Lavamanos	Duchas	Orinales	Lavaplatos	Caudal Max. Probable (L/s)
Oficina Contratista	2	2	2	-	-	0.69
Bodega 5	1	1	1	-	-	0.38
Bodega 3 (frete a bascula)	1	1	1	1	-	0.69
Bodega 3	5	5	1	1	-	1.39
Bodega 2 (67)	1	1	1	1	-	0.69
Bodega 2 (69)	4	4	1	2	1	1.51
Bodega 4	5	5	-	2	1	1.58
Edif. Operaciones	7	6	1	2	-	1.83
Super Interdencia	4	4	-	1	1	1.32
Edif. Capacitación (73)	1	1	-	1	-	0.69
Edif. Capacitación (74-75-76)	7	7	1	-	1	1.51
Edificio 8	7	8	3	1	1	1.83
Cafeteria	-	2	-	-	9	1.01
Edificio 9	2	2	-	-	-	0.50
Bodega 1	9	11	2	1	-	2.33
Aforo	2	2	-	8	-	0.88
Terminal de pasajero-Immigración	6	7	-	2	2	1.83
Edificio 98	1	1	-	-	-	0.32
Casa crucero	6	6	-	-	1	1.32
Porteria	1	2	-	2	-	1.01
Oficina frete bascula N°4 y N°5	2	2	-	-	-	0.50

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

### 3.2.2.4. Capacidad Hidráulica de tubo existente de descarga.

Con el fin de determinar si se podría utilizar un tubo de 6" existente ubicado por la zona de los tanques de almacenamiento de agua de la Sociedad Portuaria, y que descargan a la red principal de Aguas de Cartagena, se calculó la capacidad hidráulica de ese tramo de tubería.

**Tabla 3. Capacidad hidráulica de tubo existente de descarga.**

Tramo	Diametro (in)	n	Diametro (m)	Cota Batea Inicial	Cota Batea Final	Longitud (m)	Gradiente	Q T.Lleno (m3/s)
1	6	0,013	0,1524	1,257	1,217	26	0,0015	0,0062
2	6	0,013	0,1524	1,217	1,147	10,5	0,0067	0,0130
3	6	0,013	0,1524	1,147	1,077	22,5	0,0031	0,0089

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

Como se puede apreciar en la tabla 3 el tramo que mayor capacidad tiene a tubo lleno es el tramo N° 2 con un caudal de 0.013m<sup>3</sup>/s y el caudal final esta alrededor de los 0.017m<sup>3</sup>/s. Además tampoco es recomendable que el colector trabaje a tubo lleno, Por lo tanto no es factible la utilización de este tramo de tubería para empalmar con el colector diseñado.

### 3.2.2.5. Diseño de la Red Principal del Alcantarillado Sanitario.

En la tabla 4 se muestra el cálculo hidráulico de la red principal del alcantarillado sanitario. Como en la descarga estamos condicionados por las cotas de las cámaras de Aguas de Cartagena y debido a que la topografía del puerto es muy plana, las pendientes de la red no son muy pronunciadas por lo que se recomienda hacer limpieza a la red con frecuencia.

Para el cálculo hidráulico se utilizó la fórmula de Manning trabajando el tubo con una tirante máxima de 0,83D.

$$Q = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} A$$

Donde: Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s.

R<sub>h</sub>: Radio hidráulico en m.

S: Gradiente.

A: Área.

**Tabla 4. Cálculo hidráulico del colector principal y secundario.**

Tramo	Diametro (in)	n	Cota Clave Inicial	Cota Clave Final	Longitud (m)	Gradiente	Q T.Lleno (m3/s)	Y (m)	Area M. (m2)	Rh (m)	Vel. (m/s)	Q Real (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Tirante Máx. 0,83D	Fuerza Tract. Kg/m2
C1-C2	6	0,013	1,68	1,600	53,04	0,0015	0,0062	0,042	0,004	0,024	0,25	0,0010	0,0010	0,13	0,04
C2-C3	6	0,013	1,600	1,578	15,15	0,0015	0,0062	0,051	0,005	0,028	0,28	0,0015	0,0015	0,13	0,04
C3-C4	6	0,013	1,578	1,477	66,93	0,0015	0,0062	0,051	0,005	0,028	0,28	0,0015	0,0015	0,13	0,04
C4-C5	8	0,013	1,477	1,407	46,73	0,0015	0,0133	0,096	0,015	0,049	0,40	0,0060	0,0060	0,17	0,07
C5-C6	8	0,013	1,407	1,301	70,72	0,0015	0,0133	0,16	0,027	0,062	0,47	0,0127	0,0126	0,17	0,09
C6-C7	8	0,013	1,301	1,206	63,15	0,0015	0,0133	0,17	0,029	0,062	0,47	0,0135	0,0133	0,17	0,09
C7-C8	8	0,013	0,706	0,611	37,89	0,0025	0,0172	0,2032	0,032	0,051	0,53	0,0172	0,0172	0,20	0,13
C8-C9	10	0,013	1,111	1,014	64,41	0,0015	0,0240	0,16	0,034	0,072	0,52	0,0174	0,0172	0,21	0,11
C9-C10	10	0,013	1,014	0,908	70,72	0,0015	0,0240	0,16	0,034	0,072	0,52	0,0174	0,0172	0,21	0,11
C10-C11	10	0,013	0,908	0,859	32,83	0,0015	0,0240	0,16	0,034	0,072	0,52	0,0174	0,0172	0,21	0,11
C11-C12	10	0,013	0,859	0,805	36,1	0,0015	0,0240	0,16	0,034	0,072	0,52	0,0174	0,0172	0,21	0,11
C18-C17	6	0,013	1,700	1,580	66,93	0,0018	0,0067	0,035	0,003	0,021	0,25	0,0008	0,0007	0,13	0,04
C17-C16	6	0,013	1,580	1,439	78,30	0,0018	0,0067	0,035	0,003	0,021	0,25	0,0008	0,0007	0,13	0,04
C16-C7	6	0,013	1,439	1,220	121,2	0,0018	0,0067	0,043	0,004	0,025	0,28	0,0012	0,0021	0,13	0,04
C28-C29	6	0,013	1,800	1,517	85,88	0,0033	0,0091	0,05	0,005	0,028	0,41	0,0021	0,0018	0,13	0,09
C29-C7	6	0,013	1,517	1,210	92,9	0,0033	0,0091	0,05	0,005	0,028	0,41	0,0021	0,0018	0,13	0,09
C15-C5	6	0,013	1,740	1,473	80,83	0,0033	0,0091	0,082	0,010	0,040	0,52	0,0052	0,0051	0,13	0,13
C13-C14	6	0,013	1,780	1,608	36,62	0,0047	0,0109	0,06	0,007	0,032	0,53	0,0036	0,0033	0,13	0,15
C14-C4	6	0,013	1,608	1,477	27,78	0,0047	0,0109	0,06	0,007	0,032	0,53	0,0036	0,0033	0,13	0,15
C23-C24	6	0,013	1,985	1,789	90,41	0,0022	0,0074	0,06	0,007	0,032	0,36	0,0024	0,0033	0,13	0,07
C24-C25	6	0,013	1,789	1,600	85,88	0,0022	0,0074	0,1	0,013	0,044	0,45	0,0057	0,0055	0,13	0,10
C25-C26	6	0,013	1,600	1,492	49,25	0,0022	0,0074	0,1	0,013	0,044	0,45	0,0057	0,0055	0,13	0,10
C26-C27	6	0,013	1,492	1,423	31,57	0,0022	0,0074	0,1	0,013	0,044	0,45	0,0057	0,0055	0,13	0,10
C21-C22	6	0,013	1,200	0,503	30,31	0,023	0,0241	0,02	0,001	0,013	0,63	0,0009	0,00069	0,13	0,29
C19-C20	6	0,013	1,930	0,662	53,04	0,0239	0,0246	0,02	0,001	0,013	0,64	0,0009	0,0004	0,13	0,30

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

Como se observa en la tabla 3, las pendientes son bastante suaves, esto debido a que la topografía del terreno es muy plana y la limitación que se tiene en la descarga final por las cámaras existente de Aguas de Cartagena; por lo tanto, se recomienda realizar limpieza al colector con frecuencia ya que en muchos tramos (C<sub>1</sub> hasta C<sub>7</sub>, C<sub>18</sub> hasta C<sub>7</sub>, C<sub>28</sub> hasta C<sub>7</sub> y desde C<sub>23</sub> hasta C<sub>27</sub>) la fuerza tractiva esta por debajo de 0.12 Kg/m<sup>2</sup> que es la mínima establecida para Cartagena.

### 3.2.2.6. Diseño de Estación de Bombeo.

Para poder llevar los caudales provenientes de la zona de casa crucero hasta la red principal se diseño una estación bombeo.

Caudal de Diseño ( $Q_D = 3.47L/S$ )

$$Q_D = Q_B \quad Vol = \frac{T \times Q_B}{4} = \frac{5 \text{ min} \times 60S / \text{min} \times 2.55 \times 10^{-3} m/s}{4} = 0.20m^3$$

$$h = 0.5m \quad A = \frac{Vol}{h} = 0.4m$$

Si se construirá circular tenemos:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.4}{\pi}} = 0.71m$$

Para facilidad en mantenimiento operativo se recomienda construirla con un diámetro de 1.2 m (ver detalle en plano).

El diámetro de impulsión se calculo con la ecuación de BRESSE de diámetro económico.

$$De = \sqrt[7]{0.052Q_B^3}; Q_B (m^3/s) \quad De = \sqrt[7]{0.052 \left( \frac{2.55}{1000} \right)^3} = 0.051m \approx 2''$$

Cabeza Estática = 2.4m

Longitud tubería = 27.4m

Longitud equivalente = 13.9m

Longitud total = 41.3m

Perdidas por fricción.

$$h_f = 10.63 \left( \frac{Q_B}{C} \right)^{1.852} \times \left( \frac{L}{D^{4.87}} \right)$$

Donde;

$Q_B$  = Caudal de Bombeo.

$C$  = Coeficiente de fricción de tubería.

L = Longitud.

D = Diámetro.

$$h_f = 10.63 \left( \frac{2.55 \times 10^{-3}}{150} \right)^{1.852} \times \left( \frac{41.3}{0.051^{4.87}} \right) = 1.27m$$

Cabeza Dinámica ( $H_B = 3.67m$ )

Potencia de la Bomba:

$$P_B = \frac{Q_B \times H_B}{n \times 76} \quad \text{Donde; } P_B : \text{Potencia de la bomba.}$$

$Q_B$  : Caudal de bombeo.

$H_B$  : Cabeza dinámica de la bomba.

$N$  : Eficiencia de la bomba.

$$P_B = \frac{2.55 \times 3.67}{0.5 \times 76} = 0.25HP$$

Se recomienda instalar una bomba sumergible de cabeza dinámica de 5m y un caudal de 2.5 l/s.

### 3.2.2.7. Manejo de Aguas Aceitosas.

Para el manejo de aguas aceitosas se proponen confinar las áreas afectadas con unos diques en la zona de mantenimiento de grúas móviles y de RTGs; y a través de una registro de captación enviarlas a las trampas de hidrocarburos. En la zona de lavado de equipos portuarios y carga de combustibles se recomienda confinar con un canal lateral que conduzca las aguas aceitosas hacia la trampa de hidrocarburos.

#### 3.2.2.7.1 Estimación de caudales para diques confinantes.

El caudal drenado por los diques depende del nivel del líquido dentro del mismo y del grado de apertura de la válvula de descarga. Para tener un orden de magnitud del caudal a drenar se elaboró la tabla N° 5 con diámetros del orificio de salida de cuatro, seis y ocho pulgadas y se analizó la condición de la válvula totalmente abierta. Los resultados muestran valores de caudales entre 14 y 58 litros por segundo para la válvula totalmente abierta.

La expresión utilizada para calcular el caudal de drenaje es:

$Q = C_d * A_0 * [(2 * g * h) / (1 + k)]^{0.5}$  Donde:
 

- $C_d$ : Coeficiente de pérdida de descarga.
- $A_0$ : Área del tubo.
- $H$  : Carga hidráulica.
- $K$  : Coeficiente de pérdida de la válvula.

Debido a que la descarga se realiza hacia la trampa de grasa que trabaja como un vertedero, este regula el caudal al final y la carga hidráulica estimada será la diferencia de cotas entre el nivel de agua almacenado el dique y la cota del vertedero.

Para determinar el nivel de agua almacenado dentro del dique se calculo la precipitación máxima en 24 horas para Cartagena.

$P_{m\acute{a}x.} = 33.672 * \ln(T_r) + 63.584$  (Milton Guerrero, Alfonso Arrieta. Precipitación Máxima en 24horas)

**Tabla 5.  $P_{m\acute{a}x.}$  en 24 horas.**

Tr	Pmáx.
Años	(mm/día)
1	63,58
2	86,92
5	117,78
10	141,12
15	154,77
20	164,46
50	195,31
100	218,65

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

**Tabla 6. Caudal estimado en los diques confinantes.**

Altura	Coeficiente	Coeficiente	Diametro	Caudal
m.c.a	Descarga	Válvula	"	(m3/s)
0,7	0,6	0,5	8	0,0588
0,7	0,6	0,5	6	0,0331
0,7	0,6	0,5	4	0,0147

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

Como en la zona de lavado de equipos portuarios y de carga de combustibles no se construirán diques confinantes, sino que la recolección de las aguas aceitosas se realizará con un canal lateral, el caudal se calculó con la formula del método racional y se asumió un tiempo de concentración de 5 minutos.

$Q = CIA$

C : Coeficiente de escorrentía.

I : Intensidad de la lluvia.

A: Área de drenaje.

**Tabla 7. Caudal estimado en zona de carga de combustible.**

Area (ha)	Tc min.	i(mm/h) T=10 años	c	Caudal (m3/s)
0,060	5	204,40	0,9	0,0307

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

**Tabla 8. Calculo hidráulico del canal lateral a la zona de carga de combustible y lavado de equipos portuarios.**

Manning n	Gradiente	Ancho (m)	Tirante (m)	Área (m2)	Perimetro (m)	Rh (m)	Caudal (m3/s)	Qdiseño (m3/s)
0,015	0,01	0,2	0,15	0,03	0,5	0,06	0,0307	0,0307

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

Como se observa en la tabla 7 se recomienda construir un canal en concreto de 20cm de ancho con 20cm de alto y una pendiente del 1% (ver detalle en plano).

### 3.2.2.7.2 Diseño de trampas de hidrocarburos.

Para el diseño de las trampas de hidrocarburos se procedió de acuerdo con el manual sobre tratamiento de aguas de desecho en refinerías del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute, Manual on Disposal of Refinery Wastes, Volume on Liquid Wastes), el cual recomienda la siguiente metodología de diseño:

$$V_t = [0.0241 \cdot (S_m - S_0)] / u$$

Donde:

$V_t$  : Velocidad vertical en pies por minuto.

$S_m$ : Gravedad específica del agua de desecho a la temperatura del flujo.

$S_0$  : Gravedad específica del aceite en el agua a la temperatura de diseño del flujo.

$U$  : Viscosidad absoluta de el agua de desecho a la temperatura de diseño en poise.

Parámetros de diseño:

Temperatura de diseño 80°F.

Para el agua a la temperatura de 80°F se tiene:

$S_m = 0.9965$  (American Petroleum Institute, Manual on Disposal of Refinery Wastes, Volume on Liquid Wastes)

$S_0 = 0.9006$

$u = 0.0095$  (American Petroleum Institute, Manual on Disposal of Refinery Wastes, Volume on Liquid Wastes)

$V_t = [0.0241 \cdot (0.9965 - 0.9006)] / 0.0095 = 0.243$  pies/min.

$V_h$  = debe ser como máximo 3 pies/min. (0.01524m/s).

$V_h$  = debe ser menor que  $15 \cdot V_t$ . ; entonces tenemos que:

$V_h = 15 \cdot V_t = 15 \cdot 0.243$  pies/min. = 3.65 pies/min.

Como el resultado anterior es mayor que 3 pies/min. , se asume un  $V_h = 3$  pies/min. (0.01524m/s).

