



PLAN DE MANEJO AMBIENTAL  
MUELLE TURÍSTICO  
DEL PARQUE REGIONAL NATURAL  
JOHNNY CAY (PNRJC)



INFORME FINAL

San Andrés Islas junio de 2007

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	<b>8</b>
1.1	ALCANCE.....	8
1.2	ACTIVIDADES PRELIMINARES .....	9
1.2.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN.....	9
1.2.2	VISITA DE CAMPO .....	10
1.2.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	10
1.2.4	LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO.....	10
1.2.5	INSPECCION GEOTECNICA.....	11
<b>2</b>	<b>MARCO LEGAL Y NORMATIVO</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA</b> .....	<b>15</b>
3.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	15
3.2	ANTECEDENTES.....	17
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>28</b>
4.1	OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	28
4.2	DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	28
4.2.1	TRABAJO DE CAMPO .....	28
4.2.2	INVESTIGACION DE LABORATORIO.....	29
4.2.3	PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	29
4.2.4	SELECCIÓN EMBARCACIÓN TIPO.....	35
4.2.4.1	DIMENSIONES BÁSICAS DE LAS EMBARCACIONES .....	35
4.2.5	DISEÑO DEL MUELLE.....	37
4.2.6	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....	37
4.2.6.1	CIMENTACIÓN .....	37
4.2.6.2	ESTRUCTURA.....	37
4.2.6.3	PROGRAMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN.....	39
4.2.6.4	PRESUPUESTO .....	41
4.2.6.5	ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	41
4.2.6.6	NORMAS APLICABLES.....	41
4.2.6.7	PILOTES .....	42
4.2.6.8	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	46
4.3	ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA.....	60
4.3.1	ORGANIGRAMA DE OBRA .....	60
<b>5</b>	<b>COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LOS USOS DEL SUELO ESTABLECIDOS EN EL POT</b> .....	<b>61</b>
5.1	CATEGORÍAS DE USO.....	61
5.1.1	Zona De Uso General (Zug) .....	62
5.1.2	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (ZA) .....	64
5.1.3	ZONA DE PRESERVACIÓN (ZP) .....	64
5.2	DISEÑO DE SENDEROS EN EL PARQUE NATURAL REGIONAL .....	65
5.3	DEPORTES NÁUTICOS Y RECREATIVAS .....	66
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL MEDIO BIÓTICO, ABIÓTICO, SOCIOECONÓMICO</b>	<b>67</b>

6.1	FACTORES ABIÓTICOS QUE CARACTERIZAN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	67
6.1.1	CLIMA .....	67
6.1.2	TEMPERATURA.....	68
6.1.3	PRECIPITACIÓN.....	68
6.1.4	BRILLO SOLAR.....	69
6.1.5	HUMEDAD RELATIVA .....	69
6.1.6	EVAPORACIÓN.....	70
6.1.7	GEOLOGÍA.....	70
6.1.7.1	FORMACIÓN DE LA PLATAFORMA MARINA.....	70
6.1.7.2	FORMACIÓN DE LA PLATAFORMA TERRESTRE O FORMACIÓN SAN LUÍS.....	70
6.1.7.3	FORMACIÓN CALCÁREA DE SAN ANDRÉS.....	71
6.1.7.4	DEPÓSITOS CUATERNARIOS.....	74
6.2	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL .....	76
6.3	GEOMORFOLOGÍA .....	76
6.4	MORFODINÁMICA.....	77
6.4.1	Procesos de erosión marina .....	77
6.4.2	Variación en la Línea de Costa.....	78
6.5	VIENTOS.....	79
6.6	CORRIENTES MARINAS.....	81
6.7	MAREAS.....	83
6.8	OLEAJE.....	83
6.8.1	Régimen De Oleaje.....	84
6.9	CICLONES TROPICALES.....	84
6.10	OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS .....	87
6.11	MODELACIÓN.....	89
6.12	OLEAJE EN AGUAS SOMERAS .....	95
6.13	OLEAJE DE DISEÑO.....	95
6.14	ESTUDIO OCEANOGRÁFICO .....	99
6.14.1	CORRIENTES.....	99
6.14.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	99
6.14.3	LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO .....	102
6.14.4	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	104
6.15	FACTORES BIÓTICOS QUE CARACTERIZAN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	105
6.15.1	ECOSISTEMAS Y UNIDAD AMBIENTAL.....	105
6.16	ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS - CULTURALES.....	107
6.16.1	Aspectos administrativos .....	109
6.16.2	Manejo De Residuos.....	109
6.16.3	Aguas residuales.....	110
7	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	111
7.1	IDENTIFICACIÓN.....	112
7.1.1	Actividades De Desarrollo.....	112
7.1.2	Cuantificación y calificación.....	112
7.2	EFFECTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO .....	115
7.3	CONCLUSIONES .....	116
8	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	117
8.1	PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIAL.....	118
8.2	PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES .....	120
8.3	PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES .....	121
8.4	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	122
8.5	PROGRAMA DE MONITOREO .....	123

8.6	COSTO DEL PLAN DE MANEJO.....	124
<b>9</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIAS .....</b>	<b>125</b>
9.1	PLAN DE EMERGENCIAS .....	125

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3-1 UBICACIÓN SATELITAL DEL ARCHIPIÉLAGO .....	15
FIGURA 3-2 LÍMITES MARÍTIMOS DE COLOMBIA Y UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA .....	15
FIGURA 3-3 NORESTE DE SAN ANDRÉS, AL NORTE SE OBSERVA JOHNNY CAY .....	16
FIGURA 3-4 ZONA NORTE DE SAN ANDRÉS, AL NORESTE SE OBSERVA JOHNNY CAY .....	16
FIGURA 3-5. UBICACIÓN DE DOS MUELLES ANTERIORMENTE CONSTRUIDOS Y UN ESPOLÓN .....	17
FIGURA 3-6. VISTA DESDE EL NORTE, DE LOS MUELLES CONSTRUIDOS EN JOHNNY CAY. AL FONDO ESTÁ LA ISLA DE SAN ANDRÉS .....	18
FIGURA 3-7 MUELLE CONSTRUIDO EN JOHNNY CAY, ACTUALMENTE SE ENCUENTRA EN RUINAS. ....	19
FIGURA 3-8 FORMACIÓN ARRECIFAL EN LA QUE ESTÁ APOYADO EL CAYO. ....	20
FIGURA 3-9 BASES DEL ANTIGUO MUELLE .....	21
FIGURA 3-10. ESPOLÓN SUMERGIDO, .....	22
FIGURA 3-11. MUELLE FLOTANTE EN SERVICIO ACTUALMENTE .....	23
FIGURA 3-12. CIMIENTOS Y BASE EN CONCRETO DEL MUELLE FLOTANTE .....	24
FIGURA 3-13. BASE EN CONCRETO DEL MUELLE, ENTRADA A LA PLATAFORMA .....	25
FIGURA 3-14. BASE EN CONCRETO DEL MUELLE, ENTRADA A LA PLATAFORMA .....	25
FIGURA 3-15 VIGAS EN CONCRETO PARA SOPORTAR LA PLATAFORMA .....	26
FIGURA 3-16. PLATAFORMA DEL MUELLE FLOTANTE EN USO ACTUALMENTE .....	26
FIGURA 3-17. PLATAFORMA DEL MUELLE FLOTANTE EN USO ACTUALMENTE .....	27
FIGURA 4-1. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS .....	28
FIGURA 4-2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO .....	29
FIGURA 4-3. CÁLCULO SECCIÓN DE PILOTE .....	34
FIGURA 4-4. CÁLCULO SECCIÓN LOSA .....	34
FIGURA 4-5. PLANTA GENERAL DEL MUELLE TURÍSTICO .....	38
FIGURA 4-6. CORTE DE ESCALERAS DE INGRESO A LA PLATAFORMA .....	38
FIGURA 6-1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL A) ESTACIÓN SECA. B) ÉPOCA DE TRANSICIÓN. C) ÉPOCA HÚMEDA. FUENTE: ANDRADE, 2000 .....	67
FIGURA 6-2. MAPA GEOLÓGICO DE LA ISLA DE SAN ANDRÉS Y EL CAYO JOHNNY CAY .....	72
FIGURA 6-3 MAPA FISIGRÁFICO DE SAN ANDRÉS .....	78
FIGURA 6-4. LA VARIACIÓN DE LOS VIENTOS EN EL CARIBE, SE APRECIA EN LA SIGUIENTE FIGURA, DE ACUERDO AL THESE A L'UNIVERSITE DE BORDEAUX I. POUR L'OBTENTION DUTIRE DE DOCTEUR EN OCEANOLOGIE PAR FREDERIC LEBLAC .....	80
FIGURA 6-5. ROSA DE LOS VIENTOS DE SAN ANDRÉS .....	81
FIGURA 6-6. CORRIENTES MARINAS EN EL MAR CARIBE DE ACUERDO A THESE A L'UNIVERSITE DE BORDEAUX I. POR FREDERIC LEBLAC .....	82
FIGURA 6-7. TRAYECTORIA DE TODAS LAS TORMENTAS QUE PASARON POR EL CARIBE DESDE 1990 A 1999. (FUENTE: HTTP://STORMCARIB.COM/CLIMATOLOGY/ATL_ATL.HTM) .....	85
FIGURA 6-8: IMAGEN SATELITAL DEL HURACÁN BETA .....	86
FIGURA 6-9 OLEAJE TÍPICO DEL MAR CARIBE .....	88
FIGURA 6-10 UBICACIÓN DEL SECTOR DE OLEAJE .....	90
FIGURA 6-11. ROSA DE OLAS EN AGUAS PROFUNDAS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ISLA DE SAN ANDRÉS .....	91
FIGURA 6-12 CALCULO DEL OLEAJE NORTE, EN EL PUNTO DE ESTUDIO SELECCIONADO CON PROFUNDIDAD INDEFINIDA; OBTENIENDO ALTURA DE OLA Y PERIODO PICO .....	92
FIGURA 6-13 CÁLCULO DEL OLEAJE ESTE, EN EL PUNTO DE ESTUDIO SELECCIONADO CON PROFUNDIDAD INDEFINIDA; OBTENIENDO ALTURA DE OLA Y PERIODO PICO .....	93

FIGURA 6-14 CALCULO DEL OLAJE SUR, EN EL PUNTO DE ESTUDIO SELECCIONADO CON PROFUNDIDAD INDEFINIDA; OBTENIENDO ALTURA DE OLA Y PERIODO PICO .....	94
FIGURA 6-15 MAPA DE PROFUNDIDADES DE LA MAR EN EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS DIRECCIÓN MARÍTIMA DIMAR. ....	96
FIGURA 6-16. ENTRADA DEL PROGRAMA OLAS PARA CALCULO OLAJE DE DISEÑO .....	97
FIGURA 6-17. CALCULO DEL OLAJE ESTE, EN EL PUNTO DE ESTUDIO SELECCIONADO CON PROFUNDIDAD DEFINIDA; OBTENIENDO ALTURA DE OLA Y PERIODO PICO .....	98
FIGURA 6-18 MEDICIÓN DE LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE LA CORRIENTE .....	99
FIGURA 6-19 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE JOHNNY CAY .....	100
FIGURA 6-20 ZONA DE PLAYA EN LA PARTE SUR DEL CAYO.....	101
FIGURA 6-21 ZONA DE PLAYA EN JOHNNY CAY, VISTA A SAN ANDRÉS.....	101