**Tabla 9. Diseño hidráulico de trampas de grasa.**

Lamina de Agua	Q(m <sup>3</sup> /s)	V <sub>h</sub> máx	V <sub>h</sub> <15*V <sub>v</sub>	V <sub>v</sub>	Largo	Ancho
Trampa (m)		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m)	(m)
1	0,0588	0,01524	0,0185	0,001234	9,5	5,00
1	0,0331	0,01524	0,0185	0,001234	5,4	5,00
1	0,0147	0,01524	0,0185	0,001234	2,4	5,00

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

### 3.2.2.7.2.1 Diseño estructural de la trampa de Hidrocarburo.

Diseño de Placa de fondo

Luz total = 5 m

$$e = \frac{l}{20} = \frac{5m}{20} = 25 \text{ cm}$$

Muros en voladizo

$$\frac{l}{10} = \frac{1.5m}{10} = 15cm \text{ se recomienda } 20 \text{ cm.}$$

Diseño de la tapa

P= 10 Toneladas; cada 2 m de ancho

e= 25 cm.

$$Mt = \frac{PL}{4} = \frac{1000 \times 5}{4} = 12500.Kg \cdot m$$

Factor amplificación= 1.4

M(+)<sub>diseño</sub>=17500 Kg\*m

$$K = \frac{17500}{10 \times 200 \times 20^2} = 0.0218$$

$$\rho = 0.0065 \rightarrow As = 0.0065 \times 200 \times 20 \quad As = 26 \text{ cm}^2$$

$$\phi = \frac{3}{4} \text{ cada } 20 \text{ cm.}$$

Estimación del sobreancho

Volumen de empuje hidrostático = 70x5.4x1.7x1000 = 64260 Kg.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Peso} & & \text{de} & & \text{la} & & \text{estructura} & & = \\ \left[ 7 \times 5^4 \times 2 + 7 \times 1.5 \times 2 + 5 \times 1.5 \times 2 \right] \times 0.2 \times 2400 & = & 53680 & & & & & & \end{array}$$

Peso faltante =10692

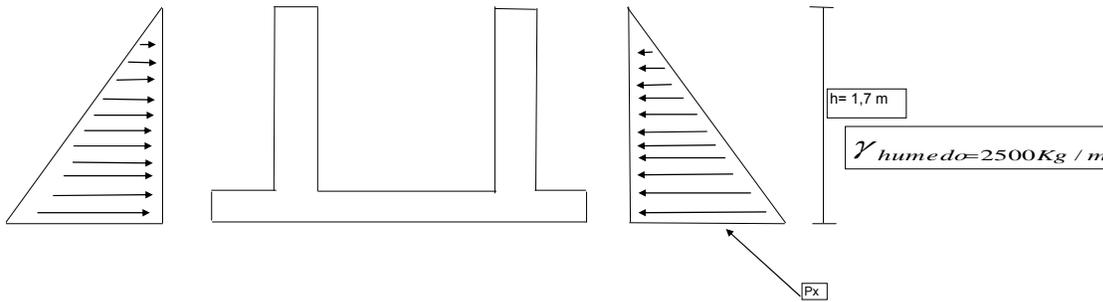
Perímetro para la pestaña =24.8 m

Peso por metro de ancho = 24.8 m x 2000 Kg/m<sup>3</sup> = 49.600Kg

$$\text{Espesor estimado para } Lx = \frac{10692}{49600} = 0.21m$$

Se recomienda una pestaña Lx = 0.35 m

$$\text{Momento estimado } M (+) = \frac{WL^2}{12}$$



Placa del fondo  $P_v = 4250 \text{ Kg/m}^2$

$$M (+) = \frac{WL^2}{12} = 4250 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times \frac{5^2}{12} = 8854$$

Factor carga muerta 1.4

$$M (+) = 12.396 \text{ Kg/m}$$

$$K = \frac{12396}{10 \times 100 \times 20^2} = 0.030$$

$$\rho = 0.009 \quad A_s = 0.009 \times 100 \times 20 \quad A_s = 18 \text{ cm}^2 \quad \phi = \frac{3}{4} \text{ cada } 15 \text{ cm.}$$

$$P_x = 1.7 (2500) = 4250 \text{ Kg/m}$$

$$M_h = \frac{\gamma h^2}{2} \times \frac{h}{3} = \frac{\gamma h^3}{6}$$

$$M_h = \frac{2500}{6} \times 1.7^3$$

$$M_h = 2047 \text{ Kg-m}$$

Factor carga muerta 1.4

$$M_h = 2047 \times 1.4$$

$$M_{hd} = 2866 \text{ Kg-m}$$

$$K = \frac{Mhd}{bd^2} \quad d = 15 \quad ; \quad b = 100$$

$$K = \frac{2866}{10 \times 15^2 \times 100} \quad K = 0.012 \rightarrow \rho = 0.0033 \quad A_s = 0.033 \times 15 \times 100 = 4.95 \text{ cm}^2$$

$$\phi = \frac{1}{2} \text{ cada 25 cm.} \quad \text{Se recomienda} \quad \phi = \frac{1}{2} \text{ cada 20 cm.}$$

$$\text{Cuantía mínima } \rho = 0.002 \quad A_s = 0.002 \times 15 \times 100 = 3 \text{ cm}^2 \quad \phi = \frac{3}{8} \text{ cada 20cm.}$$

### 3.2.2.7.3 Tiempo de drenaje de diques confinantes.

Como para el manejo de aguas aceitosas en la zona mantenimiento de grúas móviles y de RTGs se proponen confinarlas con unos diques y que después de la lluvia estos sean drenados abriendo las válvulas, se estimó el tiempo requerido para el drenaje de los diques.

Para evaluar el tiempo que se requiere para el vaciado total de los diques funcionando la tubería como un orificio de salida con la válvula completamente abierta se elaboró la tabla N° 9, como se puede apreciar los resultados de tiempo de vaciado está comprendido entre 1 y 4 horas dependiendo del diámetro de descarga.

La expresión utilizada para el cálculo es la siguiente:

$$T_d = [2 * A_D * (k+1)^{0.5} * (h_1^{0.5} - h_2^{0.5})] / [C_d * A_0 * (2 * g)^{0.5}]$$

Donde:

$A_D$ : Área de dique.

$K$  : Coeficiente de pérdida de la válvula.

$H_1$  : Carga hidráulica total.

$H_2$  : Diferencia de cota clave de tubo de descarga.

$C_d$ : Coeficiente de pérdida de descarga.

$A_0$ : Área del tubo.

**Tabla 10. Tiempo estimado para drenaje de diques.**

<b>h1</b>	<b>h2</b>	<b>Area de Dique</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Diametro</b>	<b>Tiempo</b>
<b>m.c.a</b>	<b>m.c.a</b>	<b>(m2)</b>	<b>Descarga</b>	<b>Válvula</b>	<b>"</b>	<b>Horas</b>
0,7	0,5	1000	0,6	0,5	8	1,02
0,7	0,5	1000	0,6	0,5	6	1,82
0,7	0,5	1000	0,6	0,5	4	4,09

FUENTE: Estudio y diseño de Alvaro Arrieta

Se recomienda que la tubería de descarga sea de 6 pulgadas.

### 3.2.2.8. Presupuesto estimado de construcción de obras.

El presupuesto estimado de las obras de construcción del sistema de alcantarillado es de \$ 779.612.846, que se ejecutara en cuatro etapas por necesidades del puerto, para no interrumpir sus labores ni afectar los trabajos propios del puerto como movimiento de contenedores, grúas pórticos, camiones, etc. En en cualquier momento pueden parar la ejecución de las obras.

Tabla 11. Presupuesto de construcción de obra

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
<b>COLECTOR PRINCIPAL</b>					
1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	GL	1	12413500	12413500
2	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	2025	11523	23333872,5
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA	M3	805	13016	10477779
4	RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO	M3	2476,8	21838	54088358
5	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	254	76921	19537934
6	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	M3	265	12499	3312209
7	ACERO DE REFUERZO DE 1/2" 60,000 PSI(CAMARAS)	KG	3120	3148	9822415
8	ACERO DE REFUERZO DE 3/8" 40,000 PSI(CAMARAS)	KG	770	3087	2377152
9	ENTIBADO EN MADERA	M2	599	4280	2563576
10	CONCRETO DE 3000 PSI (CAMARAS)	M3	66	374667	24728024
11	REPOSICIÓN DE CONCRETO PARA PAVIMENTO	M2	1853	112374	208228545
12	BOMBA SUMERGIBLE H=5 m Q=2,5 l/s	U.N	1	2250000	2250000
13	TAPAS DE HIERRO PARA CAMARAS	U.N	27	499515	13486892
14	TUBERIA NOVAFORT 4"	ML	50	17307	865346
15	TUBERIA NOVAFORT 6"	ML	1450	17307	25095034
16	TUBERIA NOVAFORT 8"	ML	185	24392	4512582
17	TUBERIA NOVAFORT 10"	ML	220	34315	7549245
18	CONEXIONES DE EDIFICACIONES EXISTENTES A CAMARA	GL	27	321108	8669911
19	PINTURA PARA POZOS DE INSPECCION	GL	27	17419	470321
<b>SUBTOTAL COLECTOR PRINCIPAL</b>					<b>433782696</b>

<b>MANEJO Y RECOLECCION DE AGUAS ACEITOSAS</b>					
20	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	159	11523	1832141
21	RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO	M3	9,5	21838	207461
22	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	21	76921	1615341
23	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	M3	119	12499	1487369
24	ACERO DE REFUERZO DE 1/2" 60,000 PSI(TRAMPAS DE ACEITES Y CAMARAS DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS)	KG	3500	3148	11018735
25	ACERO DE REFUERZO DE 3/8" 40,000 PSI(TRAMPAS DE ACEITES Y CAMARAS DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS)	KG	2800	3087	8644188
26	ACERO DE REFUERZO DE 3/4" 60,000 PSI(TRAMPAS DE ACEITES Y CAMARAS DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS)	KG	1500	3200	4800000
27	CONCRETO DE 3000 PSI (TRAMPAS DE ACEITES Y CAMARAS DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS)	M3	106	374667	39714705
28	VALVULA DE COMPUERTA	UN	2	1129846	2259692
29	REJILLA DE CAPTACION	UN	2	1016668	2033335
30	TUBERIA NOVAFORT 6"	ML	50	17307	865346
31	REJILLA DE CAPTACION PARA CANAL LATERAL A ZONA DE COMBUSTIBLE	ML	160	648000	103680000
<b>SUBTOTAL MANEJO Y RECOLECCION DE AGUAS ACEITOSAS</b>					<b>178158314</b>

<b>VALOR DE LA OFERTA (SIN A.U.I)</b>		<b>\$ 611.941.009</b>
<b>ADMINISTRACION</b>	5%	\$ 30.597.050
<b>UTILIDAD</b>	15%	\$ 91.791.151
<b>IMPREVISTOS</b>	5%	\$ 30.597.050
<b>VALOR TOTAL DE LA OFERTA SIN IVA</b>		<b>\$ 764.926.261</b>
<b>IVA (SOBRE UTILIDAD)</b>	16%	\$ 14.686.584
<b>TOTAL COSTOS DE LA OBRA INCLUIDO IVA</b>		<b>\$ 779.612.846</b>

### 3.2.3. Localización

El proyecto está localizado en la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena ubicada en el Barrio de Manga, antiguo terminal marítimo.

#### 3.2.3.1 Aspectos Administrativos y Organizacionales

El proyecto está liderado por un equipo de trabajo bajo la supervisión la gerencia de la SPRC, y los docentes de la Universidad Tecnológica de Bolívar, las contrataciones para estudios y construcción serán contratadas a terceros, seleccionados por la gerencia de la SPRC.

#### 3.2.3.2 Aspectos legales

El proyecto se regirá por las normas ambientales vigentes siguiendo los estatutos legales y los compromisos adquiridos con el Ministerio ambiente, vivienda y desarrollo territorial según el plan de manejo ambiental del la SRPC (aprobado bajo resolución 2057 de 16 de Octubre de 2006, Ver anexo)

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

La identificación y evaluación de los impactos ambientales, potenciales de producirse por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, se constituye en uno de los objetivos básicos de los estudios de impacto ambiental, puesto que de ellos se desprenden la formulación del plan de manejo ambiental, principal instrumento de planificación y control ambiental, el cual tiene como fin garantizar una inserción armónica de los proyectos sin detrimento del ambiente y en beneficio de la comunidad del área de influencia directa e indirecta.

La identificación de impactos debe partir de la definición de las actividades relevantes de la fase actual del proyecto, es decir de la operación del Terminal Marítimo de Manga, administrado por la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena (SPRC), definiendo de acuerdo con los cambios que se introducen al ambiente, los atributos del impacto, y por tanto, su valoración.

Por lo anterior, la fase de identificación y evaluación de impactos debe realizarse objetivamente, bajo la realidad del proyecto trasladándolo al estado actual del entorno donde se está operando. Esto se constituye en una herramienta fundamental para evitar que se realice una evaluación sesgada que pueda traer consigo el aumento de costos de inversión de tipo ambiental en la medida que se formulen medidas innecesarias, o en su defecto, al no tenerse en cuenta otras que prevengan el deterioro del medio ambiente.

#### 4.2. METODOLOGÍA

Para realizar la identificación de los impactos en forma efectiva y que éstos se aproximen a la realidad, se partió de la elaboración in situ de ECOPLANOS. Esto permitió establecer la calidad ambiental actual de los procesos que se desarrollan en la operación del Terminal Marítimo de Manga SPRC. (Véase Figura 5)

Con base en la descripción del proyecto presentado se describen los procesos que se llevan a cabo en el Terminal, se realizó la identificación de impactos ambientales que pueden afectar la calidad ambiental del componente físico, biótico y socioeconómico del área de influencia directa de la operación portuaria. Posteriormente, se realizó una valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales identificados. (Véase Matriz 4.1).

Para la identificación y evaluación de impactos se siguieron las Guías para la Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental en Puertos y Actividades Portuarias promulgadas por la Organización que conforman las Autoridades Marítimas y Portuarias de América Latina, ROGRAM (Matriz de Identificación de impactos ambientales), conjugadas con la metodología utilizada para la evaluación de los impactos introducida por el Banco Mundial y adoptada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en la que se caracterizan los impactos acordes con su importancia y con su magnitud. La caracterización se apoya en los atributos de impacto que han sido convencionalmente aceptados en su escogencia y en los valores a asignar.

Asignados los valores a cada atributo para encontrar el impacto final o calificación cuantitativa del impacto, comparándolo con los estándares establecidos y asignándole la calificación cualitativa para su valoración.



Figura No. 5 ECOPLANO del Terminal Marítimo de Manga. SPRC

**Matriz No.1. Identificación de Impactos**

Lista de Comprobación de Posibles Impactos Ambientales		Transporte de mercancías al muelle o patios y Vsc	Manejo de Vehículos, Equipos y Maquinarias	Demoliciones	Excavaciones y Rellenos	Instalación de tubería	Construcción de Estructuras en concreto	Conexión al sistema municipal de Alcantarillado	Manejo del Agua Potable	Manejo de la energía	Manejo de Aguas residuales Domesticas	Disposición de Aguas de sentinas	Disposición de aguas servidas domesticas por parte de los buques y embarcaciones	Manejo de residuos sólidos	Respuestas ante emergencias	
C O M P O N E N T E S  A M B I E N T A L E S	Calidad del Agua	Química														
		Física														
		Microbiológica														
	Calidad del Aires	Ruido														
		Olores														
		Partículas														
		Gases														
	Ecosistema Estuario de la Bahía de Cartagena	Recursos Pesqueros														
		Fauna béntica														
		Vegetación Costera														
	Calidad Visual y del paisaje	Subunidad de paisaje														
		Valor escénico														
	Aspectos Socio Económicos	Mano de Obra														
		Calidad de Vida														
		Actividades Económicas														
Desarrollo Urbano																
Infraestructura y servicios																

• Las celdas sombreadas indican la interacción actividad – ambiente

Los atributos de la importancia del impacto ambiental establecidos son:

**Naturaleza (N).** Hace referencia al carácter genérico del impacto o signo del mismo.

- Perjudicial (-): Cuando el efecto se traduce en la pérdida del valor natural, estético, cultural, paisajístico, de productividad, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales, en discordancia con la estructura eco geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad o área determinada.
- Beneficioso (+): Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis de costos y beneficios genéricos de la actuación contemplada.

**Momento (M):** Hace referencia al tiempo que tarda en manifestarse el efecto respecto al tiempo en que se verifica la acción causante de la alteración.