## LISTA DE TABLAS

TABLA 4-1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO .....	29
TABLA 4-2 COEFICIENTE DE VIENTOS.....	31
TABLA 4-3 COEFICIENTE DE ARRASTRE.....	31
TABLA 4-4. COMBINACIONES DE CARGA .....	32
TABLA 4-5 RELACIÓN DE EMBARCACIONES QUE ARRIBAN A JOHNNY CAY .....	35
TABLA 4-6 CRONOGRAMA MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY .....	39
TABLA 4-7 CRONOGRAMA MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY .....	40
TABLA 4-8 CRONOGRAMA MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY .....	40
TABLA 6-1 REGISTRO DE LOS CICLONES TROPICALES MÁS FUERTES QUE AFECTARON EL ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS.....	86
TABLA 6-2. CÁLCULO DE LA ALTURA DEL OLEAJE MAR AFUERA DURANTE LOS CICLONES TROPICALES QUE HAN AFECTADO LA ISLA DE SAN ANDRÉS .....	87
TABLA 6-3 ALTURA DE OLA Y PERÍODO DEL ESTUDIO REALIZADO ENTRE EL DHI Y LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES EN AGUAS PROFUNDAS EN BOCAS DE CENIZA .....	88
TABLA 6-4 ALTURA DE OLA Y PERÍODO DEL ESTUDIO REALIZADO POR LA UNIVERSIDAD DEL NORTE EN AGUAS PROFUNDAS EN BOCAS DE CENIZA.....	89
TABLA 6-5 VALORES DE LA PROFUNDIDAD MARINA EN LA ZONA DEL PROYECTO.....	103
TABLA 6-6 VISTA DE LA FISIOGRAFÍA SUBMARINA EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	103
TABLA 6-7 UBICACIÓN ESTRATO ROCOSO ZONA DEL PROYECTO.....	104
TABLA 6-8. INFORMACIÓN DE CARTOGRAFÍA SOCIAL, CON PROPIETARIOS Y PERSONAL QUE LABORA EN JOHNNY CAY .....	108
TABLA 7-1 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DEL PROYECTO.....	114
TABLA 7-2 ANALISIS DE SIGNIFICANCIA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES .....	114
TABLA 7-3 MANEJO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	115

## LISTA DE FICHAS

FICHA 1. INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE .....	119
FICHA 2 INDUCCIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AL PERSONAL VINCULADO .....	119
FICHA 3. SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL .....	119
FICHA 4. AFECTACION A TERCEROS E INFRAESTRUCTURA .....	120
FICHA 5. MANEJO DE EMISIONES.....	120
FICHA 6. MANEJO DE MATERIALES.....	121

## 1 OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.

### 1.1 Alcance

De acuerdo con la cláusula primera del contrato No. 003 de 2.006, suscrito entre INVEMAR y HYSTER Ltda se adelantará un estudio que incluya el Diagnóstico, Análisis y Diseño del muelle turístico del Parque Regional Natural Johnny Cay (PNRJJC); a fin de tener la base para recomendar o no la construcción de un muelle de embarque y desembarque.

El presente documento, dadas las características de la zona y la dimensión de las obras civiles corresponde a un Plan de manejo Ambiental, donde se identifican diferentes actividades para evitar o minimizar los riesgos, efectos o impactos negativos que se puedan presentar durante la realización de las obras (Decreto 500 de 2006).

En este sentido el presente documento se ha elaborado de acuerdo con los Términos de Referencia (TdR) genéricos establecidos para este tipo de proyectos. En términos generales contempla la recopilación de la información secundaria disponible y las observaciones de campo pertinentes, su análisis y organización de acuerdo con lo requerido en los TdR, de tal manera que se presenta la caracterización ambiental, se describe el proyecto y se explica su interacción con las variables ambientales. El análisis de esta información permite hacer la identificación y evaluación de los impactos ambientales y se constituye en la base de los programas para control, prevención, medidas correctivas para mitigar y compensar los daños que pueda ocasionar el proyecto.

Para adelantar este Plan de manejo Ambiental se adelantaron los siguientes estudios:

#### **Levantamiento topográfico**

- **Levantamiento batimétrico** del área de influencia, con énfasis en la zona de construcción del muelle de embarque y desembarque de Johnny Cay.
- **Estudio Oceanográfico** que incluye los aspectos relacionados con el clima, corrientes, olas y mareas, así como todo lo necesario para caracterizar la dinámica marina del área de estudio y su zona de influencia. Comportamiento mensual mínimo del año.
- **Estudio Geotécnico**, que ilustre sobre las condiciones del suelo de fundación sobre el que se construirá el muelle.

#### **Diseño Del Muelle**

De acuerdo a los resultados de los estudios realizados se realizan las recomendaciones del sitio más adecuado para la construcción del muelle, así como las características del mismo. El diseño incluye las condiciones técnicas y ambientales necesarias para ofrecer seguridad y comodidad en el momento de embarque y desembarque de los pasajeros y garantizar su sostenibilidad y durabilidad en el largo plazo.

- **Diseño hidráulico**, define las características esenciales de forma, que sean adecuadas para soportar el embate de las fuerzas marinas, es decir de las corrientes y el oleaje; a las que estará sometido el muelle.
- **Diseño Estructural**, determina las estructuras dimensionadas mediante el diseño hidráulico, el muelle externo funcional y la estructura de fundación de las mismas; a fin de lograr un sistema que aporte total seguridad, eficiencia, resistencia y durabilidad máxima.
- **Cálculo de los costos** directos e indirectos que acarreará la construcción del muelle y programación de su tiempo de ejecución.

## 1.2 Actividades Preliminares

### 1.2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La siguiente es la información base que fue consultada para la elaboración del presente estudio:

- Diseño de las obras de protección de la Vía Circunvalar de San Andrés
- Áreas Coralinas de Colombia
- Plan de Ordenamiento Territorial de San Andrés 2001-2009
- Plan de Ordenamiento Territorial de San Andrés 2003-2020
- Comisión Colombiana del Océano [www.cco.gov.co](http://www.cco.gov.co)
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
- Ministerio de medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Rural 2000. Política Nacional de Ordenamiento Integrado y desarrollo Sostenible de las Zonas Costeras, Bogotá, diciembre de 2000
- Base de datos del clima de olas en el mar Caribe. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores.
- D'Angremond, K.; Breakwater Desing; International Institute for Hydraulic an Environmental Engineering; Rotterdam, Holanda 1986.
- Coastal Engineering Research Center; Shore protection Manual; U.S. Army Corps of Engineers; Waterways Experiment Station; U.S.A., 1977.
- Coastal Engineering Research Center; Shore protection Manual; U.S. Army Corps of Engineers; Waterways Experiment Station; U.S.A., 1984.
- Oceanographic Atlas of the North Atlantic Ocean. Section IV winds, state of sea, swell, and waves. US Naval Oceanographic. Publication No. 800, 1963 (Reprinted 1969 – 1970).
- DRAFT Estudio preliminar del impacto del oleaje de huracanes categoría 1, 3 y 5 en la línea costera del Departamento del Atlántico, Físico Ph Juan Carlos Ortiz Royero. Universidad del Nort
- PLAN DE MANEJO Archipiélago de San Andrés, Providencia & Santa Catalina Reserva de Biosfera, Coralina
- Centro Nacional de Huracanes. //www.nhc.noaa.gov

## 1.2.2 VISITA DE CAMPO

La visita de campo para hacer reconocimiento del terreno del proyecto y las áreas adyacentes, se realiza con el objeto de tomar datos oceanográficos, batimétricos, topográficos y registros fotográficos, se efectuó del día 03 al 06 de Noviembre de 2006.

Durante esta visita de campo se procedió a efectuar un levantamiento topográfico detallado del cayo, especialmente en la zona noreste, donde se encuentran los restos de dos muelles para embarcaciones menores que allí se construyeron y que se encuentran en ruinas. Sobre la zona noreste del cayo se efectuaron la mayor parte de los estudios debido a que se encuentra a sotavento, condición esta que la resguarda de los fuertes vientos alisios que predominan en la zona.

Se efectuó un levantamiento batimétrico de precisión con el fin de determinar la pendiente de playa y las condiciones de aproximación hacia la zona abrigada. También se realizó el reconocimiento biológico y se verificaron las condiciones de oleaje para comprobar las proyecciones que arrojan los modelos que se simularon para el área.

Se efectuó la medición de corrientes dentro de tres días en horas de pleamar y bajamar, con variadas condiciones de viento con el fin de determinar la mejor condición de abrigo. Las observaciones se tomaron sobre embarcaciones que prestan el servicio turístico a Johnny Cay a fin de identificar las características de la embarcación tipo.

Durante la visita, se hicieron entrevistas con personal de coralina, ingenieros geotecnistas de la zona y con el personal de lancheros y autoridades de la zona, con el fin de tener claro el concepto del muelle que se va a construir.

## 1.2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realizó en la primera semana de noviembre de 2006, utilizando para las mediciones un equipo de alta eficiencia: Estación total Leyca TC 905L con su respectivo software de lectura y se procesa la información con el software microsurvey. Todo el sistema en general está referenciado a coordenadas geográficas, Latitud y Longitud, con base en el Elipsoide W.G.S. 84 y adicionalmente se dibujará una cuadrícula de coordenadas planas de Gauss amarrada al sistema Nacional del I.G.A.C.

Se efectuó el levantamiento planimétrico del perímetro del cayo y altimétrico mediante perfiles de playa, perpendiculares al mar, desde una distancia de la línea de playa de aproximadamente 40 metros hasta una profundidad de 6 pies o dos metros, dentro del mar.

## 1.2.4 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

Como base fundamental para conocer la forma de la superficie marina de la zona donde se ha de ubicar el muelle; se realizó un levantamiento batimétrico, en el cual se emplearon receptores de G.P.S. de alta precisión Marca Ashtech, referencias Reliance enlazados con el software océano-hidrográfico HYPACK y los cálculos de post-proceso con los software PRISM, Terra Model, Reliance para cálculo de posiciones estáticas y dinámicas con corrección diferencial. Las profundidades se midieron con ecosonda electrónica de precisión marca Furuno FMV-605. Las cotas de los puntos se registran en metros con corrección por altura de la marea.

### 1.2.5 INSPECCION GEOTECNICA

Con el fin de conocer las características del subsuelo en el sector proyectado para la construcción del muelle, se realizaron una serie de apiques, desde la superficie del agua hasta encontrar la superficie del estrato rocoso; distribuido en seis puntos a lo largo de una sección transversal frente a las bases del muelle flotante.

## 2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El marco legal tiene como objeto establecer de manera precisa la competencia atribuida a las diferentes autoridades con jurisdicción y competencia en el área de influencia del muelle turístico del Parque Regional Natural Johnny Cay

Los aspectos descritos comprenden un esquema normativo que impone y orienta los procedimientos, restricciones y limitaciones, que se deben tener en cuenta, para un buen manejo ambiental de las construcciones y operaciones que se realizan en el muelle.

Dentro de las Leyes, decretos y resoluciones en materia ambiental que orientan el siguiente estudio se encuentran:

- Constitución Política de Colombia 1.991. Artículos: 1 - 8 - 58 - 67 - 78 - 79 - 95 - 101 - 215 - 226 - 333.
- Decreto – Ley 2811 de 1974, Código de los Recursos Naturales.
- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA – y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1180 de 2003, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
- Decreto 1594 de 1984, referido al uso del agua y los residuos líquidos.
- Decreto 948, de Junio 5 de 1.995, por medio de cual se reglamenta parcialmente la Ley 23 de 1.973: los Artículos 33,73,74 y 75 del Decreto Ley 2811 de 1.974 y la Ley 99 de 1.993, en relación con prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- Resolución 541, de diciembre 14 de 1994, por la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros de construcción, demolición y movimiento de capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Dentro de las leyes, decretos y convenios en materia operaciones portuarias y marítimas que enmarcan los procedimientos de operación de muelles y de las embarcaciones se tienen:

- Ley 01 de 1991, por la cual se expide el Estatuto de Puertos Marítimos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto Ley 2324 de 1984, Orgánico Dirección General Marítima.
- Ley 46 de 1.988, por medio de la cual se fijan los objetivos del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
- Convenio internacional para prevenir la contaminación del mar por buques de 1973 y protocolo de 1978 “MARPOL 73/78”.
- Convenio sobre la seguridad de la vida en el mar de 1974 y protocolo de 1978 “SOLAS 74/78”.
- Resolución LC.52(18). Relativa a las pautas para evaluación de los materiales de dragado. Decimoctava Reunión Consultiva de las Partes Contratantes del Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y Otras Materias. Organización Marítima Internacional. - 1995.