- Muy largo plazo (1). Cuando el efecto se manifiesta transcurridos, al menos, 10 años.
- Largo plazo (2). Cuando el efecto se manifiesta transcurridos entre 5 y 10 años.
- Medio plazo (3). Cuando el efecto se manifiesta entre 1 y 5 años.
- Corto plazo (4). Cuando el efecto se manifiesta casi a continuación de la causa.
- Inmediato (5). Cuando el efecto se manifiesta al momento de la causa.

**Duración:** Atiende a la persistencia o tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual, el factor afectado retorna a las condiciones iniciales

previas a la acción, por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas.

- Momentánea (1). Cuando la persistencia del efecto cesa cuando termina la causa.
- Transitoria (2). Cuando la persistencia del efecto es inferior a 4 meses.
- Temporal (3). Cuando la persistencia del efecto está comprendida entre 5 meses y 5 años.
- Prolongado (4). Cuando la persistencia del efecto es superior a 5 años, pero se estima efímera.
- Permanente (5). Cuando la persistencia del efecto es definitiva.

**Periodicidad (P):** Hace referencia a la regularidad de la manifestación o continuidad del efecto producido por la acción del Proyecto en el tiempo.

- Irregular (1). Cuando la continuidad de la manifestación de los efectos es desigual e impredecible en el tiempo.
- Periódica distante (2). Cuando la manifestación de los efectos es regular en el tiempo y se verifica en lapsos de tiempo distantes (días o meses).
- Irregular periódica (3). Cuando la manifestación de los efectos no es predecible en su inicio pero, una vez iniciada, sí es predecible su regularidad.
- Periódica cercana (4). Cuando la manifestación de los efectos es regular en el tiempo y se verifica en lapsos de tiempo breve (horas o minutos).

- Continúa (5). Cuando la manifestación es permanente.

**Acumulación (A):** Este atributo hace referencia al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste, de forma reiterada, la acción que lo genera.

- No acumulativa (1). Cuando el efecto es simple y no se acumula en el tiempo.
- Poco acumulativa (2). Cuando se presupone una ligera acumulación.
- Medianamente acumulativa (3). Cuando se presupone una mediana acumulación.
- Notablemente acumulativa (4). Cuando se presupone una alta acumulación.
- Muy acumulativa (5). Cuando se presupone una muy alta acumulación.

**Sinergia (SI):** Hace referencia al reforzamiento de dos efectos simples o no acumulativos cuando varias acciones o agentes se conjugan. El resultado supone una incidencia ambiental superior que la que supondría la suma de efectos por separado.

- Sin sinergismo (1). No existe una sinergia con otras acciones o agentes del proyecto.
- Escasa sinergia (2). Existe ligera sinergia con otras acciones o agentes del proyecto o, en su defecto, ésta se podrá producir.
- Sinergia media (3). Se estima cierta sinergia con otras acciones o agentes.

- Alta sinergia (4). Se estima una alta sinergia entre acciones o agentes.
- Muy alta sinergia (5). Se tienen referencias de sinergias muy altas, en circunstancias análogas a las del Proyecto.

**Efecto. (EF):** Se refiere al grado de relación causa – efecto y a la recuperación de la acción. Puede ser directa si se deriva primariamente de la misma, o indirecta, cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto intermedio que deriva del inicial.

- Furtivo (1). Supone una relación causa – efecto muy lejana o dudosa.
- Colateral (2). Supone un grado de relación causa – efecto lejano.
- Indirecto (3). Supone un grado de relación causa – efecto indirecto.
- Secundario (4). Supone un grado de relación causa – efecto próximo, pero no directo.
- Primario (5). Supone un grado de relación causa – efecto directo.

**Reversibilidad (RV):** Hace referencia a la capacidad del medio de absorber a mediano plazo y sin intervención del hombre, el efecto producido por una acción determinada, mediante procesos naturales de sucesión ecológica o mecanismos de auto depuración.

- Reversibilidad inmediata (1). Cuando el efecto desaparece al cesar la causa.
- Reversibilidad a corto plazo o alta (2). Cuando la reversibilidad se manifiesta entre 1 mes y un año y ésta es prácticamente total.

- Reversibilidad a medio plazo (3). Cuando la reversibilidad se manifiesta entre 1 y 5 años, es parcial o es incompleta.
- Reversibilidad a largo plazo o parcial (4). Cuando la reversibilidad se manifiesta transcurridos entre 5 y 10 años o está limitada a menos de la mitad de la superficie afectada.
- Irreversible (5). Cuando la reversibilidad se estima imposible, en un plazo muy dilatado en el tiempo.

**Recuperabilidad (RC).** Hace referencia a la posibilidad de recuperación del medio tras la actuación causante del impacto, mediante la aplicación de medidas correctivas, recuperadoras o compensatorias, por parte del hombre.

- Recuperabilidad (RC) inmediata (1). Cuando la recuperación tiene lugar inmediatamente después de la aplicación de medidas de adecuación.
- Recuperabilidad a corto plazo o alta (2). Cuando la recuperación se manifiesta entre 1 mes y 1 año después de la aplicación de las medidas de adecuación y ésta es prácticamente total.
- Recuperabilidad a medio plazo o regular (3). Cuando la recuperación se manifiesta entre 1 y 5 años después de la aplicación de las medidas de adecuación o es incompleta.
- Recuperabilidad a largo plazo o parcial (4). Cuando la recuperación se manifiesta transcurridos entre 5 y 10 años o restringida a menos de la mitad de la superficie o extensión mínima.

- Irrecuperable (5). Cuando la recuperación se estima imposible en un plazo muy dilatado de tiempo o bien, sólo es posible en una superficie o extensión mínima.

La calificación de la importancia del impacto negativo sobre cada aspecto ambiental se determina por la aplicación del siguiente algoritmo:

$$Ini = N(M + 5D + P + 2^a + 3SI + EF + 3RV + 4RC)$$

Donde:

Ini = Importancia negativa del impacto inicial (comprendido entre 20 y 100).

N = Naturaleza o signo del impacto.

M= Momento.

D= Duración.

P= Periodicidad.

A= Acumulación.

SI= Sinergia.

EF= Efecto.

RV= Reversibilidad.

REC= Recuperabilidad.

La importancia del impacto negativo así obtenido arroja valores entre 20 y 100 y son llevados a un valor escalar entre 1 y 10, empleando la siguiente fórmula:

$$Inf = (9 Ini - 100) / 80$$

Donde:

Inf= Importancia negativa del impacto final (comprendido entre 1 y 10)

Ini= Importancia negativa del impacto inicial (comprendida entre 20 y 100)

La importancia del efecto positivo se determina a través del siguiente algoritmo:

$$I_{pi} = N(M + 5D + P + 2^a + 3SI + EF)$$

Donde:

$I_{pi}$ = Importancia positiva del impacto inicial (comprendido entre 13 y 65).

$N$  = Naturaleza o signo del impacto.

$M$ = Momento.

$D$ = Duración.

$P$ = Periodicidad.

$A$ = Acumulación.

$SI$ = Sinergia.

$EF$ = Efecto.

La importancia del impacto positivo así obtenido arroja valores entre 13 y 65 y es llevado a un valor escalar entre 1 y 10 empleando la siguiente fórmula:

$$I_{pf} = (9 I_{pi} - 65) / 52$$

Donde:

$I_{pf}$ = Importancia positiva del impacto final (comprendido entre 1 y 10).

$I_{pi}$ = Importancia positiva del impacto inicial (comprendida entre 20 y 100).

La descripción de los efectos considera la extensión cuantitativa y el valor cualitativo del medio o aspecto afectado. La magnitud, en síntesis, considera la cantidad y la calidad del factor o aspecto modificado.

La cantidad considera la extensión superficial o proyección espacial de los efectos derivados de la actuación del proyecto respecto al área de influencia para cada factor ambiental así:

- Muy Baja (1). La afectación, efecto o destrucción registrada será inferior al 10% de todas las unidades existentes, con las mismas características o mérito de conservación que la afecta.

- Baja (2). La afectación, efecto o destrucción registrada estará entre el 11 y el 25%.
- Media (3). La afectación, efecto o destrucción registrada estará entre el 26 y el 55%.
- Alta (4). La afectación, efecto o destrucción registrada estará entre el 56 y el 75%.
- Muy alta (5). La afectación, efecto o destrucción registrada estará entre el 76 y el 100%.

La calidad ambiental del medio está referida al valor encontrado durante la descripción de la línea base ambiental. Su resultado se presenta en el presente capítulo y su escala va de 1 a 5.

Con este resultado se procede a obtener la magnitud, que es dependiente del valor considerado para la calidad del medio afectado, aplicando la siguiente ecuación:

$$MAG = 2 \cdot (EX \cdot C)^{1/2}$$

Donde:

MAG= Magnitud de los efectos (entre 2 y 10)<sup>1</sup>

EX= Extensión o cantidad.

C= Calidad del medio afectado.

---

<sup>1</sup> Esta diferencia en la escala comparativa se re adecua a la escala de 1 a 10 en la valoración del Impacto Ambiental, tal como se expone más adelante.

La magnitud y valoración de los aspectos socios económicos y culturales es dependiente exclusivamente de la variable “Extensión o cantidad” (EX) del efecto producido y está dada por la fórmula:

$$\text{MAG} = 2 \cdot \text{EX}$$

Para la valoración de los efectos de manera conjugada se procede a integrar la importancia y la magnitud del impacto aplicando la siguiente fórmula:

$$|\text{IAI}| = \pm (I + 2\sqrt{\text{EX} \cdot C}) / 2$$

Donde,

- IAI= Efecto ambiental inicial.
- I= Importancia del efecto.
- EX= Cantidad del medio afectado.
- C= Calidad del medio afectado.

Para los aspectos socios económicos y culturales se aplica la fórmula:

$$|\text{IAI}| = \pm (I + 2 \text{EX}) / 2$$

Con el fin de realizar la conversión a valores comprendidos en una escala de 1 a 10 se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{IAF} = (9 |\text{IAI}| - \%) / 8,5$$

Donde,

- IAF= Efecto ambiental final.
- IAI= Efecto ambiental inicial.

Los datos cuantitativos obtenidos se comparan con los siguientes valores:

Los descriptores de las condiciones están definidos así: (Véase Tabla 12)

- Condición compatible (0,00 a – 3,00). Su afectación es inapreciable en el conjunto.
- Condición moderada (-3,01 a -6,00). Su afectación es detectable pero poco significativa dentro del conjunto, por lo tanto, su recuperación no requiere de prácticas protectoras o correctoras intensivas. No se necesita de un período de tiempo medio para que las condiciones ambientales se recuperen..
- Condición severa (-6,01 a -9,00). Su afectación es notoria y significativa, por lo tanto requiere de la adecuación de medidas protectoras o correctivas intensivas, luego de las cuales se necesitará de un largo período de tiempo para que las condiciones ambientales se asemejen al estado natural.
- Condición crítica (-9,01 a -10,00). Su afectación es muy significativa superando el límite aceptable, por lo tanto, se presentará una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, siendo imposible la recuperación de éstas aún con la aplicación de medidas protectoras o correctivas.
- Condición favorable (0,00 a 5,99). Su efecto es positivo pero difícilmente cuantificable.
- Condición beneficiosa (6,00 a 10,00). Su efecto es positivo, mensurable y puede detectarse a corto plazo.

Tabla 12. Valoración conjugada de los impactos

EFECTOS NEGATIVOS		EFECTOS POSITIVOS	
CUALIFICACIÓN DEL EFECTO	VALORACIÓN AMBIENTAL (VA)	CUALIFICACIÓN DEL EFECTO	VALORACIÓN AMBIENTAL (VA)
Compatible bajo	0,00 a -1,00	Favorable bajo	0,00 a 1,00

Compatible	-1,01 a -2,00	Favorable	1,01 a 2,00
Compatible alto	-2,01 a -3,00	Favorable alto	2,01 a 3,00
Moderado bajo	-3,01 a -4,00	Muy favorable bajo	3,01 a 4,00
Moderado	-4,01 a -5,00	Muy favorable	4,01 a 5,00
Moderado alto	-5,01 a -6,00	Muy favorable alto	5,01 a 6,00
Severo bajo	-6,01 a -7,00	Beneficioso bajo	6,01 a 7,00
Severo	-7,01 a -8,00	Beneficioso	7,01 a 8,00
Severo alto	-8,01 a -9,00	Beneficioso alto	8,01 a 9,00
Critico	-9,01 a -10,00	Muy beneficioso	9,01 a 10,00

### 4.3. LINEA BASE AMBIENTAL

#### 4.3.1 Descripción ambiental del área de influencia directa (Bahía De Cartagena)

Las condiciones ambientales del área del Terminal Marítimo de Manga por su ubicación son las propias de la Bahía de Cartagena, que aunque Schaus, S.H.(1974) la clasificó como bahía, en la actualidad es considerada como estuario debido a los aportes de agua dulce del Canal del Dique.

Con una superficie de 82 km<sup>2</sup> y una profundidad promedio de 16 m, es el principal componente del sistema marino de Cartagena. Su origen se atribuye a la formación de barreras naturales de coral que se extendieron paralelamente a la costa y se consolidaron hacia finales del período cuaternario superior.

El Canal del Dique, convertido en un componente del sistema fluvial del río Magdalena, generó los más grandes cambios morfológicos en el recinto de la bahía al introducir elementos sedimentológicos adicionales que muy rápidamente debilitaron la vida coralina al interior del sistema.

Con el tiempo la sobrecarga de partículas en suspensión, producto del arrastre fluvial, ocasionó la muerte de las formaciones coralinas del interior de la Bahía. El influjo de aguas de origen continental (un elemento nuevo dentro del contexto), obligó a que la Bahía comenzara a comportarse como un estuario típico donde dominan condiciones de agua de mezcla. La presencia del manglar y los amplios

rangos de variación de los parámetros ambientales, son testimonios concretos del hecho. (IDEADE, 1993).

#### 4.3.1.1. El Clima

El clima y el tiempo de la Bahía de Cartagena, son determinados por los flujos de viento, llamados Alisios, más que por los sistemas de alta o baja Presión Atmosférica. Esto debido a que la región se encuentra ubicada dentro del cinturón de bajas presiones denominado Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

En la región Caribe, el régimen de vientos se caracteriza por el predominio de los vientos Alisios del Norte y Noreste. En la época seca, que se extiende de finales de diciembre hasta finales de marzo, predominan los vientos del Este – Sureste y Sureste.

La época de lluvias tiene un comportamiento bimodal cuyo primer periodo se extiende de abril a junio y su segundo periodo, el más lluvioso, va desde agosto hasta finales de diciembre. En el mes de junio se presenta el conocido veranillo de San Juan y se registra como un periodo de transición.

#### 4.3.1.2. Calidad del agua

Las principales fuentes de contaminación que afectan la Bahía de Cartagena se dividen en: directas (externas), indirectas y autóctonas, tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Principales fuentes de contaminación que afectan la Bahía de Cartagena.

<b>FUENTES DIRECTAS (EXTERNAS)</b>	<b>FUENTES INDIRECTAS</b>	<b>FUENTES AUTOCTONAS</b>
--	-------------------------------	---------------------------

Descargas Industriales Aguas Servidas Urbanas Canal del Dique Vertimientos de Buques Lixiviados de Basuras Residuos Sólidos	Demanda Béntica (Sedimentos)	Materia orgánica Muerta (fitoplancton)
--	---------------------------------	---

De acuerdo con los estudios de CARDIQUE (1997), la industria aporta 6,02 Ton / día de la carga de materia orgánica que recibe la Bahía de Cartagena (Tabla 15), 3,9 Ton/día de los nutrientes, buena parte de los residuos de aceites, combustibles y fertilizantes que llegan a la misma y la mayor parte de los vertimientos típicamente industriales como carbonatos, amoniaco, fenoles, aguas calientes, etc.

**Tabla 14 Resumen de las cargas aportadas por los vertimientos de residuos líquidos industriales a la Bahía de Cartagena. Julio de 1997.**

PARAMETROS	UNIDADES	CARGAS 1996
Caudal Total	M <sup>3</sup> / Día	1'364.132
DBO <sub>5</sub>	Ton / Día	6.04
Nitrógeno	Ton / Día	3.73
Fósforo	Ton / Día	0.17
Sólidos Suspendidos Totales	Ton / Día	39.3
Aceites y Grasas	Ton / Día	0.83

**CARDIQUE (1997).**

Cartagena es uno de los puertos más importantes del Caribe colombiano. Según estudios del CIOH, (Garay, 1995) existen en el puerto 56 muelles entre oficiales y privados, muchos de los cuales son petroleros. Otros tienen facilidades para la carga y descarga de combustibles y productos químicos. También existen muelles de carga general y contenedores, cabotaje, petroleros, químicos, pesqueros, turismo, recreación, astilleros, servicios y marinas, granel sólido y actividades varias, de cuya operación se genera una carga considerable de

residuos aceitosos, que deterioran la calidad físico química del agua y de los sedimentos del fondo de la Bahía.

**Tabla 15 Residuos oleosos generados por los buques que arriban al puerto de Cartagena. 1995. TON/MES.**

RESIDUOS	BUQUES		TOTAL
	PETROLEROS	NO PETROLEROS	
Lastre Sucio	2847	----	2847
Slops	21018	----	21018
Aguas de Sentinas	50.6	556.8	607
Lodos Semisólidos	509.6	1839.7	2349
TOTAL	24425	2396	26822

Garay (1995).

En la Tabla 15, se muestra la totalidad de los residuos oleosos generados por los buques que arriban al Puerto de Cartagena, producidos en un mes de navegación. Sin embargo, estos residuos pueden ser dejados en otros puertos, botados al mar durante la navegación, etc., y posiblemente parte de éstos son botados dentro de la bahía de Cartagena. A consecuencia de lo anterior, la presencia de hidrocarburos petrogénicos en la bahía, ha sido reportada reiteradamente, así como los efectos en el agua, los sedimentos y las ostras (Garay, 1986, 87, 89, 93 y 94).

Un 50% de las aguas residuales domésticas que produce la ciudad se descargan en la Bahía de Cartagena, especialmente a través de un emisario submarino de 800 m de largo, ubicado frente a la isla de Manzanillo. En éste último porcentaje se incluye los vertimientos en los caños, lagos y lagunas de la ciudad.

Esta es la principal fuente de materia orgánica externa a la Bahía de Cartagena, la cual en términos de DBO<sub>5</sub> alcanza un total de 16 Ton/día, así como 1.17 Ton/día de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo (Tabla 16).

**Tabla 16 Resumen de las cargas aportadas por los vertimientos de aguas servidas a la bahía de Cartagena. Julio de 1997.**

PARÁMETROS	UNIDADES	CARGAS 1997
Caudal Total	M <sup>3</sup> / Día	60525
DBO <sub>5</sub>	Ton / Día	16.2
Nitrógeno	Ton / Día	0.73
Fósforo	Ton / Día	0.44
Sólidos Suspendidos Totales	Ton / Día	11.1
Aceites y Grasas	Ton / Día	--

Garay (1997)

#### 4.3.1.3. Calidad del ecosistema estuarino de la Bahía de Cartagena

El Canal del Dique ha cambiado profundamente todo el sistema acuático de la Bahía de Cartagena transformando una bahía de arrecifes coralinos con aguas de mar claras en un estuario con grandes aportes de agua dulce y de materiales en suspensión que alteran estacionalmente la salinidad, la oxigenación y numerosos parámetros físicos y biológicos de la bahía.

Los aportes promedio del Canal del Dique a la bahía han sido cuantificados como un caudal promedio de 8,64 millones m<sup>3</sup>/día, una DBO de 9.5 Ton/día, nutrientes de 1,9 Ton/día y sólidos en suspensión de 2.957 Ton/día (Tabla 16).

Entre otros efectos, el aumento de la turbiedad y la caída de la salinidad han producido la muerte de los arrecifes coralinos, la reducción en la productividad primaria de la bahía y una sensible disminución de zonas que podrían ser usadas para recreación.

Tabla 17. Resumen de las Cargas Aportadas por el Canal del Dique a la Bahía de Cartagena. Julio de 1997.

PARÁMETROS	UNIDADES	CARGAS 1997
------------	----------	-------------

Caudal Total	M <sup>3</sup> / Día	8'640.000
DBO <sub>5</sub>	Ton / Día	9.5
Nitrógeno	Ton / Día	2.5
Fósforo	Ton / Día	0.4
Sólidos Suspendidos Totales	Ton / Día	2957

Garay (1997)

En la Bahía de Cartagena con frecuencia suceden episodios de eutroficación, por el enriquecimiento del medio con nutrientes, que generan procesos acelerados de producción de fitoplancton y algas en cantidades significativas, los cuales mueren rápidamente y se depositan en el fondo, convirtiéndose en materia orgánica muerta, la cual se suma a la proveniente de fuentes externas y al oxidarse a expensas del oxígeno del medio, produce impactos negativos en los ecosistemas de la bahía. Esto genera zonas anóxicas en el fondo de la bahía.

Por lo anterior sus recursos hidrobiológicos se han visto deteriorados en la medida que aumentan los aportes de contaminantes con el crecimiento industrial y portuario de la bahía, en donde su entorno natural se constituye en un limitante en la existencia de poblaciones ícticas, bénticas, fito y zooplantónicas.

#### 4.3.1.4. Calidad visual y del paisaje

En la línea costera de la Bahía de Cartagena se han establecido diferentes usos de la tierra; urbano, industrial y portuario, modificando totalmente las condiciones del paisaje inicial de la bahía. Sus condiciones naturales únicamente se perciben por la existencia de pequeñas manchas de manglar en el borde oriental de la bahía. Se resalta la modificación del paisaje a causa del establecimiento de numerosos muelles, cuya clasificación se muestra en la siguiente tabla 4.9.

Tabla 18. Clasificación de los muelles del puerto de Cartagena por actividades 1995.

ACTIVIDADES	No. Muelles	%
-------------	-------------	---

• Carga General y Contenedores	4	7.0
• Cabotaje	5	9.0
• Petroleros	7	12.5
• Quimiqueros	7	12.5
• Turismo y Recreación	5	9.0
• Pesqueros	9	16.0
• Astilleros	5	9.0
• Servicios y Marinas	11	20.0
• Granel Sólido	3	5.0
<b>T O T A L</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

**Información Bol. 14 CIOH (1993) y Proyecto WCISW (1995)**

#### 4.3.2. Aspectos socioeconómicos

Desde sus albores, Cartagena ha tenido vocación portuaria, constituyéndose en el principal puerto del Caribe Colombiano especializado en el manejo de contenedores con grandes expectativas en el negocio de trasbordo.

Con una población de 656.652 habitantes en el casco urbano de acuerdo con el censo de 1993, proyectada para el presente año en 952.855 habitantes, presentó una tasa de desempleo de 16,3% al finalizar el año 2003, reduciéndose para el segundo trimestre del 2004 al 15,3%.Tendencia que se viene manteniendo de acuerdo con el informe de Coyuntura Económica de Cartagena<sup>2</sup>. (Véase Tablas 19 a 20).

<sup>2</sup> Fuente: DANE, Cámara de Comercio de Cartagena, Superintendencia Bancaria, Gobernación de Bolívar y Alcaldía de Cartagena.

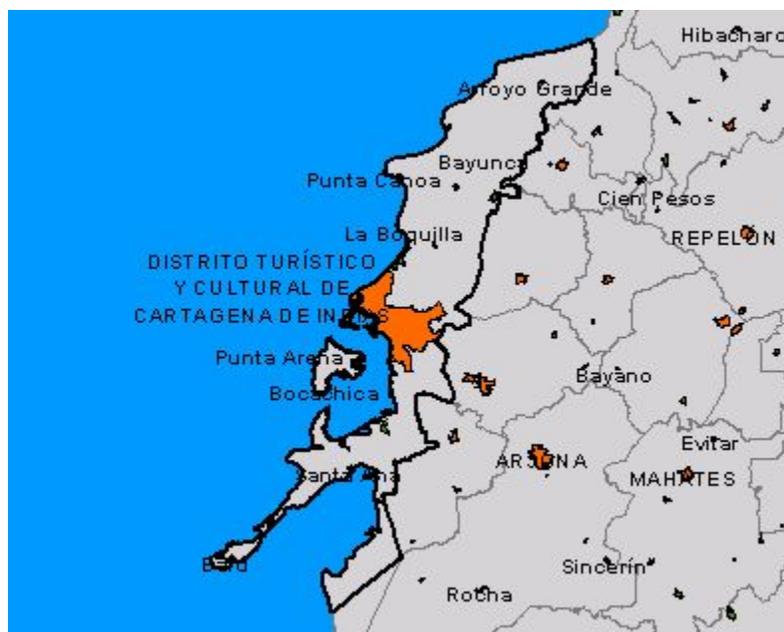


Figura No. 6 Localización del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias

Proyecciones de crecimiento de 2005		Distribución de viviendas
Cabecera Municipal	952.855	115.361
Población Rural	77.294	8.966
Total	1'030.149	124.327

DANE (2003)

Tabla 19 Población de Cartagena de acuerdo al Censo de 1993

	Total	Hombres	Mujeres
Cartagena	656.632	312.452	344.180
Cabecera	616.231	292.196	324.035

DANE (2003)

Tabla 20. Tasa de Desempleo en Cartagena 2002 – 2003

Año	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre	Diciembre
2002	15,0%	16,0%	14,3%	15,6%	14,9%
2003	13,0%	14,2%	13,9%	12,3%	16,3%

DANE (2003)

Las perspectivas socioeconómicas de la ciudad son buenas, en la zona industrial de Mamonal se vienen asentando nuevas industrias como la Planta Metalúrgica que maneja aproximadamente 130.000 toneladas anuales de ferro níquel, que junto con otros sectores tales como el cultivo de camarones y la pesca de atún, han incrementado las operaciones en el puerto favoreciendo la comunidad portuaria.

Sin embargo a pesar de este crecimiento la cobertura de saneamiento básico de Cartagena es muy deficiente, existiendo todavía aproximadamente el 40% de su población sin el servicio de alcantarillado, un 2,2% sin acueducto y un 7,0% sin el servicio de aseo. (Véase Tabla 21).

**Tabla 21 Cobertura (%) de saneamiento Básico en Cartagena**

<b>Servicio</b>	<b>Cobertura</b>
Alcantarillado	76,2%
Acueducto	97,8%
Aseo	93,0%

**DANE (2003)**

#### 4.4. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA PUNTUAL (TERMINAL MARÍTIMO DE MANGA)

La velocidad promedio del viento en el área del terminal portuario es de 8 nudos, registrándose vientos muy fuertes (20 a 23 nudos), de escasa duración que acompañan las lluvias torrenciales, cuando algún sistema importante transita por el área. (Onda tropical)

Al estar la zona de maniobras del Terminal en aguas de la bahía interna, se considera que las condiciones meteorológicas que predominan en el área no afectan su normal ejecución.

La flora y la fauna bentónica del área de maniobras se encuentra totalmente intervenida por las obras de dragado de mantenimiento que periódicamente se realizan para conservar su profundidad.

Las características sedimentológicas del área de maniobras reportadas por los diferentes estudios que se han realizado para adelantar las obras de dragado de profundización y mantenimiento, indican que la capa de sedimentos está constituida principalmente por fragmentos de roca coralina, caracolejo, arenas gruesas, medias y finas.

El Terminal se encuentra ubicado en una zona de uso portuario. Para la construcción, mejora de su infraestructura y el desarrollo de sus actividades no se ha presentado el desplazamiento de ninguna comunidad.

Con la construcción del corredor de carga de Cartagena se ampliaron las vías de acceso al Terminal, haciéndolas más seguras y descongestionando el tráfico vehicular que ingresa y sale de la Isla de Manga a través del conocido puente de Bazurto.

#### *4.4.1. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL*

La Sociedad Portuaria de Cartagena viene cumpliendo con el Plan de Manejo Ambiental establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la Resolución 0745 del 16 de agosto de 2001, por medio de la cual se modificó la Resolución 1380 del 21 de noviembre de 1995 que lo establecía.

Sin embargo de la Revisión Ambiental se identifican las siguientes oportunidades de mejora:

- Manejo de las operaciones de mantenimiento de equipos portuarios:
  - ✓ Programa de mantenimiento de los equipos portuarios. Actividades de cambio de aceite y engrase. Drenar adecuadamente este tipo de residuos aceitosos y recogerlos en palanganas u otro tipo de recipientes para evitar que el aceite escurra al suelo.
  - ✓ Revisar y manejar con cuidado las canecas de lubricante para evitar su deterioro y fugas de producto. Evitar derrames en las operaciones de trasiego o drenaje.

- ✓ Mantener limpio el piso del área de talleres, evitando los charcos de aceite.
  
- ✓ Capacitar al personal de trabajadores y operadores portuarios en el PMA, haciendo énfasis en la toma de conciencia para evitar las posibles fuentes de contaminación al medio ambiente, como es el caso.
  
- Manejo de residuos aceitosos.
  - ✓ Depositar este tipo de residuos únicamente en el tanque dispuesto en el área de talleres.
  
  - ✓ Si se envía al área de reciclaje este tipo de residuos se debe adecuar un sitio cumpliendo los requerimientos de CARDIQUE, construyendo un dique perimetral.
  
  - ✓ Caracterizar las aguas que drenan de la trampa de grasas al sistema de aguas lluvias para revisar su eficiencia y tomar las acciones correctivas que dieran a lugar.
  
- Manejo de residuos sólidos:
  - ✓ Mejorar la actividad de clasificación de los residuos sólidos en la fuente.
  
  - ✓ Adecuar el área de reciclaje, cubriéndola e impermeabilizando su suelo para evitar que los residuos sólidos se mojen, la generación de lixiviados, la contaminación del suelo, las aguas del nivel freático y las de la bahía.

- ✓ Empezar una campaña de recolección de los residuos sólidos en la periferia del área de reciclaje, a los cuales no se les está dando una buena disposición final.
- Manejo de las aguas residuales del lavado del incinerador:
  - ✓ Caracterizar el agua y el lodo depositado en el tanque enterrado dispuesto para captar estos residuos. Con base en los resultados darle a estos residuos un manejo y disposición final, acorde con sus características físicas, químicas y bacteriológicas.
  - ✓ Desocupar el tanque para verificar su estado y posibles filtraciones al subsuelo. Repararlo si es del caso.
  - ✓ Con base en su cubicación y el cálculo del volumen de agua – cenizas establecer la frecuencia con que este se debe desocupar, manejando y disponiendo adecuadamente estos residuos de acuerdo con sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

#### 4.5. ASPECTOS AMBIENTALES A EVALUAR

Los aspectos ambientales con los cuales se realizará la interacción con las operaciones del proyecto y se identificarán los impactos que se puedan generar sobre el medio ambiente fueron descritos en “Línea base ambiental” y son:

- La calidad del agua de la bahía.
- La calidad del aire del área de influencia directa.
- La ecología estuarina y costera de la bahía
- La calidad visual y paisajística.
- Lo socio – cultural y económico

#### 4.6. CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL TERMINAL PORTUARIO

Con base en la caracterización ambiental presentada en el este estudio y de sus conclusiones se presenta a continuación la calidad ambiental de cada componente evaluado y valorado para el establecimiento de los posibles impactos ambientales a generarse por las actividades del Terminal Marítimo de Manga. La calidad ambiental se definió teniendo en cuenta la siguiente escala de valores:

Muy buena calidad ambiental: (1): Componente o elemento ambiental que no se encuentra deteriorado por actividades antropogénicas y por tanto, mantiene sus condiciones naturales. Para que se alcance este valor al calificar la dimensión socioeconómica, se hace necesario que las necesidades básicas hayan sido superadas. De ésta manera se ofrece una muy buena calidad de vida a las comunidades.

Buena calidad ambiental: (2): Componente o elemento que no ha sido alterado significativamente y aún guarda sus características principales. Para calificar la dimensión socioeconómica con este valor se requiere que las necesidades básicas hayan sido superadas casi en su totalidad y se ofrezca una buena calidad de vida a las comunidades.

Regular calidad ambiental: (3): Componente o elemento que ha sido afectado en sus condiciones naturales por actividades antrópicas, cuyos cambios se pueden definir mediante observaciones directas o estudios cualitativos o cuantitativos. Para que se alcance este valor al calificar la dimensión socioeconómica, se hace necesario que las necesidades básicas hayan sido superadas de manera parcial, por lo que se ofrece una deficiente calidad de vida a las comunidades.