- Resolución 930 de Noviembre 25 de 1.996, por medio de la cual la Superintendencia General de Puertos reglamenta la recepción de los desechos generados por los buques en los puertos, terminales, muelles y embarcaderos.
- Resolución 0071 del 11 de Febrero de 1997, por medio de la cual la Superintendencia General de Puertos determina el Reglamento de Condiciones Técnicas de Operación de los puertos.
- Resolución 0490 del 15 de Agosto de 1997, por medio de la cual la Dirección General Marítima establece el procedimiento para llevar a cabo el control y vigilancia de los niveles de residuos de hidrocarburos y mezclas oleosas generados y retenidos a bordo de los buques y artefactos navales.

Respecto a leyes, decretos y resoluciones en materia de prevención y atención de desastres que enmarca el plan de contingencia de las operaciones de un muelle se encuentran:

- Decreto 919 de 1.989, por medio de la cual se ordenó a que las fases de prevención y atención inmediata en relación con los diferentes tipos de desastre fueran incluidas en el Plan Nacional para la Prevención y Atención de desastres.
- Decreto 2190 de 1.995, por medio del cual se ordena la elaboración y desarrollo del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres.

Otros documentos utilizados como base para los procedimientos de actividades portuarias:

- Guías Para la Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental en Puertos y Actividades Portuarias. Autoridades Marítimas y Portuarias de América Latina. ROCRAM. 1993.
- Sistema de Calidad Serie ISO 9.000.
- Sistema de Administración Ambiental ISO 14.000.

Documentos de política y normatividad referenciados en la elaboración del Plan de Manejo del Parque Natural Regional Johnny Cay

- Documento CONPES 2750 Minambiente-DNP UPA diciembre 1994. El (PMPNRJC) se articula al programa Mejor Agua, Mares y Costas Limpias, cuyo objetivo es proteger los ecosistemas estratégicos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, de manera que se contribuya a promover el desarrollo económico y social, prevenir catástrofes y garantizar el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural.
- El Proyecto Colectivo Ambiental o Plan Nacional Ambiental 1999, toma como elemento articulador de la política “el agua”. Dentro del programa de agua, una de la políticas esta orientada a la elaboración y ejecución de planes de manejo costero en el marco del concepto Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC). A nivel del Caribe la política se orienta a un manejo de mares y costas integradas al desarrollo social y económico de la región y se contemplan como acciones la promoción del ordenamiento y MIZC, la incorporación de nuevos sistemas de producción basados en la oferta natural regional y el fomento para la producción limpia.
- LEY 47/93, ley marco del Departamento Archipiélago, en su ART. 26 estipula que: los recursos naturales y ambientales del Departamento son de especial protección, esta consideración se hace basada en las condiciones de insularidad oceánica y la poca extensión de las islas, que las convierte en ambientalmente frágiles.
- Plan de Ordenamiento Ambiental para el Desarrollo Sostenible, 1998-2010 (POA), contempla, dentro de sus objetivos la búsqueda del manejo integral de los recursos naturales y el medio ambiente que permita elevar la calidad de vida de los habitantes y

- mejorar las condiciones ambientales del Archipiélago. El (PMPNRJC) se enmarca dentro de las cinco políticas ambientales centrales del POA, estas políticas son: reducción de la contaminación ambiental, administración y manejo de ecosistemas estratégicos y recursos naturales renovables y no renovables, control y reducción de la densidad poblacional, desarrollo territorial y desarrollo del capital humano.
- Plan de Acción Trienal de CORALINA, donde están propuestos los proyectos y actividades de administración y gestión ambiental en el archipiélago, enmarcado dentro del POA, con un horizonte de tres años (2001- 2003).
  - Acuerdo 28 de noviembre 20 de 1970, ratificada mediante Resolución 23 de 1971 por el Gobierno Nacional, mediante la cual se establece la ZRN de San Andrés, quedando incluidas Johnny Cay y las áreas marinas adyacentes a esta dentro de la zona reservada y cuyo fin primordial es conservar la flora y la fauna acuática y lograr el incremento de las poblaciones ícticas existentes en la Bahía de San Andrés.
  - Resolución No 151 del 09 de Marzo de 1998, mediante la cual se declaran las playas del Archipiélago como zonas de especial protección, se establecen usos permitidos en todas las playas, entre las cuales quedan incluidas las playas presentes en Johnny Cay.
  - Mediante la resolución No. 023 del 20 de enero de 1997, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, CORALINA, solicitó en acto administrativo a la Gobernación Departamental presentar el respectivo PMAJC. Se requería a través de esta resolución que se tuvieran en cuenta las actividades y medidas de adecuación de infraestructura para la mitigación de impactos ambientales y la posible recuperación del cayo.
  - De acuerdo al fallo del Honorable Consejo de Estado, radicado bajo el No. 496 del 17 de marzo de 1993, se conceptuó, sobre la jurisdicción del mar territorial, lo siguiente: "... está fuera de toda duda que el mar territorial colombiano no puede ser estimado como jurisdicción de ningún departamento o municipio". La Ley 99 extendió la jurisdicción de CORALINA hasta el mar territorial y la zona económica exclusiva, según el inciso 2° del Artículo 37, trascendiendo el ámbito del departamento y los municipios que lo conforman. La misma norma encarga a CORALINA dirigir el proceso de planificación regional del uso del suelo y de los recursos del mar para mitigar o desactivar presiones de explotación inadecuadas de los recursos naturales. Por tal razón, la Corporación asume la responsabilidad de elaborar el respectivo PMAJC y fijar las pautas para la correcta administración del cayo.
  - Decreto ley 2324 de 1984, que reorganiza la Dirección General Marítima (DIMAR) como autoridad Marítima Nacional.

### 3 DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA

#### 3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Johny Cay es un cayo ubicado exactamente a los 12°35'57" Lat Norte y a los 81°41'21" Long. Oeste en jurisdicción del Archipiélago de San Andrés y Providencia, el cual se encuentra situado en el mar Caribe entre los 10°49'00" y 16°10'10" de latitud Norte, y entre 76°15'00" y 82°00'00" de longitud Oeste de Greenwich, con una superficie aproximada de 5 hectáreas. Forma parte del Archipiélago de San Andrés y Providencia que consta de 3 islas: San Andrés, Providencia y Santa Catalina. También el archipiélago consta de un conjunto de islotes y cayos que se extienden por espacio de cerca de 500 Km<sup>2</sup>, con nombres como Johny Cay, Rose Cay, Rocky Cay, Haynes Cay, Cotton Cay, Courtwon Cay, Albuquerque Cay, Grunt Cay, Grasy Cay, Roncador Bank, Serrana Bank, Serranilla Cay y Quitasueño Bank.



Figura 3-1 Ubicación Satelital del Archipiélago de San Andrés en América



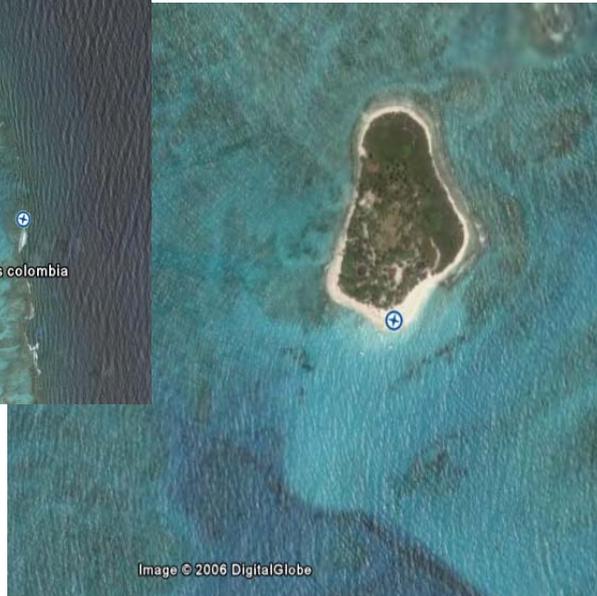
Figura 3-2 Límites Marítimos de Colombia y ubicación del Departamento Archipiélago de San Andrés y Providencia

Johny Cay está a 1 km de distancia de San Andrés, que es la isla mayor del conjunto, se encuentra situada a 620 Km al Noroeste de Cartagena y 676 Km de Santa Marta. El Archipiélago tiene un área terrestre de 57 Km<sup>2</sup> y un área marina de 349.800 Km<sup>2</sup>. El cayo objeto del presente estudio tiene un área terrestre de 5 hectáreas y fue declarado Parque Natural Regional Johnny Cay (PNRJC), mediante el Acuerdo 027 de Agosto 3 de 2001, por el

Consejo Directivo de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, CORALINA.



*Figura 3-3 Noreste de San Andrés, al norte se observa Johnny Cay*



*Figura 3-4 Zona Norte de San Andrés, al noreste se observa Johnny Cay*

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina fue una intendencia creada en 1912, luego en 1928 mediante el tratado Esguerra - Bárcenas; Nicaragua reconoce la soberanía de Colombia sobre la intendencia; que posteriormente es declarado Puerto libre en 1.953. Fue creado el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, por la Constitución de Colombia de 1991 y en el año 2001 fue nombrado "Reserva de Biósfera de Flora Marina" por la UNESCO; lo que significa que la definen como una "zona de ecosistemas terrestres o costeros marinos, o una combinación de los mismos, establecida con el objetivo de preservar la diversidad biológica y de los recursos biológicos con su uso sostenible" que busca beneficios para la conservación de ecosistemas y la biodiversidad pero que representa un costo social al sustraerse un territorio de ciertas actividades productivas.

Según el censo del DANE de 1973, el Archipiélago de San Andrés contaba con 22.983 habitantes, de los cuales 14.731 correspondía al sector urbano. El censo efectuado en el año 2.005 encontró una población de 55.426 habitantes de los cuales 40.902 están en la cabecera municipal, teniendo visos de superpoblación.

Una de las actividades base de la economía del Archipiélago definitivamente es el turismo, dentro del cual hay una visita esencial por su cercanía ya que está a 10 minutos en lancha y precio moderado, a tan solo diez minutos de lancha, en transporte individual o de grupo es a

Johnny Cay, totalmente al Norte frente a Sprat Bight, es un cayo pequeño con algunas instalaciones para bañistas, algo descuidadas, pero con magnífica y amplia playa de arena blanca y un sector de barrera coralina interesante para el buceo profesional y la observación espectacular de las barracudas y otras especies en cuevas formadas por el arrecife. Por lo anterior, es de suma importancia la adecuación definitiva de un muelle apto, seguro y estéticamente agradable, para el atraque de las embarcaciones colectivas e individuales que llevan cada día aproximadamente 800 a 1000 personas.

### 3.2 ANTECEDENTES

Con base en la necesidad de prestar un servicio de transporte al cúmulo de turistas que visitan el cayo, aproximadamente en los años 50, sin contar con la fecha precisa se construyó el primer muelle el cual se fue deteriorando con el tiempo por efecto del oleaje y los embates de los huracanes registrados en este periodo, hasta que no fue posible su uso y el desembarque se realizaba en forma directa sobre la zona de playa. En 1.987 se construyó nuevamente un embarcadero, cuya duración no logró superar el periodo de diseño; a fin de proteger el muelle existente, se implementó una obra de protección costera mediante la construcción de un espolón, el cual fue destruido por el embate de las olas y se encuentra sumergido dentro del agua. En la actualidad, el muelle flotante, se encuentra en alto estado de deterioro y esta fuera de servicio; el acceso se hace en forma directa sobre la playa. En la figura 4-5 se aporta una fotografía satelital, que indica la ubicación de las tres estructuras construidas para habilitar y proteger la posibilidad de embarque de turistas.