Baja calidad ambiental: (4): Componente o elemento que ha sido alterado en sus características intrínsecas y que requiere medidas de recuperación para lograr sus condiciones iniciales. Para calificar la dimensión socioeconómica con este valor se requiere que una o dos de las necesidades básicas hayan sido satisfechas y de una manera parcial, por lo que se ofrece una deficiente calidad de vida a las comunidades.

Muy baja calidad ambiental (5): Componente o elemento el cual ha sido alterado en sus características intrínsecas, significativamente, y que requiere medidas de recuperación drásticas para lograr sus condiciones iniciales. Este valor muestra que para la dimensión socioeconómica las necesidades básicas continúan sin satisfacerse, por lo que se ofrece una muy deficiente calidad de vida a las comunidades.

#### 4.6.1. Calidad ambiental biofísica

##### 4.6.1.1. Calidad del agua

De acuerdo con lo descrito en el numeral 3.1.2 y siguiendo la escala de calidad referente, se puede decir que el agua de la bahía es de “*baja calidad ambiental*”, puesto que sus características intrínsecas han sido alteradas y requiere de medidas para la recuperación de sus condiciones naturales, en especial para uso recreativo, así como para el establecimiento de su fauna y flora natural inicial.

##### 4.6.1.2. Calidad del aire

En el área donde opera el terminal marítimo no se encuentran fuentes fijas de generación de material particulado o emisiones de gases. Sin embargo, en sus alrededores existe una gran afluencia de vehículos pesados que ingresan al puerto y que transitan por las vías cercanas del terminal, los cuales generan material particulado y gases de combustión, deteriorando la calidad de aire de la zona. En algunas épocas del año el área es favorecida por la influencia de los vientos de la región, facilitando la dispersión de los contaminantes producidos por fuentes móviles. Se considera que la calidad del aire es de “*regular calidad ambiental*”.

##### 4.6.1.3. Calidad del ecosistema estuarino de la Bahía de Cartagena

Teniendo en cuenta lo descrito, la calidad ambiental estuarina de la Bahía de Cartagena se considera como de “*baja calidad ambiental*”, puesto que sus características intrínsecas han sido modificadas drásticamente y se requiere de acciones de recuperación para mejorarla.

##### 4.6.1.4. Calidad visual y paisajística

De acuerdo con las características intrínsecas del paisaje de la Bahía de Cartagena han sido modificadas totalmente y por lo tanto, se considera que su paisaje es de “*baja calidad ambiental*”.

#### 4.6.2. Calidad socio económica

Con base en lo descrito se observa que las necesidades básicas están cubiertas en un 70%. El empleo con respecto a la población activa de Cartagena se encuentra en un porcentaje bajo, a pesar de que se muestra una tendencia a aumentar. Se considera que la calidad socioeconómica en el área de influencia del proyecto es de *“regular calidad ambiental”*.

#### 4.7. COMPROBACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez definidos las principales operaciones del Terminal Marítimo de Manga administrado por la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, SPRC y los componentes ambientales con los cuales se interactúa, se elaboró la matriz de comprobación de impactos ambientales. Con base en ésta se procedió a asignar atributos a los componentes ambientales relacionados con las operaciones de la SPRC, obteniéndose la matriz de valoración de impactos y la matriz de descripción de impactos. (Véase Matriz 4.2 y 4.3).

Matriz No.2 Valoración de los Impactos

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS																						
Valoración del Impacto			ESTADO AMBIENTAL SIN PROYECTO	IMPORTANCIA												MAGNITUD		VALORACION DEL IMPACTO AMBIENTAL				
				ATRIBUTOS									NEGATIVO		POSITIVO		CANTIDAD DE EXTENSION	MAGNITUD	CUANTITATIVA		CUALITATIVA	
				NATURALEZA	MOMENTO	DURACION	PERIODICIDAD	ACUMULATIVO	SINERGIA	EFEECTO	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	IMPORTANCIA INICIAL DE IMPACTO NEGATIVO	IMPORTANCIA FINAL DE IMPACTO NEGATIVO	IMPORTANCIA INICIAL DE IMPACTO POSITIVO	IMPORTANCIA FINAL DE IMPACTO POSITIVO			VALORACION IMPACTO INICIAL	VALORACION IMPACTO FINAL		
				N	M	D	P	A	SI	EF	RV	RC	INI	INF	IPI	IPF	EX	MAG	IAI	IAF		
COMPONENTES AMBIENTALES	Calidad del Agua	Química	4	-1	4	4	1	4	4	4	5	4	4	-78	-10.03			2	5.66	-4.37		-4.53
		Física	4	-1	3	4	1	4	4	4	5	4	4	-77	-9.91			2	5.66	-4.26	-4.42	MODERADO
		Microbiológica	4	-1	3	4	1	4	4	4	5	3	4	-74	-9.58			2	5.66	-3.92	-4.06	MODERADO
	Calidad del Aires	Ruido	3	-1	4	1	2	2	3	5	1	1		-36	-5.30			2	4.90	-1.06	-1.08	COMPATIBLE
		Olores	1	-1	4	2	2	3	3	4	2	2		-49	-6.76			3	3.46	-5.03	-5.27	MODERADO ALTO
		Partículas	2	-1	3	1	2	2	3	5	1	1		-35	-5.19			3	4.90	-1.72	-1.78	COMPATIBLE
		Gases	2	-1	4	5	2	2	3	5	1	1		-56	-7.55			3	4.90	-4.09	-4.26	MODERADO
	Ecosistema Estuario de la Bahía de Cartagena	Calidad de Sedimentos	4	-1	3	5	1	4	4	4	5	4		-84	-10.70			2	5.66	-5.04	-5.24	MODERADO ALTO
		Recursos Pesqueros	4	-1	2	4	1	2	3	4	3	2		-57	-7.66			3	6.93	-0.73	-0.71	COMPATIBLE BAJO
		Fauna béntica	4	-1	2	5	1	4	4	4	5	4		-83	-10.59			2	5.66	-4.93	-5.12	MODERADO ALTO
		Vegetación Costera	4	-1	2	5	1	4	4	4	5	3		-79	-10.14			2	5.66	-4.48	-4.65	MODERADO
	Calidad Visual y del paisaje	Subunidad de paisaje	4	-1	4	5	5	4	4	5	5	5		-94	-11.83			2	5.66	-6.17	-6.42	SEVERO BAJO
		Valor escénico	4	-1	3	5	5	4	4	5	5	5		-93	-11.71			2	5.66	-6.06	-6.30	SEVERO BAJO
	Aspectos Socio Económicos	Mano de Obra	4	1	3	4	5	3	3	5	2	2		62	5.73	48	7.06	2	16.00	5.53	5.78	MUY FAVORABLE ALTO
		Calidad de Vida	3	1	2	4	5	3	3	4	2	2				46	6.71	2	12.00	5.36	5.67	MUY FAVORABLE ALTO
		Actividades Económicas	3	1	3	4	5	3	3	4	2	2				47	6.88	2	12.00	5.44	5.76	MUY FAVORABLE ALTO
		Desarrollo Urbano	3	1	3	4	5	3	3	3	2	2				46	6.71	2	12.00	5.36	5.67	MUY FAVORABLE ALTO
Infraestructura y servicios		3	1	3	4	5	3	3	4	2	2				47	6.88	2	12.00	5.44	5.76	MUY FAVORABLE ALTO	

Matriz No.3 Descripción De Impactos

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	ACTIVIDADES QUE PUEDEN CAUSAR EL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
<p><b>Calidad del agua</b></p>	<p>Afectación de la calidad del agua por deterioro de sus características químicas, físicas y microbiológicas.</p>	<p>Durante la ejecución de las siguientes operaciones se pueden generar impactos negativos, afectando la calidad del agua de la bahía:</p> <p>Entrada y salida de buques (navegación por el canal de acceso).  Fondeo de los buques.  Atraque y desatraque de los buques.  Manejo de la carga en el muelle, patios y bodegas.  Dragados de mantenimiento.  Obras civiles de adecuación y mejora de la infraestructura.</p>	<p>Durante el tránsito por el canal, estando fondeados o atracados, los buques usuarios del Terminal Marítimo de Manga SPRC pueden deteriorar la calidad del agua, a causa del mal manejo de aguas de sentina, aguas residuales domésticas o el arrojo de basuras al agua.</p> <p>Así mismo, las actividades propias del Terminal Marítimo, también generan residuos líquidos (aguas servidas, aceitosas y de escorrentía) y residuos sólidos (domésticos e industriales), por lo tanto, se ha valorado este impacto como moderado.</p> <p>Sin embargo, con el fin de evitar que se agraven las condiciones y procurando el mejoramiento de la calidad del agua de la bahía, en el PMA se incluyen Programas para el manejo de aguas domésticas y de sentinas de las motonaves, para el manejo de aguas domésticas e industriales en tierra y para el manejo de basuras en motonaves y en tierra.</p> <p>Los posibles dragados de mantenimiento a que haya lugar podrían generar la re suspensión de sedimentos, de compuestos y trazas de hidrocarburos y/o metales pesados acumulados en los sedimentos producto de las actividades permanentes a las que se ha sometida la Bahía de Cartagena. Esto causa el deterioro de manera temporal de la calidad de la columna de agua y a la interface agua-sedimentos. Este impacto podría ser de condición moderada, lo que significa que el impacto sería detectable aunque poco significativo partiendo de los impactos que en conjunto se presentan en la Bahía por la sinergia con otras actividades portuarias. Por esta razón, se prevé un monitoreo físico químico y bacteriológico permanente durante los dragados de mantenimiento.</p>

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	ACTIVIDADES QUE PUEDEN CAUSAR EL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
<b>Calidad del aire</b>	Deterioro de la calidad del aire por generación de material particulado, emisión de gases (horno incinerador, vehículos y maquinaria) y generación de ruido (vehículos y maquinaria).	Causan impactos negativos las siguientes acciones: La generación de material particulado y gases de combustión producto de la incineración de materiales tipo 0, 1 y 2. Las actividades de transporte de mercancía del muelle hacia los patios de almacenamiento y viceversa y durante el transporte de mercancía del puerto a los sitios de destino por la vía de acceso. Actividades de mejoramiento de las condiciones físicas del área de patios. Esto conlleva al transporte de maquinaria e insumos, y a las actividades de nivelación y disposición de materiales.	Las actividades enunciadas pueden generar material particulado, emisión de gases de combustión y ruido, deteriorando la calidad de aire. Esto trae como consecuencia efectos sobre la salud de los trabajadores y la población del área de influencia directa del Terminal (afectación de vías respiratorias, de la visión y de la audición). Sin embargo, la condición valorada es compatible, es decir que su afectación es inapreciable en el conjunto del entorno. Se espera que con las actividades formuladas en el PMA para responder a estos efectos el impacto no supere la condición de compatible. El impacto sería casi inapreciable teniendo en cuenta que no tendrían una periodicidad regular. Con el fin de prevenir una mayor afectación se realizarán monitoreos del aire y de ruido en el área del Terminal.
<b>Calidad del ecosistema estuarino</b>	Afectación de los sedimentos, de las comunidades étnicas y bénticas de la Bahía.	Causan impactos negativos las siguientes acciones: Navegación de buques. Fondeo de buques. Atrache y desatrache de embarcaciones. Dragados de mantenimiento. Manejo de aguas domésticas y de sentinas de motonaves, del área administrativa y de los patios. Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales. Obras civiles.	Se identificó como efecto secundario la afectación de las comunidades ícticas y bénticas de la Bahía, por causa del deterioro de la calidad del agua, de la interfase agua – sedimento y de los sedimentos. La condición de éste impacto es moderada, y se pretende que no se supere con la implementación de las acciones establecidas en el PMA.
<b>Calidad visual y paisajística</b>	Modificación del paisaje y deterioro de la calidad visual de la bahía por la infraestructura portuaria.	Las actividades de la operación portuaria.	La restricción inmodificable para el uso recreativo, de espacios abiertos, del valor escénico y de hitos naturales, transformado desde la construcción, ha implicado la generación de un impacto negativo con una condición severa por su comportamiento irreversible y que se continúa durante la operación del Terminal. Es posible mitigarlo en la medida que se implementan medidas de manejo paisajístico.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	ACTIVIDADES QUE PUEDEN CAUSAR EL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
<p><b>Calidad de los aspectos socio económicos</b></p>	<p>Demanda de mano de obra calificada y no calificada, durante la operación del terminal. Estímulo al desarrollo urbano y al sector de infraestructura y prestación de servicios. Mejoramiento de la calidad de vida de la población</p>	<p>Las actividades operación portuaria.</p>	<p>La operación portuaria genera demanda de mano de obra calificada y no calificada, constituyéndose en un impacto muy beneficioso para la comunidad del área de influencia directa e indirecta. Tiene una duración a largo plazo (mientras perdure la actividad de operación del puerto).</p> <p>El estímulo a la conformación de Cooperativas de servicios entre los trabajadores se traduce en un impacto positivo, debido a que se logran empleos estables, calidad de vida y mejoramiento en la prestación de servicios. Por lo anterior se considera que el impacto positivo debido a la operación del puerto se constituye en una condición beneficiosa para la población que labora de manera directa o indirecta, constituyéndose en un factor del crecimiento económico de Cartagena. Por otra parte, con una planeación adecuada del municipio, la generación de ingresos por la actividad portuaria redundará en el desarrollo económico y social. Además, se espera como efecto secundario a los impactos anteriormente mencionados que se continúe el mejoramiento de la calidad de vida de la población.</p>

#### 4.8. RESULTADO DE LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

De la lectura de comprobación y de la de valoración de impactos ambientales se infiere que la operación del proyecto podría afectar los diferentes elementos del componente biofísico del área de influencia directa del proyecto en una escala de compatible a moderado, como se observa en la matriz de valoración de impactos.

La condición compatible tiene un efecto inapreciable en el entorno global del medio y la condición moderada es apreciable con métodos de análisis. Sin embargo su efecto es reversible a corto plazo y poco significativo en el entorno global. Para el caso en concreto, la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos de la Bahía, han sido deteriorados por múltiples actividades antropogénicas, como la apertura del canal del dique y el vertido de las aguas negras de la ciudad sin ningún tipo de tratamiento, que han cambiado drásticamente las condiciones iniciales de la Bahía.

La SPRC con la implementación del PMA actual espera que los impactos producidos por sus operaciones sobre el medio físico biótico del entorno natural no superen las condiciones identificadas, sino lograr el mejoramiento continuo de la gestión ambiental para mitigar los efectos en el medio como consecuencia de las operaciones portuarias.

Por lo anterior, se incluye el programa de monitoreo y seguimiento, con el fin de realizar una evaluación continua de la calidad del entorno (específicamente sobre los componentes agua y aire). Igualmente, la formulación e implementación del plan de emergencia o de contingencia, tiene como fin responder a un evento de riesgo o de emergencia por causas naturales o por las operaciones propias de la operación portuaria.

Se observa que para la componente paisajística, la condición general de la Bahía y su área costera ha sido modificada drásticamente con la introducción de una gran cantidad de factores artificiales. La construcción del terminal y sus ampliaciones constituyen un factor que ha contribuido a esta modificación, la cual por su carácter irreversible se ha valorado como severa.

Sin embargo la SPRC ha realizado acciones de mitigación y pretende continuarlas, para que el paisaje dentro de las instalaciones portuarias tenga un aspecto visual agradable. Acciones como el mantenimiento de jardines, la instalación de materas con plantas ornamentales, las acciones de limpieza y

manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos son los aspectos más importantes para mitigar el efecto visual de las instalaciones portuarias.

En lo referente a la dimensión socio económica los impactos que se producen son de carácter positivo y continuarán durante la operación del proyecto.

## COMENTARIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES MEDIDAS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN LAS PROXIMIDADES DEL PUERTO DE CARTAGENA PARA EL INFORME DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL N° 11 DEL PERIODO ABRIL 07 – ABRIL 08

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):** Para las tres temporadas presentes en esta zona, las mayores demandas de oxígeno (consumo) por parte de la materia orgánica, ocurren en la zona de influencia de las descargas de emisarios de aguas residuales de la ciudad de Cartagena, de los vertimientos de la zona industrial de Mamonal y del Canal del Dique. Sin embargo, los valores extremos de la DBO5, al igual que el oxígeno disuelto, se presentan durante la temporada de inviernos en la mayor parte de la bahía, así como aparece en la gráfica del comportamiento entre los años 1999 y 2007. Generalmente, las altas concentraciones de DBO5 que se presentan en la bahía interior, se deben a los reboses del sistema de alcantarillado a la bahía y el drenaje de escorrentía pluvial.

**Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L):** La concentración de los SST tiene una estrecha relación con la de la DBO5, tal como se puede apreciar en las gráficas para cada uno de los parámetros. De igual forma las concentraciones se encuentran directamente relacionadas con la temporada en la que se midan. Generalmente los SST son un poco más altos que la DBO5.

**Grasas y Aceites (mg/L):** Los datos de concentración de grasas y aceites en los alrededores de las estaciones de muestreo varían no solo con las estaciones de lluvias, sino con la intensidad y la dirección de los vientos reinantes, ya que algunas películas superficiales de hidrocarburos disueltos y dispersos, se transportan de un lugar a otro en poco tiempo. Sin embargo la concentración promedio de las estaciones en referencia no superan los valores tomados para la evaluación de alternativas del estudio de impacto ambiental de Hazen and Sawyer de 1998.

**Coliformes Totales (NMP/100/ml):** Los estudios del CIOH de 1996 sobre la bahía de Cartagena, indicaron que los niveles medidos de coliformes totales variaban

entre 90 y 450.000 UCF/100MI Posteriormente en 1997, los niveles medidos fueron de 72.000.000 UCF/100MI. En la gráfica histórica de las estaciones monitoreadas por SPRC, se aprecia la influencia del emisario submarino de El Bosque sobre la bahía, especialmente en las épocas de lluvias.

**TABLA 22. Análisis Comparativo De Los Resultados De Los Muestreos De Calidad De Agua**

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Fecha	DBO5 (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DBO5 (mg/L)	Sól Sus Tot (mg/L)	Sól Sus Tot (mg/L)	Sól Sus Tot (mg/L)	Gras & ac (mg/L)	Gras & ac (mg/L)	Gras & ac (mg/L)	Colif Tot (NMP/100ml)	Colif Tot (NMP/100ml)	Colif Tot (NMP/100ml)
1-sep-1999	1.95	1.68	0.65	11.6	6.4	13.6	0.9	0.5	0.9	0	0	0
25-nov-1999	1.87	2.22	1.53	7.6	10	6.8	0.4	0.8	0.7	0	0	0
22-nov-2001	1.89	0	2.58	15	0	15.8	0.4	0	0.6	1200	0	11000
19-mar-2002	1.46	1.46	1.62	9.8	7.4	8.8	0.9	0.9	0.9	21	15	1100
16-sep-2002	1.73	2.04	2.59	4.2	4.8	9.6	0.9	0.9	1.2	2	2	2400
31-mar-2003	1.57	1.57	2.2	10.83	10.6	12.75	0.9	0.9	0.9	23	23	93
24-jun-2003	2.99	3.3	3.38	12.9	13.59	18.33	1.2	1.4	2	300	16000	16000
25-sep-2003	10	15	6.4	27	16	16	2.9	5.8	3.8	50	16	30
29-ene-2004	5	4	4	48	48	46	2.6	2.5	2.6	23	130	500
2-abr-2004	4	6.5	6.5	6.2	7.6	11	0.4	0.5	2.7	22	30	16000
23-sep-2004	4.5	4.4	3.5	24	14	15	5.8	6	4.5	3000	500	800
22-oct-2004	7.2	6.1	4.5	23	15	15	4.2	4.4	3.4	500	13000	11000
23-nov-2005	4.2	5.4	3.4	30	18	16	1.3	1	1.3	16000	9000	8000
31-ene-2006	1.3	4.1	2.9	52	30	27	7.9	3.3	5	210	260	130
9-may-2006	3.9	3.2	4.6	35	16	38	2.5	2.9	2.9	490	700	9200
23-oct-2006	1.4	3.8	3.6	28	15	15	5.1	6.1	5.3	230	1700	490
5-feb-2007	3.9	5.6	3.8	37	21	20	2.4	2.4	3.1	49	70	46
15-may-2007	6.5	5.1	6.7	22	16	20	8	7.6	7.4	130	110	79
14-ago-2007	n/d	n/d	n/d	17	33	24	n/d	n/d	n/d	24000	54000	35000
10-sep-2007	6.5	5.2	5.1	15	18	15	1	5	1.1	280	390	490
10-dic-2007	4.6	3.9	3.5	19	17	15	1.1	1.1	1.7	17	49	33
20-feb-2008	2.6	1	3	25	21	16	14	10	7.1	79	70	93

Estación No. 1 :	1.642.700/840.050-IGAC	L 10°24'41"N 75°32'59"W
Estación No. 2 :	1.642.700/840.600-IGAC	L 10°24'31"N 75°32'42"W
Estación No. 3 :	1.642.600/841.200-IGAC	L 10°24'27"N 75°32'06"W

## 5. EVALUACION FINANCIERA

### 5.1. LAS INVERSIONES DEL PROYECTO

#### Inversiones Preoperativas del proyecto

		año
Refuerzo alcantarillado Barrio Manga	\$ 350,000,000.00	2000
Estudios de diseños	\$ 22,320,000.00	2008
<b>estudio hidraulico</b>	<b>\$ 6,000,000.00</b>	
<b>estudios de suelos</b>	<b>\$ 8,000,000.00</b>	
<b>estudios topograficos</b>	<b>\$ 5,000,000.00</b>	
<b>costos administrativos</b>	<b>\$ 3,320,000.00</b>	
Papeleria, Fotocopias, Impresión de planos	\$ 500,000.00	
Oficina	\$ 200,000.00	
Vehiculo de 1400cc	\$ 420,000.00	
Secretaria	\$ 400,000.00	
Ingeniero civil Auxiliar	\$ 1,800,000.00	
costos valuación i alcantarillado	<b>\$ 779,612,846.02</b>	2009
costo total de valuación ia (7% del Costo del proyecto)	<b>\$ 54,572,899.22</b>	2009
<b>Valor del refuerzo del alcantarillado del barrio de manga al presente</b>	<b>\$ 1,945,971,059.72</b>	
tasa inflación	21%	
periodo (años)	9	
<b>Valor de Estudios al presente</b>	<b>\$ 27,007,200.00</b>	
Tasa	21%	
periodo (años)	1	
<b>Total Inversion preoperativa año 2009</b>	<b>\$ 2,807,164,004.96</b>	

## 5.2 INGRESOS Y GASTOS

### INGRESOS POR AREAS DE ALMACENAMIENTO RECUPERADAS

Area de almacenamiento	41.4
espacio para celdas	3
altura de las celdas	5
total contenedores	15
Totoal contenedores año (54 semanas)	810
valor semana contenedor U\$	160.00
valor semana celda U\$	800.00
valor semana area total U\$	2,400.00

Ingresos por Operación	
movimientos de contenedores	
Hora grua U\$ x 30 cont	1600
Camion Hora U\$ x 12 cont	325
Reach staker U\$ conte	114
Movimiento contenedor U\$	194.42

### ANALISIS DE OTROS INGRESOS

COSTOS DE TRATAMIENTO QUE SE DEJARIAN DE PAGAR  
Y QUE SE CONVIERTEN EN UN INGRESO

\$ 82,000,000.00

COSTOS POR MUESTREO A LA BAHIA QUE SE CONVIERTEN EN UN INGRESO

\$ 3,750,000.00

COSTOS POR VERTIMIENTOS A LA BAHIA QUE SE CONVIERTEN EN INGRESOS

\$ 15,924,989.04

**TOTAL OTROS  
INGRESOS \$ 101,674,989.04**

### 5.3 TABLAS DE DEPRECIACION

#### CALCULOS PRELIMINARES DE SOPORTE

Inversiones Depreciables	\$779,612,846
Gastos de Depreciacion	\$77,961,285

TABLA DE DEPRECIACION		
Periodo	Deprec Acumu	Vr Libros
1	\$77,961,285	\$701,651,561
2	\$155,922,569	\$623,690,277
3	\$233,883,854	\$545,728,992
4	\$311,845,138	\$467,767,708
5	\$389,806,423	\$389,806,423
6	\$467,767,708	\$311,845,138
7	\$545,728,992	\$233,883,854
8	\$623,690,277	\$155,922,569
9	\$701,651,561	\$77,961,285
10	\$779,612,846	\$0

### 5.4. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

La siguiente tabla muestra el flujo de caja para el proyecto del alcantarillado de sociedad portuaria se tomo como periodo de evaluación y depreciación 10 años, considerando que en este periodo se requerirán inversiones para mantenimientos de las redes y estructuras del sistema de alcantarillado de SPRC

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO												
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Ingresos</b>												
1	Unidades a Vender		810	810	810	810	810	810	810	810	810	
2	Precio de Venta		\$368,000.00	\$376,000.00	\$384,000.00	\$352,000.00	\$368,000.00	\$384,000.00	\$360,000.00	\$368,000.00	\$376,000.00	\$368,000.00
3	movimiento contenedor		\$447,158.33	\$456,879.17	\$466,600.00	\$427,716.67	\$447,158.33	\$466,600.00	\$437,437.50	\$447,158.33	\$456,879.17	\$447,158.33
	<b>Ingresos por Ventas</b>		<b>\$660,278,250.00</b>	<b>\$674,632,125.00</b>	<b>\$688,986,000.00</b>	<b>\$631,570,500.00</b>	<b>\$660,278,250.00</b>	<b>\$688,986,000.00</b>	<b>\$645,924,375.00</b>	<b>\$660,278,250.00</b>	<b>\$674,632,125.00</b>	<b>\$660,278,250.00</b>
	<b>Otros ingresos</b>		<b>\$101,674,989.04</b>									
4	Venta de Activo											\$0.00
5	<b>Total Ingresos</b>		<b>\$761,953,239.04</b>	<b>\$776,307,114.04</b>	<b>\$790,660,989.04</b>	<b>\$733,245,489.04</b>	<b>\$761,953,239.04</b>	<b>\$790,660,989.04</b>	<b>\$747,599,364.04</b>	<b>\$761,953,239.04</b>	<b>\$776,307,114.04</b>	<b>\$761,953,239.04</b>
<b>Egresos</b>												
6	Costos Variables Unitarios	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
7	Costos Variables Totales (5)x(1)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
8	Costos Fijos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
9	Depreciacion y Amortizacion		\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60
10	Valor en Libros Activos Vendidos											\$0.00
11	<b>Total Egresos (6)+(7)+(8)+(9)+(10)</b>		<b>\$77,961,284.60</b>									
12	<b>Utilidad Operativa (U.A.I.) (5)-(11)</b>		<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$698,345,829.44</b>	<b>\$712,699,704.44</b>	<b>\$655,284,204.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$712,699,704.44</b>	<b>\$669,638,079.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$698,345,829.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>
13	(-) Pago de Intereses Prestamos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
14	<b>Utilidad Antes de Impuestos (U.A.I.) (12)-(13)</b>		<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$698,345,829.44</b>	<b>\$712,699,704.44</b>	<b>\$655,284,204.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$712,699,704.44</b>	<b>\$669,638,079.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$698,345,829.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>
15	(-) Impuestos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
16	<b>Utilidad Neta (13)-(14)</b>		<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$698,345,829.44</b>	<b>\$712,699,704.44</b>	<b>\$655,284,204.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$712,699,704.44</b>	<b>\$669,638,079.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>	<b>\$698,345,829.44</b>	<b>\$683,991,954.44</b>
<b>Ajustes Contables</b>												
17	(+) Depreciaciones y Amortizacion (8)		\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60	\$77,961,284.60
18	(+) Valor en Libros Activos Vendidos (9)											\$0.00
19	(-) Inversiones											
20	Preoperativas	(\$2,807,164.004.96)										
21	Obras Fisicas	\$0.00										
22	Capital de Trabajo	\$0.00										

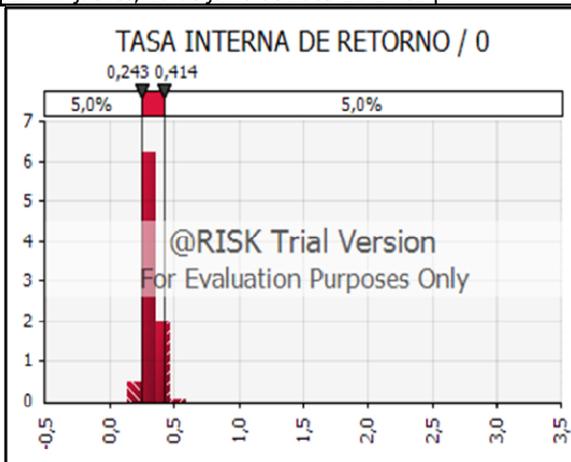
23	Gastos de Puesta en Marcha	\$0.00										
24	Otras Inversiones	\$0.00										
25	<b>Total Inversiones (17)+(20)+...+(24)</b>	<b>(\$2,807,164,004.96)</b>										
26	(+) Ingresos por Recursos de Creditos	\$0.00										
27	(+) Recuperacion de Capital de Trabajo											
28	(+) Valor de Desecho por Ventas de Activos											
29	(-) Amortizacion Capital Creditos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	<b>Flujo Neto de Caja</b>	<b>(\$2,807,164,004.96)</b>	<b>\$761,953,239.04</b>	<b>\$776,307,114.04</b>	<b>\$790,660,989.04</b>	<b>\$733,245,489.04</b>	<b>\$761,953,239.04</b>	<b>\$790,660,989.04</b>	<b>\$747,599,364.04</b>	<b>\$761,953,239.04</b>	<b>\$776,307,114.04</b>	<b>\$761,953,239.04</b>

## 6. EVALUACION DE RIESGOS

### @RISK Output Report for TASA INTERNA DE RETORNO / 0

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:17:51 p.m.

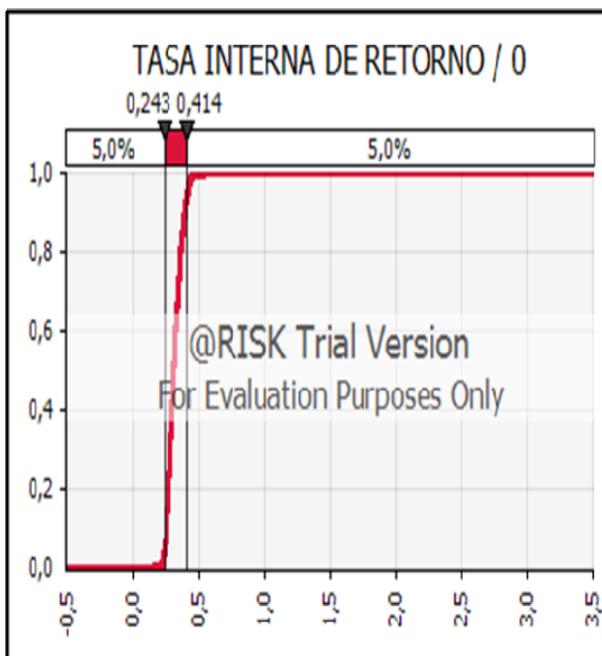


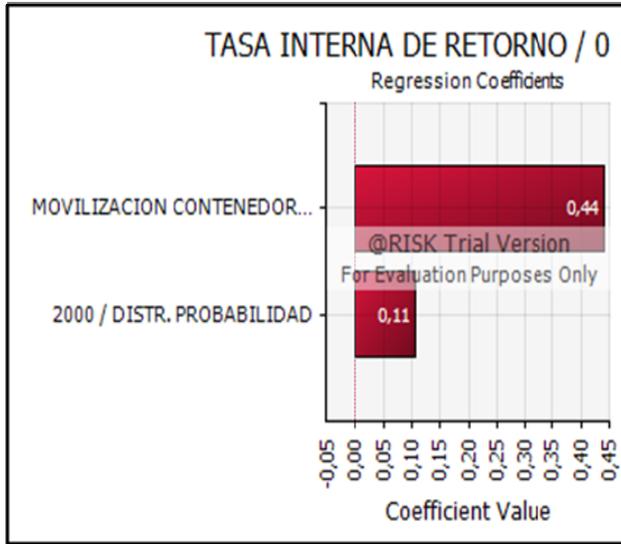
#### Simulation Summary Information

Workbook Name	valuación financiera-riesgos.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	8
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	6/18/09 23:17:13
Simulation Duration	00:00:04
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	274573040

#### Summary Statistics for TASA INTERNA DE RETORNO / 0

Statistics		Percentile	
Minimum	-9.70%	5%	24.30%
Maximum	321.77%	10%	25.49%
Mean	32.17%	15%	26.37%
Std Dev	11.03%	20%	27.10%
Variance	0.012156228	25%	27.69%
Skewness	18.49568491	30%	28.31%
Kurtosis	482.6305459	35%	29.17%
Median	31.18%	40%	29.78%
Mode	26.41%	45%	30.54%
Left X	24.30%	50%	31.18%
Left P	5%	55%	31.97%
Right X	41.42%	60%	32.62%
Right P	95%	65%	33.61%
Diff X	17.12%	70%	34.68%
Diff P	90%	75%	35.61%
#Errors	2	80%	36.45%
Filter Min	Off	85%	37.88%
Filter Max	Off	90%	39.37%
#Filtered	0	95%	41.42%





Regression and Rank Information for TASA INTERNA DE RETORNO / 0			
Rank	Name	Regr	Corr
1	MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	0.442	0.890
2	2000 / DISTR. PROBABILIDAD	0.108	0.236
3	AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	0.000	0.114153126
4	AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	0.000	0.094189053
5	DBO5 / DISTR. PROBABILIDAD	0.000	0.0764084
6	Sól Sus Tot / DISTR. PROBABILIDAD	0.000	0.019495336
7	Gras & ac / DISTR. PROBABILIDAD	0.000	-0.011382665
8	Colif Tot / DISTR. PROBABILIDAD	0.000	-0.008937179

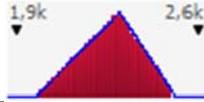
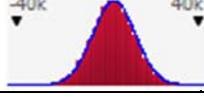
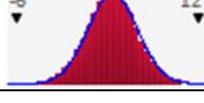
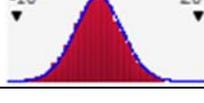
# @RISK Input Results

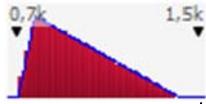
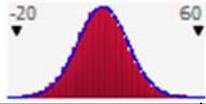
Performed By:

Jannette Godoy

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:17:53 p.m.

	Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: 2000										
	2000 / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E19		2009.257	2266.666	2490.776	2085.792	2429.243	0
Category: AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES										
	AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E5		0.02107271	0.04333324	0.05957763	0.02771499	0.05552052	0
Category: AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES										
	AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E6		0.030605	0.05333269	0.07932715	0.03706841	0.07125475	0
Category: Colif Tot										
	Colif Tot / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E15		-30968.15	3406.282	30535.17	-10835.03	17589.02	0
Category: DBO5										
	DBO5 / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E12		-4.854298	3.630301	11.09776	-0.1522578	7.407578	0
Category: Gras & ac										
	Gras & ac / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E14		-7.556048	3.909474	17.80453	-2.203305	9.991812	0
Category: MOVILIZACION CONTENEDORES										

	MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E4		745.73	983.3535	1390.832	787.8374	1260.378	0
Category: Sól Sus Tot										
	Sól Sus Tot / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E13		-14.11169	18.81495	52.82943	1.676427	35.80438	0

## @RISK Output

### Results

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:17:57  
p.m.

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
VALOR PRESENTE NETO / 0	fujo	F85		(\$5,726,952,000.00)	\$685,018,300.00	\$29,681,880,000.00	(\$71,088,230.00)	\$1,632,320,000.00	0
TASA INTERNA DE RETORNO / 0	fujo	F86		-9.70%	32.17%	321.77%	24.30%	41.42%	2

# @RISK Data

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:18:01 p.m.

Name	VALOR PRESENTE NETO / 0	TASA INTERNA DE RETORNO / 0	MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD RiskTriang(B4,C4,D4)	AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD RiskTriang(B5,C5,D5)	AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD RiskTriang(B6,C6,D6)	DBO5 / DISTR. PROBABILIDAD RiskNormal(B12,C12)	Sól Sus Tot / DISTR. PROBABILIDAD RiskNormal(B13,C13)	Gras & ac / DISTR. PROBABILIDAD RiskNormal(B14,C14)	Colif Tot / DISTR. PROBABILIDAD RiskNormal(B15,C15)	2000 / DISTR. PROBABILIDAD RiskTriang(B19,C19,D19)
Description Iteration / Cell	\$F\$85	\$F\$86	\$E\$4	\$E\$5	\$E\$6	\$E\$12	\$E\$13	\$E\$14	\$E\$15	\$E\$19
1	\$911,394,398.43	34.35%	1043.149005	0.057791429	0.055987668	2.370799858	-1.34871654	4.351743284	14650.32484	2241.725983
2	\$214,594,881.49	27.31%	881.3030805	0.046427681	0.04756035	3.980441138	21.22342225	-3.893765465	-2492.826847	2257.413296
3	\$574,594,708.43	31.03%	928.4702606	0.049246873	0.054584454	2.774807965	14.61702978	-3.324738879	-6568.507864	2339.550187
4	\$252,233,257.14	27.69%	875.4130581	0.048096958	0.059619191	2.462458418	14.16193497	8.81130551	4765.553535	2151.134221
5	\$654,437,518.89	31.85%	1067.692672	0.04636503	0.056794423	5.012916475	15.63579518	6.180314602	7250.225086	2052.207804
6	\$1,243,378,964.57	37.69%	1085.13419	0.034670023	0.065378773	4.925743347	30.95704252	4.458840524	7443.409607	2400.899615
7	\$1,743,450,660.26	42.68%	1290.283366	0.046404988	0.044985051	4.081546744	17.92284702	3.193922916	-10696.38475	2371.448712
8	\$491,806,019.14	30.25%	951.9204656	0.028576588	0.055665931	3.643525746	28.24858456	-5.200907314	21610.973	2267.888316
9	\$206,303,092.50	27.24%	794.028068	0.047395823	0.046127382	3.228933207	10.63013144	5.146361636	1181.609478	2302.381173
10	\$340,988,632.24	28.67%	915.8775267	0.028538082	0.053017644	4.547555973	17.61319364	6.609099305	-1725.002904	2339.19574
11	\$432,817,420.63	29.65%	1038.193177	0.039052159	0.045797887	2.564173443	7.231517303	4.328233346	3457.123958	2017.0554
12	\$741,634,293.21	32.63%	1066.693437	0.048774454	0.067252397	2.332574804	8.800091178	5.636981458	-4560.329113	2096.460815
13	\$60,696,466.09	25.67%	815.1946779	0.035586712	0.04479328	2.115660052	30.46025073	1.480031776	-7972.564017	2318.406643
14	\$630,844,566.79	31.63%	928.215376	0.05335239	0.047349773	5.562721813	21.42331674	-0.602394373	11605.36747	2367.745712
15	\$269,312,959.15	27.88%	814.7212759	0.033791757	0.062261416	3.703983428	9.488397834	6.131986791	9112.388296	2386.17433
16	\$2,566,761,896.99	51.17%	906.4423192	0.035182175	0.070328719	3.939969355	30.51887293	1.758537385	81.21518857	2201.42375
17	\$871,334,505.65	34.02%	1054.02275	0.045868227	0.059761136	4.14094578	38.10380574	-0.416319711	2903.204763	2184.695686
18	(\$1,348,943,026.50)	9.08%	870.7098313	0.036066593	0.045662179	0.876091854	32.16911764	10.32049759	-123.7436547	2163.786178
19	\$1,209,700,911.55	37.25%	1132.9518	0.038941426	0.070631758	4.540007239	23.67070657	2.700544132	-8190.718914	2264.276378
20	\$708,496,093.74	32.49%	931.3359873	0.040827554	0.046470738	0.150023117	6.755428565	-2.280170471	10676.50333	2480.83038
21	\$1,143,578,124.55	36.62%	1049.284633	0.046955312	0.070210977	6.889750509	38.68807468	4.751198179	925.1701912	2230.884131

22	\$391,910,493.06	29.17%	923.4690146	0.05134625	0.049171041	1.862644537	29.65088516	6.496028198	-9835.329769	2220.845007
23	\$142,469,212.49	26.53%	790.6116599	0.04317708	0.062476296	2.104535182	24.00440572	12.85380162	-7664.988057	2341.663575
24	\$392,258,719.96	29.17%	874.7542008	0.046668873	0.050333181	4.337125958	31.56948598	5.902687766	-1985.351963	2415.990611
25	\$793,724,300.76	33.34%	1073.913479	0.033297329	0.055167234	4.004048533	5.727585301	8.94164538	13479.53049	2196.425217
26	\$1,087,031,519.38	36.12%	1126.344521	0.038425226	0.065315674	2.440388458	17.36514821	4.877829917	-4492.311469	2243.031277
27	\$685,922,802.30	32.25%	1024.715033	0.034372047	0.051085565	6.762555046	19.79871121	3.247694872	-1894.832455	2316.105819
28	\$1,027,899,878.76	35.59%	1098.22342	0.047942016	0.054636836	6.102253511	25.20588261	5.169544588	8117.790232	2238.27611
29	\$205,484,427.88	27.20%	899.7970686	0.042737988	0.053676891	4.628363415	20.06106398	8.906964812	-689.9876138	2334.157924
30	(\$6,140,586.24)	24.93%	782.9784584	0.031274097	0.049681345	1.442395321	1.566768036	4.432871801	7008.922043	2303.886268
31	\$552,368,359.81	30.84%	952.489547	0.05116044	0.046991074	1.627370769	32.96339777	5.263166986	20701.24015	2263.369924
32	\$163,302,898.44	26.75%	832.0088902	0.041930292	0.065300636	2.394903033	41.52183392	1.311416561	15793.62588	2203.714217
33	\$520,537,217.03	30.54%	1016.310589	0.039398637	0.051040982	2.073661578	25.95062093	4.205880229	16115.96004	2124.283913
34	\$1,073,369,116.53	36.10%	1165.182992	0.042696525	0.05236832	-0.339088201	16.0315383	4.281220173	-18993.69713	2188.706066
35	\$287,703,618.76	28.02%	786.0129782	0.048836184	0.074398254	-1.598516416	13.81918296	2.660099752	5769.579801	2353.006124
36	\$535,912,634.97	30.65%	986.16874	0.042326686	0.058880232	2.482938044	24.93462325	-0.993641277	18015.91368	2153.521414
37	\$971,724,285.87	35.15%	1100.772337	0.032641595	0.054889319	3.585899235	27.34474578	2.068873969	2712.318543	2227.284279
38	(\$5,726,951,760.59)	Error	883.3169367	0.046344153	0.053440664	2.760975137	31.43383098	7.715377685	-30.46990882	2065.130494
39	\$25,112,185.95	25.27%	846.5299091	0.051382546	0.047718159	2.146257335	16.16612345	4.217999349	8203.042286	2092.184132
40	\$350,369,794.57	28.73%	835.221091	0.046795117	0.055240052	2.107064769	13.69661968	4.749235131	10612.92056	2382.049384
41	\$1,755,288,491.38	42.48%	1247.995638	0.054355135	0.055015031	7.518049387	26.90100995	7.458856712	-2467.924693	2401.338644
42	\$1,202,356,905.63	37.44%	1250.149544	0.049294113	0.041405717	3.699188206	33.24215662	1.381337638	6363.089865	2114.310747
43	\$91,928,279.61	25.98%	816.6171247	0.048173189	0.066949295	1.149738762	-	9.903768462	5856.571339	2142.632412
							0.206333758			
44	\$297,370,917.48	28.17%	829.159391	0.050109711	0.054093888	5.344166719	24.12271789	3.765805745	-14051.9893	2369.15876
45	\$1,990,792,370.88	45.49%	1157.499437	0.041346971	0.03810327	3.003141854	6.322196092	-1.282707205	267.8871351	2434.696208
46	\$551,951,808.78	30.85%	940.9873663	0.040021326	0.053351729	6.864085647	37.04636729	8.152457849	10215.41525	2296.427375
47	(\$3,170,866,599.70)	Error	955.4630664	0.031703078	0.046095815	3.146173129	20.98672235	13.94967479	-52.89456462	2060.050608
48	\$268,669,444.42	27.82%	818.9626306	0.04577229	0.076632937	0.499313547	13.47440448	5.130881744	-7557.626635	2286.649506
49	\$492,027,326.09	30.16%	914.6547946	0.041369888	0.067918331	1.916669283	28.51484599	-0.155369911	3551.813166	2215.498682
50	\$1,028,784,278.51	35.59%	1020.650389	0.045549165	0.056521552	0.582897874	17.15185306	5.088068744	-16178.34211	2433.837416
51	\$1,632,320,355.61	41.61%	1390.832055	0.05036742	0.042409942	5.384330133	18.24566185	4.983690384	5622.714722	2113.514131
52	\$1,114,593,507.37	36.16%	945.7672742	0.057484744	0.076938467	7.997478317	23.5547681	1.514926022	1668.690657	2435.304886
53	\$797,416,403.55	33.12%	1026.815558	0.057464816	0.064306656	2.646695929	17.87253482	1.833675046	-1060.355271	2279.284886
54	\$130,668,659.65	26.42%	880.7131427	0.03584664	0.052818659	4.319420562	14.75962426	9.861542715	-12159.32644	2159.415307
55	\$277,158,910.64	27.99%	917.1342095	0.046971351	0.043475402	5.339105687	30.06588027	6.383987381	-9346.279669	2191.170559
56	\$41,231,504.03	25.45%	832.4603016	0.047772044	0.044596648	4.562268802	33.02141524	0.301499609	12953.92422	2173.943396

57	\$277,013,328.09	27.95%	861.7508801	0.049647897	0.05415681	3.535224489	6.08439807	-0.184032965	-5881.539867	2282.359289
58	\$1,634,119,763.53	41.49%	1219.052801	0.051753866	0.048868692	3.49525431	8.674159949	13.04743975	-18192.62608	2398.193161
59	\$3,657,208.32	25.04%	780.9821876	0.033938907	0.044674524	5.354843759	24.55928809	5.380622648	-3998.474698	2394.252682
60	\$1,647,108,117.87	41.38%	1293.729658	0.047022379	0.067956329	6.460663266	16.19714341	4.188436653	8315.541588	2176.322115
61	\$69,639,312.69	25.75%	861.234175	0.052090758	0.058605561	6.157452856	25.43512979	4.662410348	10365.33555	2043.771351
62	\$345,610,323.37	28.72%	828.5622037	0.027900109	0.062037341	4.935369962	25.35633952	1.220726542	678.6468797	2225.953583
63	\$956,811,903.20	34.84%	1089.547146	0.047591446	0.05558356	5.36822426	30.1708795	1.255694118	-1023.857298	2332.604555
64	\$1,480,632,135.53	39.85%	1147.42543	0.050089476	0.063397395	0.74443376	16.43407934	-2.203304551	4714.889706	2357.730341
65	\$1,386,876,583.68	39.12%	1227.45477	0.0446662	0.055086227	3.327726833	19.68424595	8.2626282	8985.402826	2220.531482
66	\$409,259,174.07	29.34%	868.6817145	0.04623473	0.056422823	8.232923264	9.570756259	11.33883023	2552.872285	2290.087207
67	\$831,450,582.43	33.67%	1030.059465	0.040743683	0.056985458	5.983249258	8.48750716	12.58151737	7760.854482	2269.912107
68	\$840,197,589.84	33.69%	1075.417218	0.04225937	0.064127996	2.254224705	10.65914915	5.954520952	3672.833604	2124.779839
69	\$479,307,527.64	30.10%	871.2219158	0.045986986	0.048716654	4.874229541	22.68585015	4.37292066	9985.847591	2422.197838
70	\$514,657,718.52	30.41%	936.980418	0.049539749	0.057436785	3.898419398	34.77084515	8.783200465	9561.066838	2220.052949
71	\$1,161,744,105.69	36.94%	1114.73784	0.047709233	0.0509485	6.397456208	36.30906829	10.2160987	-7334.053485	2335.98881
72	\$441,879,514.41	29.65%	878.4133161	0.053997041	0.05596621	0.183993245	18.73496518	1.078130832	-5401.102977	2343.8654
73	\$591,533,283.72	31.25%	917.9052853	0.049391368	0.052086276	4.229412964	20.47560689	5.863942819	1029.815414	2236.500514
74	\$629,357,514.12	31.55%	905.6361196	0.04744493	0.064681734	1.594970303	25.68339272	9.11775179	3230.677236	2330.145514
75	\$1,041,428,441.46	35.82%	1074.171107	0.038105241	0.054223169	3.281534257	-	6.470414344	2972.241064	2317.840511
76	\$1,249,294,305.14	37.70%	1083.999429	0.057385129	0.054508524	5.049403345	15.84437837	1.993391991	1467.384837	2309.582167
77	\$912,068,555.23	34.57%	1023.946806	0.05236055	0.037096846	7.530222864	23.40601747	3.865174631	1829.205219	2336.325639
78	\$502,494,636.31	30.17%	921.4613458	0.052181289	0.079327154	1.38118574	9.882816218	-0.031812304	7904.023816	2133.605638
79	\$163,157,818.40	26.78%	845.6663502	0.048024678	0.038616236	0.573000043	9.635619329	4.065747757	-9208.311252	2302.773908
80	\$1,049,449,829.29	35.86%	1040.000935	0.040549097	0.055930849	9.347357993	22.93409525	5.815784047	4224.539917	2388.36986
81	\$1,131,870,729.24	36.45%	1065.829546	0.0465037	0.070038946	2.326441499	28.356775	2.466881943	20352.35263	2310.239634
82	\$1,917,438,767.47	44.22%	1221.970417	0.037659213	0.065764058	5.793849966	15.39155149	-3.561942161	499.786339	2317.725257
83	\$986,523,341.78	35.28%	1046.957938	0.048805773	0.04435392	2.191855447	22.03185657	5.238477	3261.579848	2346.617845
84	\$456,845,496.41	29.89%	1019.028468	0.049071152	0.038441247	5.508088777	31.62404531	6.281392867	-3545.547742	2135.012554
85	\$1,181,628,263.83	37.27%	1304.547932	0.04550011	0.04133278	1.30785748	4.849567699	7.642773777	9006.9625	2036.070694
86	\$338,518,848.12	28.65%	927.6512896	0.040143428	0.045817675	6.294422379	-2.68914118	3.78519754	12653.32618	2209.074093
87	\$1,092,720,146.62	36.41%	1102.116021	0.041807504	0.042609071	0.889667826	8.561559292	5.776335031	8066.839559	2359.204682
88	\$505,761,758.55	30.42%	985.7427653	0.040260274	0.043997073	0.451753193	30.76393408	3.886400442	2171.178537	2156.841581
89	\$982,743,481.34	35.10%	1061.866977	0.043940584	0.062731364	3.492053897	21.45999869	2.948157511	4064.143306	2247.568408
90	\$946,926,543.45	34.76%	1024.319618	0.05224833	0.052939488	2.46738249	23.48742665	2.55585821	-3484.7	2385.495639
91	\$1,625,243,882.77	41.39%	1188.475734	0.053965117	0.049019115	1.266969404	24.61489514	-0.005267242	10204.79193	2427.942498