Figura 3-5. Ubicación de dos Muelles anteriormente construidos y un espolón

En el registro fotográfico de la figura 4-6 se aprecia una vista que incluye, el primer muelle que está totalmente destruido; más atrás el muelle construido en 1.987; y al fondo se observa la isla de San Andrés, sitio del cual provienen las embarcaciones que transportan los turistas.



*Figura 3-6. Vista desde el norte, de los muelles construidos en Johnny Cay. Al fondo está la isla de San Andrés.*

A unos 165 m desde el norte, está la zona que recibe el oleaje más atenuado de todo el cayo, razón por la cual se ubicaron allí las obras para desembarque. Sin embargo no han logrado dar el servicio por mayor tiempo, ya que con el paso de los huracanes y el oleaje permanente se han destruido, siendo necesario su reemplazo. Actualmente se aprecia un (figuras 4-6 y 4-7) muelle flotante del que aun quedan las bases; fue construido en 1987 por Michae Pechtal, 32 m de longitud (tarima), área de 96 m<sup>2</sup>, flotante, de 8 módulos y 12 flotadores de dicho muelle solo se encuentra las bases de tierra, la parte flotante fue destruida y solo se encuentran los muertos circulares, que servían de amarre al muelle, de 1 m de diámetro y 0,5 m de altura.

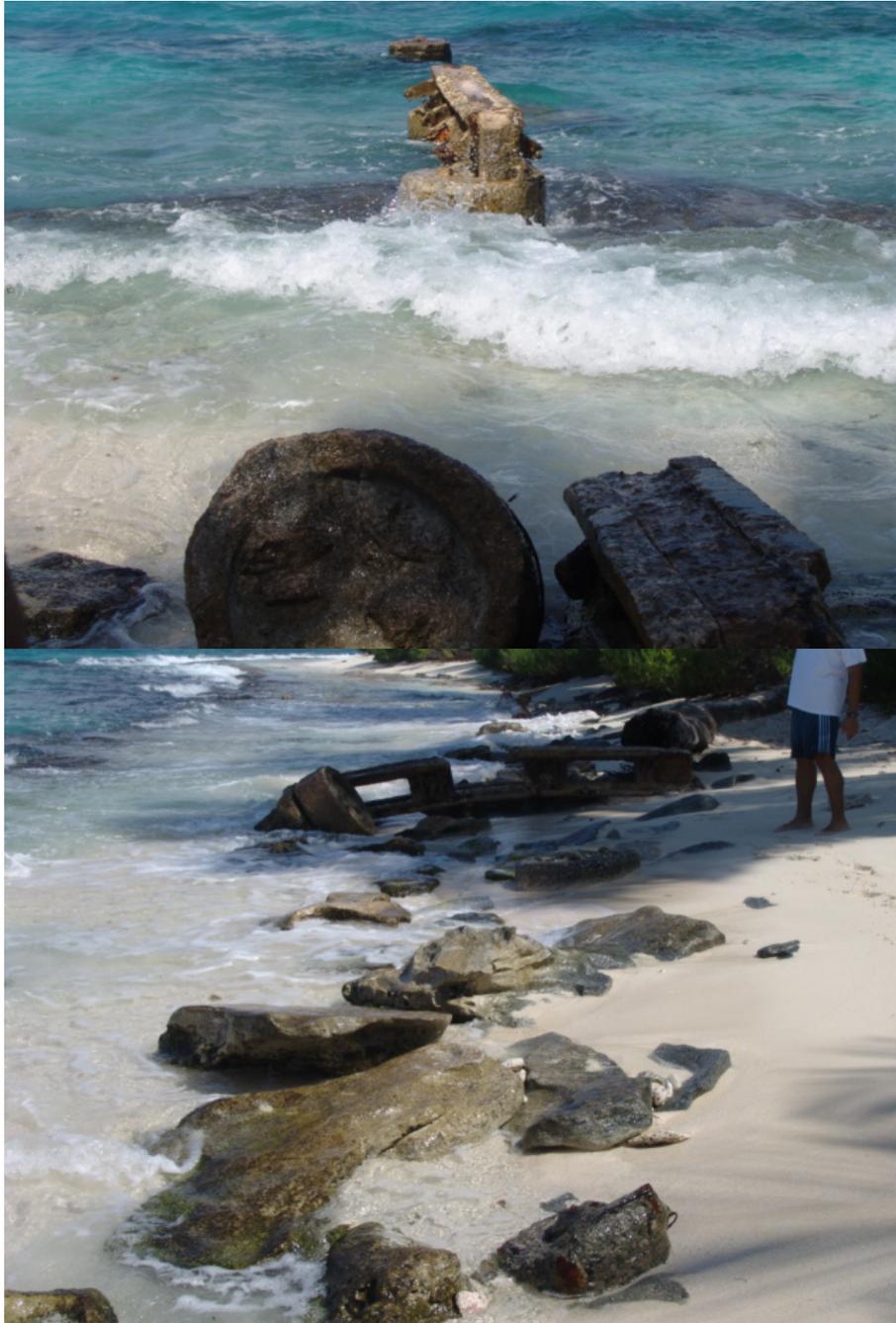


*Figura 3-7 Muelle construido en Johnny Cay, actualmente se encuentra en ruinas.*

En las figuras 4-8, se puede apreciar como el cayo, está sustentado sobre roca coralina fósil, de gran resistencia y durabilidad, la cual emerge como una barrera arrecifal. Los pilotes del muelle más antiguo están cimentados sobre dicha roca como lo registran las fotos de la figuras 4-8. Se observa que a pesar del tiempo los pilotes se mantienen en el lugar donde se hincaron es decir sobre este mando, en otros sitios están en el suelo.



*Figura 3-8 Formación arrecifal en la que esta apoyado el cayo.*



*Figura 3-9 Bases del antiguo muelle.*

Apreciamos en el registro fotográfico de la figura 4-9, las ruinas del espolón construido para protección del muelle, está destruido y sumergido en el mar, dichas ruinas contienen gran cantidad de roca y varillas de hierro y se construyó posiblemente para buscar protección al muelle flotante existente en ese momento.



*Figura 3-10. Espolón sumergido,*

Después de la destrucción del primer muelle, se adelantaron las gestiones gubernamentales, para habilitar un nuevo sitio de embarque y desembarque, construyendo en 1.987 otro muelle flotante, pero esta vez a 60 mts de distancia del anterior; con una plataforma en madera soportada al emerger del agua sobre una base en concreto que se inicia donde termina la base coralina arrecifal, como lo vemos en las fotos de la figura 4-11 y 4-12.



*Figura 3-11. Muelle flotante en servicio actualmente.*



Figura 3-12. Cimientos y base en concreto del muelle flotante



*Figura 3-13. Base en concreto del muelle, entrada a la plataforma*

La plataforma fue construida sobre pilotes de concreto con un radio de 1 mt. aproximadamente como lo muestra el registro fotográfico. Como soporte longitudinal, sobre los pilotes, tiene dos vigas de concreto con ancho de 0.20 mts y altura escalonada de 0.60 mts aproximadamente, la cual tiene variaciones; dichas vigas están en un alto grado de deterioro, ya que está fracturadas y por consiguiente el refuerzo está totalmente corroído por efectos del agua salina y la exposición a la interperie, ver figuras 4-13 y 4-14.



*Figura 3-14. Base en concreto del muelle, entrada a la plataforma*



*Figura 3-15 Vigas en concreto para soportar la plataforma*

En cuanto a la plataforma, se trata de un disposición de travesaños de madera, sobre las vigas de concreto. La plataforma también está en un alto grado de deterioro, se aprecia en los registros fotográficos de las figuras 4-15 y 4-16.



*Figura 3-16. Plataforma del muelle flotante en uso actualmente.*



*Figura 3-17. Plataforma del muelle flotante en uso actualmente.*

## 4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 4.1 OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Con base en la necesidad de prestar un servicio de transporte a los turistas que visitan el Parque Regional Natural Johnny Cay (PNRJC), se establece la necesidad de construir un muelle que permita su embarco y desembarco, debido a que actualmente el acceso se hace en forma directa sobre la playa. En la figura 3-5 se aporta una fotografía satelital, que indica la ubicación de del nuevo muelle.

En este sentido a través del contrato No. 003 de 2.006, suscrito entre INVEMAR y HYSTER Ltda se adelantó un estudio que contempló el Diagnóstico, Análisis y Diseño del muelle turístico del Parque Regional Natural Johnny Cay (PNRJC); a fin de tener la base para recomendar o no la construcción de este nuevo muelle.

### 4.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### 4.2.1 TRABAJO DE CAMPO

A fin de conocer las condiciones geotécnicas de la zona para la construcción del muelle se realizaron diferentes sondeos (ver Figura 4-1)

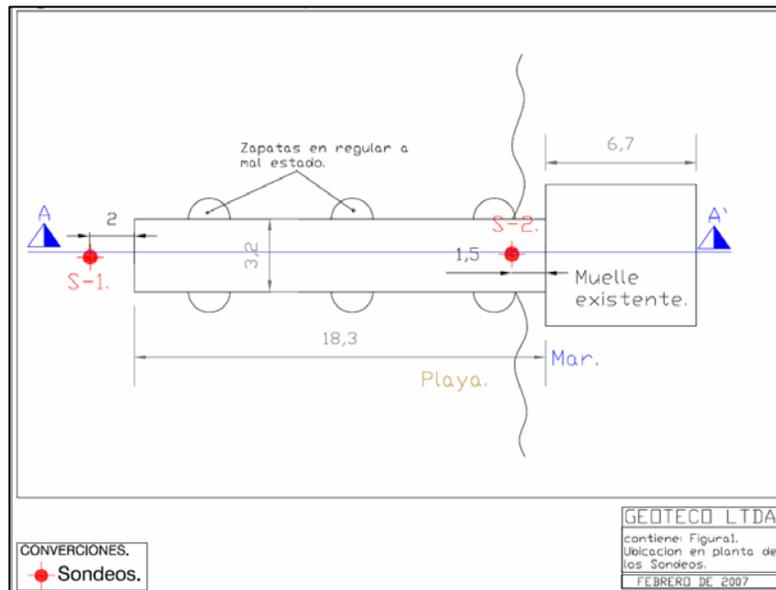


Figura 4-1. Localización de los sondeos

#### 4.2.2 INVESTIGACION DE LABORATORIO

A continuación se presentan los resultados de laboratorio de las diferentes muestras logradas en cada sondeo:

Tabla 4-1. Características del material encontrado

SONDEO	PROFUNDIDAD cm	W%	LIMITES			$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	q <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	% QUE PASA					SUCS			
			LL	LP	IP			3/4"	1/2"	3/8"	4	10		40	100	200
1	0,50-1,00	10,2	NP	NP	NP			100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	59,9	19,4	17,8	SM
1	4,50-5,00	9,5	NP	NP	NP			100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	17,5	1,9	1,4	SP
1	5,00-5,50	9,9	NP	NP	NP			100,0	72,5	70,3	65,5	60,1	38,4	7,2	3,0	SP
2	3,00-3,50	11,2	NP	NP	NP			100,0	72,0	72,0	67,8	63,7	36,8	5,4	2,4	SP
2	6,00-6,50	10,2	NP	NP	NP			100,0	100,0	79,2	68,5	59,3	35,5	4,3	2,9	SP
2	9,50-10,00	11,5	NP	NP	NP			100,0	80,3	74,3	69,2	62,2	35,4	7,2	3,2	SP
2	10,50-11,00	10,5	NP	NP	NP			100,0	90,8	78,5	59,7	40,1	8,6	1,2	0,9	SP

#### 4.2.3 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

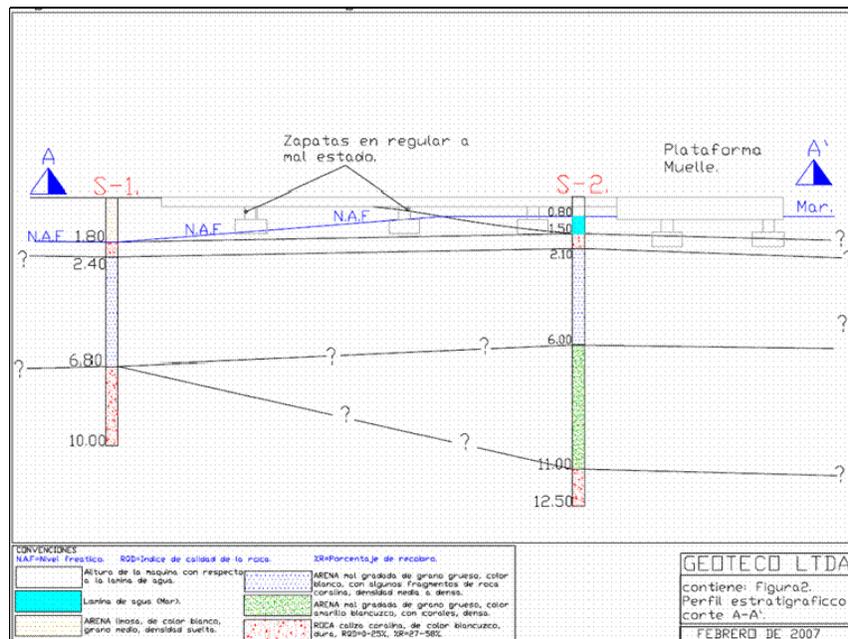


Figura 4-2. Perfil estratigráfico

A continuación se presentan los diferentes análisis realizados para establecer la ubicación y el diseño del muelle:

### CALCULO DE FUERZAS POR VIENTO Y CORRIENTE

#### DATOS CONOCIDOS

Velocidad Viento	Vw=	120 km/hor = 74.57 mph
Area de ataque Frontal	A=	2.68 m <sup>2</sup>
Diámetro Parantes Tubos	Ø=	8" 0.61 m <sup>2</sup>
Área Vigas	A=	1.47 m <sup>2</sup>
Área Losa plataforma del muelle	A=	0.60 m <sup>2</sup>
Area de ataque Paralelo	A=	135.00 m <sup>2</sup>
Área Plataforma del muelle	A=	135.00 m <sup>2</sup>

#### CALCULO DE FUERZAS - (Viento - Corrientes).

Fuerza del Viento	
Altura de referencia	Z <sub>0</sub> = 70 mm
Altura de interes	Z = 5000 mm

$$P_D = P_s \times \frac{(V_{DZ})^2}{25600}$$

$$V_{DZ} = 2.50 \times V_o \times \left( \frac{V_{10}}{V_s} \right) \times \ln \left( \frac{Z}{Z_o} \right)$$

Donde :

V<sub>o</sub> = 13.2 Km / h Terreno Abierto

V<sub>10</sub> = 120 Km / h Velocidad de viento

V<sub>s</sub> = 160 Km / h Velocidad base

Z = 5000m Altura actuante del viento

Z<sub>o</sub> = 70mm Altura base

$$V_{DZ} = 2.50 \times 13.2 \times \left( \frac{120}{160} \right) \times \ln \left( \frac{5000}{70} \right) = 105.65 \text{ km/h}$$

$$P_D = P_s \times \frac{(105.65)^2}{25600}$$

$$P_D = 0.44 \times P_s$$

Tabla 4-2 Coeficiente de Vientos

	PB (ton/m <sup>2</sup> )		PD (ton/m <sup>2</sup> )	
	Barlovento	Sotavento	Barlovento	Sotavento
Para Pilotes, vigas	4.5		1.98	
Para losas		2.20		0.97

#### Fuerza de Corriente

$p$  = presión del agua que fluye (MPa)

CD = coeficiente de arrastre para pilas como se especifica en la Tabla 1

Tabla 4-3 Coeficiente de Arrastre

Tipo	CD
Pila con borde de ataque semicircular	0.7
Pila de extremo cuadrado	1.4
Arrastres acumulados contra la pila	1.4
Pila con borde de ataque en forma de cuña, ángulo del borde de ataque $\leq 90^\circ$	0.8

Fuerzas marinas contra pilotes = 0.70

$V = 12.00$  m/seg

$p = 0.05$  Mpa

$p = 5.28$  Ton/m<sup>2</sup>

Fuerzas marinas contra cara frontal de la losa = 0.80

$V = 12.00$  m/seg

$p = 0.06$  Mpa

$p = 6.04$  Ton/m<sup>2</sup>

$V$  = velocidad del agua para la inundación de diseño en estados límites de resistencia y servicio y para la inundación de control en el estado límite correspondiente a evento extremo (m/s)

$$P = 5.14 \times 10^{-4} \times CD \times V^2$$

## CRITERIOS DE DISEÑO MARÍTIMO ESTRUCTURAL

### ■ COMBINACIONES DE CARGAS

Las estructuras se diseñarán para las combinaciones de carga y esfuerzos admisibles, indicados en el siguiente cuadro:

Variables de Cálculo

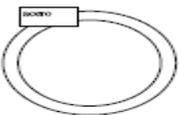
P	Peso propio	Calculo int. Sap 2000
SC	Sobrecarga de trafico peatonal	180 kg/m <sup>2</sup>
I	Impacto 1.0 Ton	
V	Fuerzas de viento sobre la plataforma	Barlovento/Sotavento
Cc	Fuerzas de corrientes	6.04 ton/m <sup>2</sup>

Tabla 4-4. Combinaciones de Carga

Estado de Carga	Combinaciones de Carga						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>P</b>	1.3	1.3	1.3	1.25	1.3	1.3	1.3
<b>SC</b>	1.7		1.7		1.3	1.7	
<b>I</b>		1.7					
<b>V</b>		1.3	1.3	1.25	1.3		
<b>Cc</b>	1.3	1.3	1.3	1.25			

■ CAPACIDAD DE CARGA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

**SECCION DEL PILOTE**  $t_w = 12.7 \text{ mm}$   
10 "



**PARA EL ACERO**

espesor tubo =	12.70 mm
Øint =	d1 = 22.86 cm
Øext =	d = 25.40 cm

$$A = \frac{\pi * (d^2 - d_1^2)}{4} = 0.785398 * (d^2 - d_1^2)$$

$$c = \frac{d}{2}$$

$$I = \frac{\pi * (d^4 - d_1^4)}{64} = 0.49087 * (d^4 - d_1^4)$$

$$S = \frac{\pi * (d^4 - d_1^4)}{32 * d} = 0.098175 * \frac{(d^4 - d_1^4)}{d}$$

$$r = \frac{\sqrt{d^2 + d_1^2}}{4}$$

$$Z = \frac{d^3}{6} - \frac{d_1^3}{6}$$

A =	96.27 cm <sup>2</sup>
Peso/ml =	0.08 ton
c =	12.70 cm
I =	7,026.47 cm <sup>4</sup>
S =	553.27 cm <sup>3</sup>
r =	8.54 cm
Z =	740.15 cm <sup>3</sup>
E =	2,038,901.92 kg/cm <sup>2</sup>
E =	29,002.36 ksi
E*I =	1,432.63 ton_m <sup>2</sup>
Fy =	36.00 ksi
Fy =	25,308.45 ton/m <sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**RADIO DE GIRO**

$\frac{si}{\lambda_c} \rightarrow \lambda_c < 1.5$

$$F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) * F_y$$

$\frac{si}{\lambda_c} \rightarrow \lambda_c > 1.5$

$$F_{cr} = \frac{[0.877]}{\lambda_c^2} * F_y$$

r =	3.36 in
K =	1.00
L =	11.90 m
L =	39.04 pies
λ <sub>c</sub> =	0.13 < 1.5
For =	35.75 ksi
For =	25,129.57 ton/m <sup>2</sup>
Ø <sub>c</sub> =	0.85
A =	96.27 cm <sup>2</sup>
Pa = Ø <sub>c</sub> *A*For =	205.64 ton

**CAPACIDAD POR FLEXION**

momento de flexión debido a las cargas aplicadas = M

módulo de sección elástico, en la dirección de flexión = S

$$\phi * M = \phi * S * F_y$$

S =	553.27 cm <sup>3</sup>
Fy =	25,308.45 ton/m <sup>2</sup>
Ø =	0.90
Ø*Mn =	12.60 ton-m

**RESISTENCIA AL CORTE**

**SECCION TRANSVERSAL**

$$\phi_c * V_a = \phi_c * A * F_y$$

A(total) =	96.27 cm <sup>2</sup>
A*E =	19,629.41 ton
Fy =	25,308.45 ton/m <sup>2</sup>
Ø <sub>c</sub> =	0.90
Ø*Va =	219.29 ton

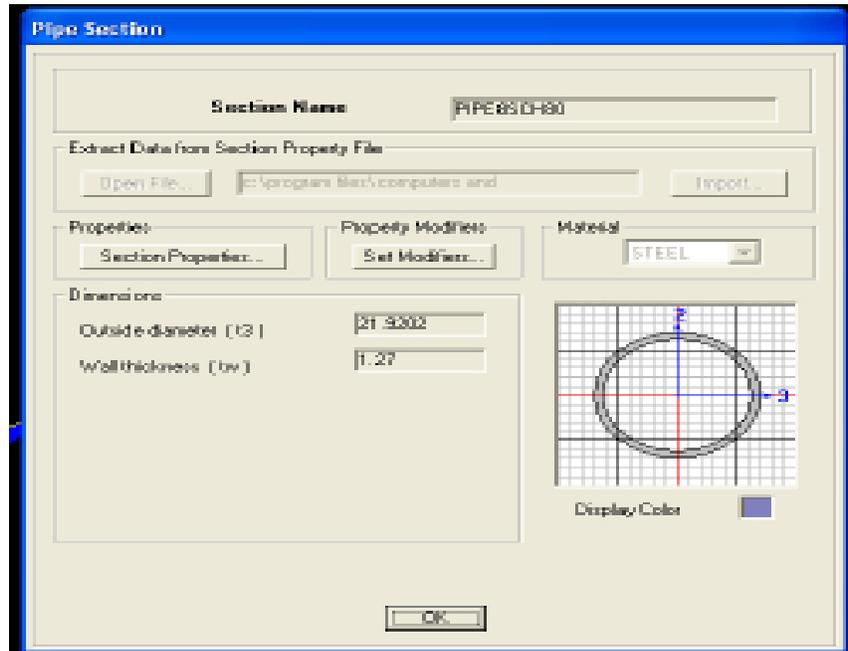


Figura 4-3. Cálculo sección de pilote

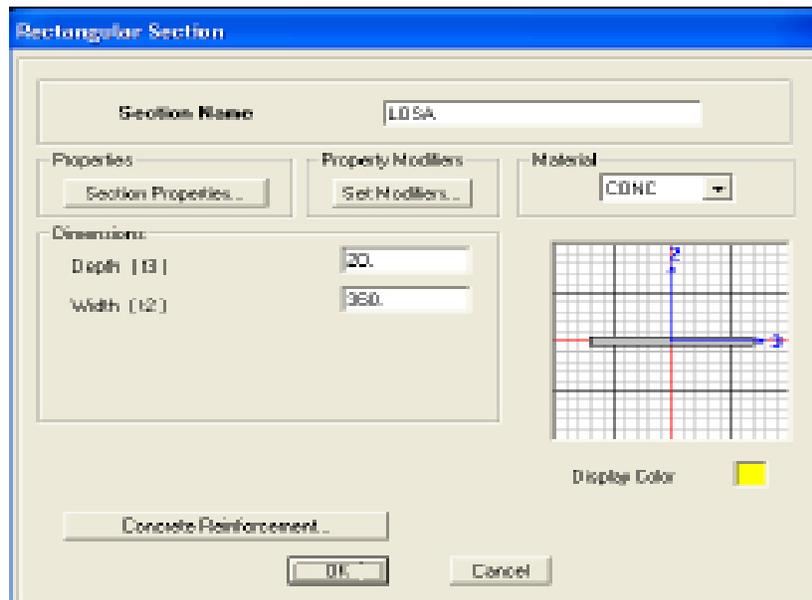


Figura 4-4. Cálculo sección losa

Una vez se han definido las dimensiones de pilotes y losa, se procede a correr el programa SAP 2000.