92	\$873,768,249.28	34.10%	1095.655889	0.047373282	0.050604996	3.052774168	31.25602323	-3.617416242	4396.308817	2154.435983
93	\$74,011,711.65	25.80%	821.1102713	0.028349786	0.068660981	0.831479851	38.2799813	4.418483714	7884.68178	2180.886141
94	\$83,538,682.57	25.91%	784.884197	0.038667044	0.048963702	8.382664002	15.43825443	3.538220583	9761.968837	2358.031494
95	\$258,883,910.38	27.77%	827.8100988	0.044301603	0.057715368	1.131670198	25.73370353	4.390764547	6946.814105	2314.33473
96	\$688,373,193.61	32.11%	989.3064273	0.054833169	0.061447181	-0.424903291	21.30224662	10.24240544	-4893.685119	2224.929338
97	\$905,253,392.92	34.51%	1021.427677	0.037006072	0.047986558	5.545249016	10.5346961	-1.478414262	7625.398301	2403.530771
98	\$30,054,947.17	25.33%	787.8373975	0.029810059	0.056142684	3.9578885	18.13546493	4.103293399	19224.42413	2307.438817
99	\$1,450,481,015.91	39.56%	1130.693727	0.045394303	0.067149577	1.55982975	28.83955126	0.434564713	4862.563959	2372.864071
100	\$1,065,041,652.19	35.95%	1110.842971	0.042226224	0.055217977	3.751492022	17.72897887	3.96227691	-1139.53271	2370.603946

## @RISK Sensitivity Analysis

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:18:03 p.m.

Rank For F85	Cell	Name	Description	fujo!F85 VALOR PRESENTE NETO / 0 Regression Coeff. RSqr=0,199	fujo!F86 TASA INTERNA DE RETORNO / 0 Regression Coeff. RSqr=0,205
#1	E4	MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B4;C4;D4)	0.432	0.442
#2	E19	2000 / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B19;C19;D19)	0.121	0.108
-	E15	Colif Tot / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B15;C15)	0	0
-	E14	Gras & ac / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B14;C14)	0	0
-	E13	Sól Sus Tot / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B13;C13)	0	0
-	E12	DBO5 / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B12;C12)	0	0
-	E6	AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B6;C6;D6)	0	0
-	E5	AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B5;C5;D5)	0	0

## @RISK Scenario Analysis

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:18:05 p.m.

Inputs in Scenario For F85 >75%	Cell	Name	Description	fujof85 VALOR PRESENTE NETO / 0 Percentile	fujof85 VALOR PRESENTE NETO / 0 Percentile	fujof85 VALOR PRESENTE NETO / 0 Percentile	fujof86 TASA INTERNA DE RETORNO / 0 Percentile	fujof86 TASA INTERNA DE RETORNO / 0 Percentile	fujof86 TASA INTERNA DE RETORNO / 0 Percentile
				>75%	<25%	>90%	>75%	<25%	>90%
#1	E4	MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B4;C4;D4)	0.864	0.146	0.939	0.865	0.145	0.938
-	E19	2000 / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B19;C19;D19)	-	-	-	-	-	-
-	E15	Colif Tot / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B15;C15)	-	-	-	-	-	-
-	E14	Gras & ac / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B14;C14)	-	-	-	-	-	-
-	E13	Sól Sus Tot / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B13;C13)	-	-	-	-	-	-
-	E12	DBO5 / DISTR. PROBABILIDAD	RiskNormal(B12;C12)	-	-	-	-	-	-
-	E6	AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B6;C6;D6)	-	-	-	-	-	-
-	E5	AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	RiskTriang(B5;C5;D5)	-	-	-	-	-	-

## @RISK Model Inputs

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:18:06 p.m.

Name	Worksheet	Cell	Graph	Function	Min	Mean	Max
------	-----------	------	-------	----------	-----	------	-----

Category: 2000							
2000 / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E19		RiskTriang(B19;C19;D19)	-∞	2266.667	+∞
Category: AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES							
AUMENTO PRECIO ALMACENAMIENTO CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E5		RiskTriang(B5;C5;D5)	-∞	0.04333333	+∞
Category: AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES							
AUMENTO PRECIO MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E6		RiskTriang(B6;C6;D6)	-∞	0.05333333	+∞
Category: Colif Tot							
Colif Tot / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E15		RiskNormal(B15;C15)	-∞	3412.6	+∞
Category: DBO5							
DBO5 / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E12		RiskNormal(B12;C12)	-∞	3.631667	+∞
Category: Gras & ac							
Gras & ac / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E14		RiskNormal(B14;C14)	-∞	3.908333	+∞
Category: MOVILIZACION CONTENEDORES							
MOVILIZACION CONTENEDORES / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E4		RiskTriang(B4;C4;D4)	-∞	983.3333	+∞
Category: Sól Sus Tot							
Sól Sus Tot / DISTR. PROBABILIDAD	SENSIBILIZACION	E13		RiskNormal(B13;C13)	-∞	18.816	+∞

## @RISK Model Outputs

Performed By: Fernando Manjon

Date: jueves, 18 de junio de 2009 11:18:11 p.m.

Name	Worksheet	Cell	Function
VALOR PRESENTE NETO / 0	fujo	F85	RiskOutput()
TASA INTERNA DE RETORNO / 0	fujo	F86	RiskOutput()

## 7. EVALUACION ECONOMICA

### 7.1. INTRODUCCION

La evaluación de proyectos es el proceso de medición de su valor, en base a una comparación de los beneficios que genera y los costos que requiere, desde algún punto de vista determinado.

La evaluación de proyectos proporciona los elementos de juicio necesarios para tomar decisiones respecto a la ejecución o no ejecución del proyecto.

La Evaluación Económica Identifica méritos intrínsecos del proyecto, independientemente de la manera como se obtengan y se paguen los recursos financieros que necesite y del modo como se distribuyan los excedentes que genera.

### 7.2. METODOLOGIA

Se realiza la Identificación de Impactos económicos para la construcción del flujo económico y poder determinar la rentabilidad económica del proyecto, estas identificación de impacto se realizan en identificación de costos económicos y los beneficios económicos del proyecto, donde se identificaran los sacrificios por consumo o recursos y liberación de recursos o aumento de consumo; para su posterior valoración económica de los impactos

#### **Identificación de los Impactos**

##### Impacto en Beneficios Empresariales

- ❖ Reducción de pérdidas de materiales

- ❖ Reducción de Accidentes
- ❖ Operación Estable
- ❖ Disminución del costos de tratamiento de las pozas
- ❖ Disminución en Pruebas se saneamiento a la Bahía
- ❖ Disminución de Costos Legales a problemas ambientales y de seguridad (multas, indemnizaciones)
- ❖ Mejor imagen Ambiental

#### Impactos en Beneficios Sociales

- ❖ Aumento de la Pesca Artesanal
- ❖ Mejor Ambiente e imagen de las aguas de la bahía
- ❖ Disminución de la contaminación de la bahía
- ❖ Mejora de la vida (flora y fauna ) de la bahía
- ❖ Generación de Empleo

#### Impactos en costos

- ❖ Costos por mantenimientos de pozas Sépticas
- ❖ Costos por tratamiento de pozas sépticas
- ❖ Costos por muestreo de la bahía

### 7.2.1. Valoración de Impactos de Beneficios

El beneficio se medirá a partir de la compensación monetaria implantada por las tasas retributivas que se pagan por vertimientos a la bahía, estas tasas ya establecidas por el ministerio del medio ambiente y aplicadas por los diferentes entes reguladores están definidas y valoradas en \$/kg

	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>
<i>SST</i>	<i>27.58</i>	<i>29.68</i>	<i>31.75</i>	<i>33.81</i>
<i>DBO<sub>5</sub></i>	<i>64.46</i>	<i>69.39</i>	<i>74.24</i>	<i>79.06</i>

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial  
Para el 2004 se actualizó con una tasa de inflación de 6.49%.

Se toma como base el caudal de agua vertido a la bahía, estimado en 330 m<sup>3</sup> al mes y se multiplicara por el valor de la tasa retributiva, previa identificación de las cantidades de contaminantes en las tablas de muestreo de la bahía.

### 7.2.2. Valoración de Impactos de Costos

Para el análisis de costos económicos se tendrán en cuenta los diferentes costos ocasionados por mantenimiento y/o tratamiento de las pozas sépticas limpiezas de rejillas y trampas, costos de mantenimiento de las pozas, costos por muestreo que se efectúan tres veces por año a la bahía en tres estaciones ya establecidas, las cuales nos dicen que cantidad de contaminantes se estan aportando a la bahía; o el estado del estuario marino.

Costos de Tratamiento: Los tratamientos previos a las aguas antes de ser vertidas, son necesarios y estos tienen costos ya establecidos por normas internacionales. Estos tratamientos se efectúan cada tres meses con el respectivo mantenimiento y limpieza de las pozas sépticas de la Sociedad Portuaria. En este punto se le adicionan los diferentes tratamientos y químicos que ayudan a reducir los grados de contaminación antes de que el agua sea vertida a la bahía.

Los costos por tratamiento y mantenimiento de las pozas de sociedad portuaria son de \$82.000.000 anuales

En la Tabla No. 23 se muestra la tecnología recomendada para abatir cada uno de los parámetros identificados por la norma, además aparecen los costos de tratamiento para cuatro rangos de caudal de efluente

Tabla No.23 Costos por Tratamientos

CONTAMINACION	TECNOLOGIA CONSIDERADA	COSTO DE TRATAMIENTO (US \$/m3) (1)			
		50 M3/DÍA	250 M3/DÍA	500 M3/DÍA	1.500 M3/DÍA
pH	Neutralización	0,2 <sup>(2)</sup>	0,2 <sup>(2)</sup>	0,2 <sup>(2)</sup>	0,2 <sup>(2)</sup>
Temperatura	Enfriamiento por Aireación	0,1 <sup>(2)</sup>	0,1 <sup>(2)</sup>	0,1 <sup>(2)</sup>	0,1 <sup>(2)</sup>
Sólidos Suspendidos	Clasificación Asistida por Polímeros	0,22	0,07	0,05	0,04
Sólidos Sedimentables	Clasificación Asistida por Polímeros	0,22	0,07	0,05	0,04
Aceites y Grasas	Separador API	0,44 <sup>(3)</sup>	0,014 <sup>(3)</sup>	0,01 <sup>(3)</sup>	0,008 <sup>(3)</sup>
Hidrocarburos	Arrastre por Aire	0,12	0,12	0,12	0,09
DBO <sub>5</sub>	Lodos Activados	0,99 <sup>(4)</sup>	0,99 <sup>(4)</sup>	0,99 <sup>(4)</sup>	0,99 <sup>(4)</sup>

Arsénico	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Cadmio	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Cianuro	Oxidación Química	3,70 <sup>(5)</sup>	1,07 <sup>(5)</sup>	0,71 <sup>(5)</sup>	0,37 <sup>(5)</sup>
Cobre	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Cromo Total	Reducción Química más Precipitación Química	5,54 <sup>(6)</sup>	1,61 <sup>(6)</sup>	1,07 <sup>(6)</sup>	0,55 <sup>(6)</sup>
Cromo Hevalante	Reducción Química más Precipitación Química	5,54 <sup>(6)</sup>	1,61 <sup>(6)</sup>	1,07 <sup>(6)</sup>	0,55 <sup>(6)</sup>
Fosforo	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Mercurio	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Niquel	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Nitrogeno Amoniacal	Arrastre por Aire	0,12	0,12	0,12	0,09
Plomo	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Sulfatos disueltos	Intercambio Iónico	1,37	0,79	0,69	0,58
Sulfuros	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Zinc	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Poder Espumógeno	Clasificación Asistida por Polímeros	0,22	0,07	0,05	0,04
Boro	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Aluminio	Precipitación Química	4,62	1,34	0,89	0,46
Manganeso	Reducción Química más Precipitación Química	5,54 <sup>(6)</sup>	1,61 <sup>(6)</sup>	1,07 <sup>(6)</sup>	0,55 <sup>(6)</sup>

Costos por Muestreo en la Bahía: Existen tres estaciones ya definidas en el Plan de Manejo Ambiental de Sociedad Portuaria Regional Cartagena, en las cuales se toman Muestras para el respectivo control, monitoreo y seguimiento de las composición del agua de la bahía y su afectación al estuario marino de la bahía.

Muestreo en descargas residuales: Existen diferentes métodos para el muestreo, puntual, sondeo o muestras compuestas; esta última la más utilizada.

Previo al muestreo se debe tener conocimiento sobre los procesos productivos, jornadas laborales, materias primas para definir el tipo de muestreo a realizar. Generalmente este se realiza a través de la composición de las muestras, para determinar los diferentes grados de contaminación de las muestras ya que esta puede estar contaminada en varios aspectos, como son: **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales SST(mg/L), Grasas y Aceites(mg/L), Coliformes Totales(NMP/100/ml), PH, Temperatura, Aluminio, Boro, Cianuro, Etc.**

Los costos por muestreo que realiza sociedad portuaria son de \$ 1.250.000 y se realizan trimestrales, es decir \$ 3.750.000 anuales

## BIBLIOGRAFIA

**Baca Urbina, Gabriel**, Evaluación de proyectos, McGraw Hill  
Tercera Edición, 1995

**Baca Urbina, Gabriel**, Fundamentos de ingeniería Económica, McGraw Hill  
Primera edición, 1994

**Bustamante Álzate, Guillermo**, Series de publicaciones: Gestión de proyectos  
PyP Edición 2008.

**Piedrahita, Antonio**, Normas para diseño de Alcantarillado  
Primera Edición

**Toro Lopez, Francisco**, Proyectos Planeación y Control, Eco Ediciones

**Salvarredy, Julián, García fronti, Verónica, García fronti, Javier**  
Gerenciamiento de proyectos, uiltizando Excel y Project, Editorial Omicron