#### 4.2.4 SELECCIÓN EMBARCACIÓN TIPO

##### 4.2.4.1 DIMENSIONES BÁSICAS DE LAS EMBARCACIONES

Las principales dimensiones de los buques son:

**ESLORA MÁXIMA O TOTAL:** Es la longitud del buque medida entre sus puntos más alejados de proa y popa.

**MANGA:** Ancho del buque de banda a banda, medido en la posición de la Cuaderna Maestra que es la sección transversal más ancha del buque y ubicada generalmente al centro de su eslora.

**PUNTAL:** Es la altura del buque en su interior desde el fondo hasta la parte inferior de la cubierta principal.

**CALADO:** Es la medida de la parte sumergida del casco del buque desde la quilla o fondo hasta la línea de agua o flotación por la que navega.

Las embarcaciones que atracarán en el muelle de Johnny Cay, el cual es objeto del presente estudio, se relacionen en la siguiente tabla:

Tabla 4-5 Relación de Embarcaciones que arriban a Johnny Cay

No.	MOTONAVE	ESL.	MAN.	TRB	TRN	PUNT.	No.	MOTONAVE	ESL.	MAN.	TRB	TRN	PUNT.
1	MISS EVE	5,90	2,25	4,42	2,97	1,05	39	FLY DOLPHIN	7,74	2,17	1,92	1,66	0,65
2	JACKELINE	7,77	1,96	4,17	2,96	0,78	40	FLYING FISH	7,70	1,96	2,59	1,75	1,02
3	BLUE ANGEL II	9,50	2,50	1,50	1,50	0,70	41	MISTY II	5,60	2,10	0,81	0,52	1,20
4	BLACK ANGEL	7,65	2,20	3,69	3,69	1,49	42	CLAUDE II	7,76	2,18	2,68	2,68	0,75
5	CRAZY RABBIT	5,45	2,03	1,90	1,40	0,80	43	ESCORPION	7,70	2,10	3,81	3,26	0,70
6	LUNA ROSA	9,50	2,20	2,84	2,34		44	MARLINCH	6,20	2,40	1,92	1,50	0,60
7	MISS MATILDE	8,13	2,20	2,05	1,95	0,75	45	MR. BUSH	8,50	2,26	1,85	1,75	0,64
8	ANATOLY		2,04		2,80	0,92	46	LA CUCA	8,40	7,81	2,05	2,82	1,93

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL MUELLE TURÍSTICO DEL PARQUE  
REGIONAL NATURAL JOHNNY CAY (PNRJC)

		5.19		2.80									
9	GRIMAS EXPRESS	6.66	2.42	1.90	1.20	1.51	47	CALIPSO	8.20	2.05	2.74	1.31	0.80
10	SEA BREEZE	9.90	2.03	1.48	1.10	0.85	48	M. STEVEN	7,60	250	200	150	80
11	EDGAR WHITE	7.60	1.96	2.40	2.00	0.90	49	STEPHANIE	7.65	2.20	3.69	3.69	1.52
12	SONY ANGEL	7.01	1.52	2.30	1.05	0.85	50	SAMANTA	6.40	2.05	3.24	1.56	1.40
13	KAYAN'S	6.10	2.44	3.85	3.61	1.06	51	MORGAN'S TOURS	7.70	1.80	1.88	1.88	0.80
14	NURIS II	5.00	2.80	1.20	1.20	0.25	52	CALYPSO SPIRIT	15.00	7.00	19.80	9.80	2.60
15	MELINDA II	8.00	1.90	1.50	1.00	0.50	53	MORGAN'S TOURS II	7,80	2,15	2,90	2,40	0,80
16	TAMPA II	6.00	1.80	1.54	0.80	0.60	54	CAP. MORGANS - Velero	15,7	4,50	43,82	29,32	
17	AYAYAY	7.35	1.82	2.10	1.50	0.75	55	NAUTILUS II	16.15	4.07	25.00	18.98	2.43
18	CALIPSO	8.20	2.05	2.74	1.31	0.80	56	SUN TRACKER - Ponton	7.50	2.60	3.70	2.03	0.90
19	KOJAK	7.30	1.80	2.32	2.32	0.75	57	FREEDON	6,00	2,00	3,23	2,25	0,80
20	GLOSAN II	7.03	1.61	1.62	1.42	0.75	58	CARIBBEAN STYLE	7.60	1.98	2.29	2.29	1.08
21	IOANA EXPRESS	7.60	2.20	1.97	1.68	0.65	59	TRES JOTAS	8,50	2,10	4,54	2,17	
22	SUN SHINE	7.00	1.60	1.60	1.20		60	PACIFIC	7,70	1,94	2,60	2,50	115
23	WELLCOME	7.80	2.20	6.30	6.25	1.10	61	FAR STAR	11.50	4.00	19.47	14.66	3.35
24	JANNELY	7.67	1.96	2.66	1.58	0.78	62	FIESTA III	7.76	2.18	2.80	2.00	0.86
25	CAPITAN NEMO	5.70	1.40	1.68	1.68	1.20	63	LA PAISITA	9.54	2.36	4.05	2.25	1.06
26	DON DIEGO	7.20	1.82	1.26	1.26	0.74	64	MONTY	11.50	4.00	19.47	14.66	3.35
27	PARA LA GLORIA DE DIOS	5,50	2,30	1,02	1,02		65	MR. NEYBAL	7,76	2,18	2,80	2,00	0,86
28	CATHERINE LALONDE	6,24	2,43	3,33	2,12	1,04	66	SEA CENTER	7.70	1.80	1.88	1.88	0.80
29	MISS MATILDE	8,13	2,20	2,05	1,95	0,75	67	KARINA	11,90	3,90	12,20	6,90	1,25
30	FABIOLA	5,60	1,58	1,20	1,00	0,80	68	ANTOÑITA	10,00	2,42	5,11	4,28	0,92
31	LUNA ROSA	9,50	2,20	2,84	2,34		69	DOÑA IVETTE	7,00	1,96	2,53	2,23	0,85
32	RAKAÑOTA	4,76	1,77	1,19	1,0	0,45	70	MISS CARMEN	10,55	2,48	5,20	3,97	1,20
33	TROPICAL WAVE	7.80	2.20	3.80	3.80	0.79	71	SHADYA M	7,75	2,28	3,83	3,32	0,90
34	JESUS DE					0,88	72	SEA CAT I	7,70	2,39	4,33	4,08	0,93

	NAZARETH	8,8	2,20	4,10	2,5								
35	MISS BEHAVE	8,35	2,30	2,30	2,00	1,00	73	YEMAYE	9,80	2,42	2,95	2,85	0,75
36	TIBURON	7,31	2,44	2,00	2,00	0,70	74	TWISTER	9,10	2,44	4,50	4,00	1,20
37	DELFIN	7,35	2,45	4,98	3,46	1,00	75	TORINO	5,75	2,50	3,47	0,50	0,70
38	LA BALLENA	8,90	2,45	6,16	4,36	8,90							

#### 4.2.5 DISEÑO DEL MUELLE

En la presente memoria descriptiva, se detalla la geometría, materiales, procedimientos y recomendaciones para la Construcción del muelle turístico en JOHNNY CAY. Se trata de una estructura en concreto, integrada por una plataforma de 45 m de largo y 3.0 m de ancho, soportada sobre una cimentación compuesta por pilotes de concreto prefabricados y posteriormente hincados.

#### 4.2.6 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

##### 4.2.6.1 CIMENTACIÓN

La cimentación se efectuará mediante un pilotaje de elementos en concreto reforzado con sección circular fundidos en camisas de acero SCH 60 de 10" de diámetro, que estarán dispuestos en 12 ejes, de los cuales los 11 primeros ejes tienen una separación de 4.00m, el último 5.00m por separación, cada eje está conformado por dos pilotes separados a 2.50 m entre ejes.

Los ejes 0, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10 y 11 están conformados por pilotes verticales; los ejes 5 y 8 por pilotes con inclinación 1:3. En cada eje se ha previsto el montaje de una viga de concreto reforzado, del cual quedará un volado de 0.60 m en ambos lados del ancho del muelle, entre el eje 9 y 10 se sitúan dos elementos: una escalera y una rampa de acceso a la plataforma baja. Cada dos ejes continuos se soportan dos losas de espesor uniforme.

##### 4.2.6.2 ESTRUCTURA

La plataforma será un sistema de losa y vigas de concreto reforzado con resistencia a la compresión  $f'c = 5,000$  psi, con espesor de losa de 0,20 m 3.80 m de longitud y 1.40 m de ancho, en total existen 18 losas. Se dispondrán 10 vigas de 4.20 m de longitud y 2 vigas de 4.60 m de largo.

La plataforma está integrada por tres tramos así:

- Un tramo con 36 m de longitud por 3 m de ancho
- El segundo tramo consta de una escalera de 4m de largo y 1.5 m de ancho, una rampa paralela a la escalera de 4m de largo por 1.50 m de ancho.
- El Tercer tramo es una plataforma baja de 5 m de largo por 4.60 m de ancho, conformado por tres losas de espesor uniforme y con nervadura central, cada losa tiene 4.80 m de largo y 1.40m de ancho por 15 cm de espesor.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL MUELLE TURÍSTICO DEL PARQUE REGIONAL NATURAL JOHNNY CAY (PNRJ)

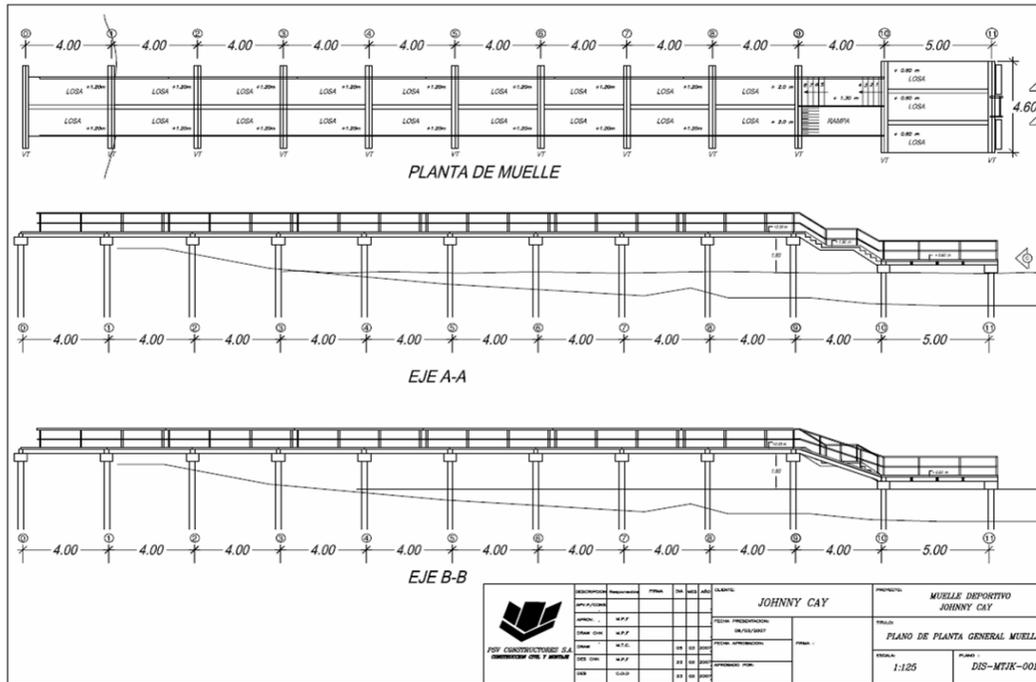


Figura 4-5. Planta general del Muelle turístico

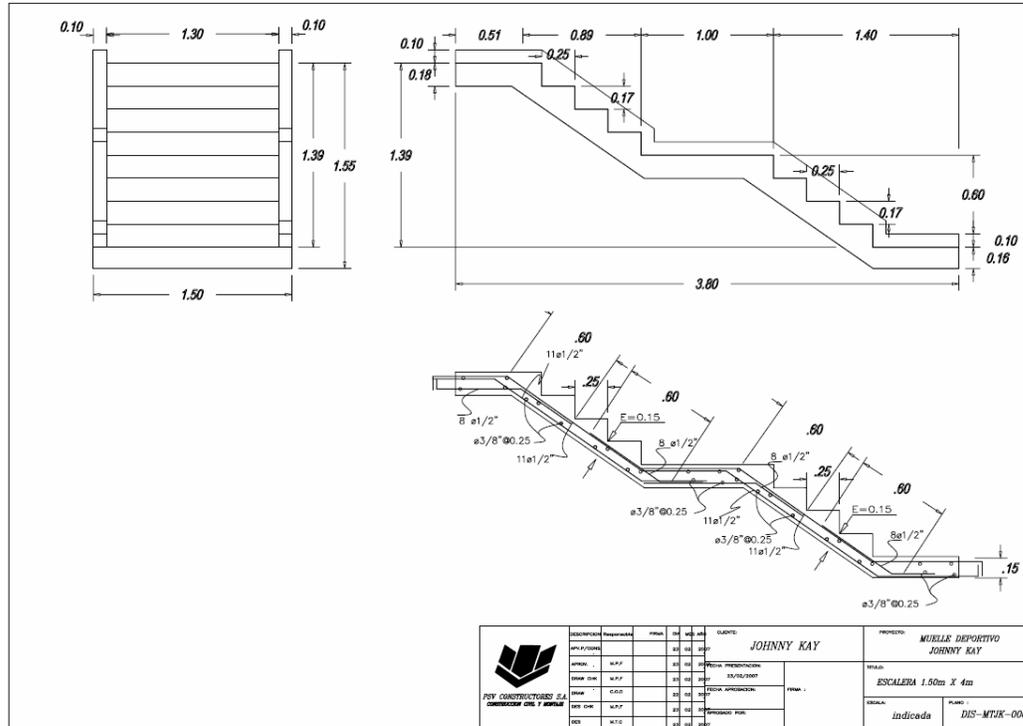


Figura 4-6. Corte de escaleras de ingreso a la plataforma

### 4.2.6.3 PROGRAMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN

El cronograma de construcción del muelle considera un plazo de 115 días calendario, se aprecia en las tablas 5-6, 5-7 y 5-8

Tabla 4-6 CRONOGRAMA MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY

CONSTRUCCION MUELLE DEPORTIVO - JOHNNY CAY															
ID	Nombre de tarea	Predecesoras	Duración	S-2	S-1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	CONSTRUCCION MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY		62.3 días												
2	OBRAS PRELIMINARES		62.3 días												
3	Movilización de Maquinaria, equipo, herramientas y materiales necesarias a obra.		15 días												
4	Desmovilización de Maquinaria, Equipo y otros	21FF	2 días												
5	Topografía general en obra.	86FF	50 días												
6	Campamento y Almacén	8CC	10 días												
7	Guardiana y seguridad	4FF	50 días												
8	Plataforma de trabajo prefabricada de prefabricados de Concreto simple	3CC+1 día	7 días												
9	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ACERO SCHEDULA 80		7 días												
10	Suministro de tubos de Ø10" Schedule 80	8CC	7 días												
11	SUMINISTRO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS		22 días												
12	SUMINISTRO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS EN ALMACEN		21 días												
13	Suministro de Pilotes de Acero Sèquia 80	8	7 días												
14	Suministro de Vigas Transversales 10 de L=4.20m y 2 de L=4.50m	13CC	21 días												
15	Suministro de Losas sin Nervio	13CC	21 días												
16	Suministro de Losas con Nervio	13CC	14 días												
17	Suministro de Rampa tipo losa sin nervio	16	7 días												
18	Suministro de Escalera de C"A	17CC	7 días												
19	SUMINISTRO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS A PIE DE OBRA		1 día												
20	Transporte de Elementos prefabricados Barranquilla - Isla Johnny Kay.	12	1 día												
21	OBRAS MARITIMAS		31.3 días												
22	PUENTE DE ACCESO		24.15 días												
23	EJE 0 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas		2.1 días												
24	Traslado horizontal de elementos con grúa	20FC+1 día	0.1 días												
25	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60	24	1.5 días												
26	Montaje de Viga de Concreto Armado	25	0.5 días												
27	EJE 1 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas		2.45 días												
28	Traslado horizontal de elementos con grúa	23	0.2 días												
29	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60	28	1.5 días												
30	Montaje de Viga de Concreto Armado	29	0.5 días												
31	Montaje de losas de concreto armado.	30	0.25 días												
32	EJE 2 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas		2.45 días												

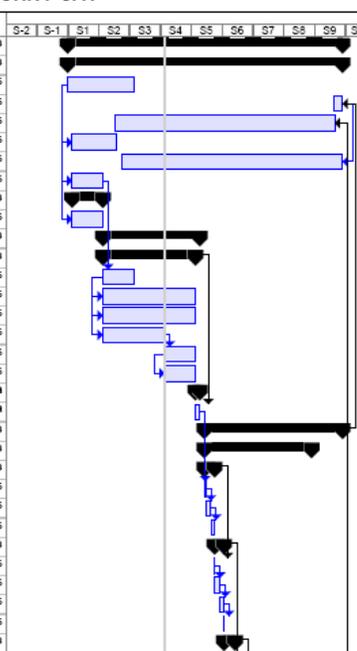


Tabla 4-7 CRONOGRAMA MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY

CONSTRUCCION MUELLE DEPORTIVO - JOHNY CAY															
Id	Nombre de tarea	Predecesoras	Duración	S-2	S-1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
				33	Traslado horizontal de elementos con grúa		27								
34	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		33												
35	Montaje de Vigas de Concreto Armado		34												
36	Montaje de losas de concreto armado.		35												
37	<b>EJE 3 - Pilotes inclinados 1:3, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
38	Traslado horizontal de elementos con grúa		32												
39	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		38												
40	Montaje de Vigas de Concreto Armado		39												
41	Montaje de losas de concreto armado.		40												
42	<b>EJE 4 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
43	Traslado horizontal de elementos con grúa		37												
44	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		43												
45	Montaje de Vigas de Concreto Armado		44												
46	Montaje de losas de concreto armado.		45												
47	<b>EJE 5 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
48	Traslado horizontal de elementos con grúa		42												
49	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		48												
50	Montaje de Vigas de Concreto Armado		49												
51	Montaje de losas de concreto armado.		50												
52	<b>Juntas desde eje 0 hasta eje 3</b>		<b>1.5 días</b>												
53	Encofrado de Juntas	48CC	0.5 días												
54	Acero de refuerzo en juntas		53												
55	Vaciado de concreto f' c350kg/cm² en Juntas		54												
56	<b>EJE 6 - Pilotes inclinados 1:3, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
57	Traslado horizontal de elementos con grúa		47												
58	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		57												
59	Montaje de Vigas de Concreto Armado		58												
60	Montaje de losas de concreto armado.		59												
61	<b>EJE 7 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
62	Traslado horizontal de elementos con grúa		56												
63	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		62												
64	Montaje de Vigas de Concreto Armado		63												

Tabla 4-8 CRONOGRAMA MUELLE TURISTICO JOHNNY CAY

CONSTRUCCION MUELLE DEPORTIVO - JOHNY CAY															
Id	Nombre de tarea	Predecesoras	Duración	S-2	S-1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
				65	Montaje de losas de concreto armado.		64								
66	<b>EJE 8 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
67	Traslado horizontal de elementos con grúa		61												
68	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		67												
69	Montaje de Vigas de Concreto Armado		68												
70	Montaje de losas de concreto armado.		69												
71	<b>Juntas desde eje 3 hasta eje 6</b>		<b>1.5 días</b>												
72	Encofrado de Juntas	67CC	0.5 días												
73	Acero de refuerzo en juntas		72												
74	Vaciado de concreto f' c350kg/cm² en Juntas		73												
75	<b>EJE 9 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
76	Traslado horizontal de elementos con grúa		66												
77	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		76												
78	Montaje de Vigas de Concreto Armado		77												
79	Montaje de losas de concreto armado.		78												
80	<b>PLATAFORMA BAJA</b>		<b>7.15 días</b>												
81	<b>EJE 10 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>2.45 días</b>												
82	Traslado horizontal de elementos con grúa		75												
83	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		82												
84	Montaje de Vigas de Concreto Armado		83												
85	Montaje de losas de concreto armado.		84												
86	<b>EJE 11 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas</b>		<b>3.2 días</b>												
87	Traslado horizontal de elementos con grúa		81												
88	Hinca de Pilotes de Ø10" SHC 60		87												
89	Montaje de Vigas de Concreto Armado		88												
90	Montaje de losas de concreto armado.		89												
91	<b>Juntas desde eje 6 hasta eje 11</b>		<b>1.5 días</b>												
92	Encofrado de Juntas		90												
93	Acero de refuerzo en juntas		92												
94	Vaciado de concreto f' c350kg/cm² en Juntas		93												
95	Baranda de tubo fierro galvanizado pasamano 1 1/2" - parante 1" X 1 m	91FF	15 días												

#### 4.2.6.4 PRESUPUESTO

COSTO DIRECTO OBRA US \$ 358,805.11  
TOTAL GASTOS GENERALES 25.09% US \$ 90,014.89  
UTILIDAD 10.00% US \$ 35,880.51  
SUBTOTAL US \$ 484,700.51  
IVA 19.00% US \$ 92,093.10  
TOTAL DEL PRESUPUESTO US \$ 576,793.61

#### 4.2.6.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS

En este capítulo se presentan los requerimientos técnicos para el suministro de tubos de acero y fabricación de pilotes para la construcción del muelle turístico en Johnny Cay.

Las dimensiones serán expresadas en las unidades del sistema métrico, preferentemente en milímetros y las elevaciones en metros. El diámetro de los tubos se indicará en pulgadas para los diámetros estándares y milímetros para los especiales.

#### 4.2.6.6 NORMAS APLICABLES

##### ACERO ESTRUCTURAL Y PILOTES

*ASTM A36 Specifications for Structural Steel*

*ASTM A252 Welded and Seamless Steel Pipe Piles*

*AISC-92 American Institute of Steel Construction (AISC), Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Building ASD edition 9<sup>a</sup> de 1992.*

*AWS D1.1-2000 American Welding Society, Code for Welding in Building Constructions.*

*AWS D1.4-98 American Welding Society, Reinforcing Steel.*

##### CEMENTO

*ASTM C 150 : Standard Specification for Portland Cement*

#### AGREGADOS

*ASTM C33-03 : Standard Specification for Concrete Aggregates*

*ASTM D75-03 : Standard Practice for Sampling Aggregates*

*ASTM C136-05 : Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*

*ASTM C40-04 : Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*

*ASTM C127-04 : Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*

*ASTM C117-04 : Standard Test Method for Materials Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*

*ASTM C70-94 : Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate*

*ASTM C128-04a : Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*

*ASTM C131-03 : Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*

*ASTM C702-03 : Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size*

#### CONCRETOS

*ASTM C172-04 : Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete*

*C31/C31M-03a : Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*

*ASTM C192/C192M-05 : Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.*

*ASTM C39/C39M-04a : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*

*ASTM C94/C94M-04a : Standard Specification for Ready-Mixed Concrete*

*ASTM C 231-78 : Air content of freshly mixed concrete by the pressure method.*

#### CONCRETO ARMADO

*ASTM A615/A615M-05a : Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement.*

*ACI 211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight and Mass Concrete.*

*ACI 301-96 Standard Specifications for Structural Concrete*

*ACI 304.3R96 Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing,*

*Transporting, and Placing.*

*ACI 305-91 Hot Weather Concreting*

*ACI 315-92 Details and Detailing of Concrete Reinforcement*

*ACI 318-02 Building Code Requirements for Structural*

*Concrete*

*ACI 347-78 Recommended Practice for Concrete Formwork*

*ACI 497-72 Standard Specification for Welded Deformed*

*Steel Wire Fabric for Concrete Reinforcement.*

#### 4.2.6.7 PILOTES

Este capítulo se refiere a la fabricación e hincado de pilotes, y a las faenas de perforación y anclaje de pilotes.

##### ■ Suministro de Tubos Para Pilotes

Las siguientes prescripciones regirán para la provisión de los tubos de acero que se utilizarán en la fabricación de los pilotes tubulares de acero para la cimentación del muelle.

**MATERIAL:** Los pilotes serán de acero estructural calidad SCH 60.

**DIMENSIONES:** Los tubos para pilotes serán de longitud variable, con diámetro de 10". e=1/2"

**FABRICACIÓN DE PILOTES:** Esta sección se refiere a los trabajos de fabricación de los pilotes y sus zapatos de hinca, en los largos requeridos por el proyecto, los que deberán ser entregados con su pintura de revestimiento.

**GENERAL:** Antes del inicio de la faena el Constructor deberá preparar un programa y procedimiento de trabajo. Este documento deberá contener, en relación a la fabricación de pilotes, los siguientes antecedentes:

- Canchas de empalme de tubos de acero
- Procedimiento de soldadura
- Métodos e instrumentos de control de tolerancias
- Manejo de pilotes, etc.

**TOLERANCIAS:** Los tubos que se emplearán en la fabricación del tramo hincado de los pilotes deberán cumplir, cada 1 m de longitud y en dos diámetros ortogonales, con la siguiente condición de redondez:  $(D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}})/D_{\text{nominal}} = 0.010$ . Donde: Para facilitar el cumplimiento de la condición de redondez, el fabricante deberá, medir y rechazar los tubos que no cumplan con dicha condición. El diámetro exterior de los tubo constituyentes de los pilotes no deberá diferir del diámetro nominal más de  $- 1.0 \%$  del diámetro. En caso que los tubos sean conformados por tramos para obtener la longitud especificada, las tolerancias que deben cumplir estas uniones entre segmentos de tubo son las siguientes:

1. Perpendicularidad: Los puntos del plano correspondiente a una sección
2.  $D_{\text{máx}}$  : Diámetro máximo del pilote
3.  $D_{\text{mín}}$  : Diámetro mínimo del pilote
4.  $D_{\text{nominal}}$  : Diámetro nominal del pilote

El diámetro exterior de los tubo constituyentes de los pilotes no deberá diferir del diámetro nominal más de  $- 1.0 \%$  del diámetro. En caso que los tubos sean conformados por tramos para obtener la longitud especificada, las tolerancias que deben cumplir estas uniones entre segmentos de tubo son las siguientes:

1. Perpendicularidad: Los puntos del plano correspondiente a una sección terminal, cortada perpendicularmente al eje teórico, deben quedar a menos de 1
2. mm. del plano teórico.
3. Linealidad: La desviación axial no deberá sobrepasar 2 mm por metro lineal, ni 1.0 por mil en la longitud total del pilote.

### ■ *Secciones de Pilotes*

La fabricación del segmento hincado de cada pilote deberá cumplir con lo especificado a continuación: Los distintos tramos de secciones tubulares que conformarán el segmento hincado del pilote deberán ser inspeccionados previamente, registrando en ambos extremos las medidas máximas y mínimas de dos diámetros ortogonales. Se seleccionará y presentará los tramos de manera tal de lograr que el pilote presente un diámetro uniforme. En caso que ello no sea posible, deberá presentarse los tramos de manera tal de lograr un pilote con diámetro decreciente hacia su extremo inferior.

Además, con el objetivo de no reducir la eventual fricción que se desarrollaría en la interfase suelo-acero, todos los cordones circunferenciales de soldadura resultantes de las uniones de tubos, existentes el segmento de pilote hincado en el estrato de conglomerado de arena compacta, deberá ser rebajado hasta el diámetro del pilote.

### ■ *Longitudes de Pilotes*

El Constructor deberá fabricar los pilotes con una longitud suficientemente holgada para alcanzar la penetración de proyecto, definida como alcanzar y penetrar en la roca basal. El proyecto no dispone de una investigación geotécnica específica para su ubicación definitiva, por lo que el Constructor podrá optar, a su costo, entre realizar un investigación geotécnica complementaria y/o estimar la longitud de fabricación de los pilotes en base a los resultados de la hinca y pruebas dinámicas de pilotes precedentes, apoyada con los resultados de una investigación del espesor del estrato granular existente sobre la roca, mediante sondeos de penetración con lanza de agua.

Todos los pilotes del proyecto deberán ser hincados hasta alcanzar y rechazar en la roca basal. Los pilotes cuya sollicitación de tracción sea mayor a su peso propio deberán ser anclados a la roca.

### ■ *Soldaduras*

Las soldaduras longitudinales del pilote deberán estar giradas en 180° entre los dos tubos que se empalman. Todas las soldaduras circunferenciales efectuadas en terreno, en las canchas de empalmes de tubos, deberán ser inspeccionadas radiográficamente en a lo menos el 25 % de su longitud o, alternativamente en el 100 % de su longitud, utilizando equipos y procedimientos de ultrasonido de acuerdo a AWS D1.1-2000 de acuerdo a norma ASTM E317. El operador debe ser calificado en nivel II según SNT-TC- 1A de la ASNT (American Society for Nondestructive Testing).

### ■ *Marcas para Control de Hinca*

Los pilotes se marcarán con pintura, de color contrastante con el color del pilote, mediante marcas distanciadas cada 10 cm. La longitud mínima de pilote cubierta por las marcas debe corresponder al tramo total a hincar. Al menos cada 1 m deberá estar indicada la longitud acumulada del pilote, medida desde el extremo inferior del zapato de hinca.

### ■ *Instalación e Hincado de Pilotes*

Tolerancias de Hincado y Criterios de Aceptación: El espaciamiento entre centros de los pilotes será el indicado en los planos del proyecto. En la presentación del pilote, previa al hincado. La medición de tolerancia se efectuará en el nivel de corte. La inclinación del eje de los pilotes no deberá variar en más de 1.5 % con respecto a la inclinación teórica. Después de cortar los pilotes se deberá efectuar un levantamiento de su localización. A cada pilote se le determinará las coordenadas. Si algún pilote excede las tolerancias especificadas, el Constructor debe proponer las medidas técnicas necesarias para solucionar, a su costo, el problema. La solución debe ser revisada y aprobada por la STO.

### ■ *Martinetes y Criterios de Rechazo*

El martinete a utilizar en las faenas de hincado de pilotes es un Martillo Delmag D-8. Los criterios de rechazo propuestos a utilizar para los diferentes pilotes de la Obra deberán ser verificados en terreno a partir de los análisis de los resultados de las instrumentaciones dinámicas, efectuadas durante la hincado de los primeros pilotes de cada estructura del proyecto. Las tensiones máximas que se inducen durante la hincado en cualquier punto de un pilote pueden ser estimadas por medio de análisis de las trazas de fuerza y velocidad utilizando el programa CAPWAP desarrollado por Goble, Rauche y Likins. Los criterios de rechazo serán revisados a medida que se conozcan los resultados de las pruebas de dinámicas especificadas a ejecutar sobre los pilotes de la Obra. Además, los criterios de rechazo podrán ser modificados por la STO a medida que progresa la faena de hincado de pilotes e incorporando los resultados de la hincado de pilotes precedentes.

### ■ *Profundidad de Hincado*

La profundidad final de hincado de cada pilote será la necesaria para desarrollar las capacidades de carga requeridas para compresión.

### ■ *Instalación de Pilotes*

El Constructor deberá disponer para la hincado de los pilotes de un equipo de posicionamiento de pilotes, formado por estructuras guía, correderas, plantillas, etc. El equipo de posicionamiento deberá permitir presentar el pilote dentro de las tolerancias de posición e inclinación establecidas para los pilotes del proyecto y mantenerlo dentro de dichas tolerancias, durante el proceso de hincado. El sistema de guiado de pilotes deberá prevenir el daño al pilote. Durante toda la faena de hincado se exigirá la perfecta alineación y coaxialidad entre el pilote y el martinete. Será responsabilidad del Constructor mantener al pilote dentro de las tolerancias especificadas para los pilotes del proyecto.

### ■ *Hincado de Pilotes*

Una vez presentado el pilote se deslizará hasta alcanzar la penetración debida a su propio peso. Luego se instalará el martinete y permitirá la penetración adicional del pilote, generada por el peso propio del martinete. Luego de verificadas y aprobadas las tolerancias de instalación y la alineación martinete-pilote, se dará inicio a la faena de hincado.

Con el objetivo de reducir el riesgo de colapso estructural de algún pilote hincado en roca, se recomienda iniciar la hincado utilizando el martinete con su bomba de combustible fijada en la posición de menor energía.

Se llevará un registro de la faena de hinca de cada pilote en el cual se anotará, como mínimo la información siguiente:

- Número, diámetro, espesor y longitud inicial del pilote.
- Penetración del pilote debida a su peso propio
- Penetración del pilote debida al peso propio del martinete
- Tipo y energía del Martinete
- Cantidad de golpes por cada 0.10 m de penetración del pilote.
- Registro de detenciones de la faena de hinca, indicando causa y duración de la detención.
- Cantidad de golpes por minuto, al menos durante los últimos 2.0 m de hinca y cada vez que el número de golpes por decímetro de penetración sea mayor a • 50.
- Ubicación del tapón de suelo en el interior del pilote después de la hinca.
- Longitudes de los tramos de tubo que conforman el pilote, cortes, etc.
- Cotas referidas al NRS: Fondo marino, de fin de hinca y nivel de corte.

#### ■ *Aprobación de Pilotes*

Todos los pilotes del Proyecto deberán ser aprobados por la supervisión.

#### **4.2.6.8 PROCESO CONSTRUCTIVO**

#### ■ *CONCRETO*

Los siguientes trabajos quedan cubiertos por el presente capítulo:

- Materiales utilizados en la mezcla, colocación, terminación y curado de todas las obras de CONCRETO.
- Suministro, preparación y colocación de las barras de refuerzo para estructuras de CONCRETO armado.
- Suministro y colocación de insertos que quedarán embebidos en el CONCRETO.

- Tolerancias admisibles en concretos terminados.

Muestra: Fracción de CONCRETO extraída de una amasada en conformidad con la norma ASTM C 172. Para el caso de las presentes especificaciones, una muestra estará constituida por al menos 3 probetas.

## ■ MATERIALES

Los materiales deberán cumplir las prescripciones mínimas que se indican a continuación:

- Cemento: Se usará cemento Portland Puzolánico que cumpla norma ASTM C 150 tipo V, resistente a los sulfatos y en una dosis no inferior a 350 kg/m<sup>3</sup>
- Áridos: Los áridos utilizados deberán cumplir con los requisitos generales indicados en la norma ASTM C 33 para concretos expuestos a condiciones climáticas severas y los siguientes valores límites:
  1. Desgaste de Los Ángeles < al 40%
  2. Pérdida de masa por disgregación con sulfatos de sodio < al 12% para la grava
  3. Absorción < al 2% para la grava
  4. Absorción < al 3% para la arena
- El árido grueso deberá tener un tamaño máximo nominal no mayor a 50mm.
- La grava, gravilla y arena deberán cumplir con la distribución granulométrica indicada en la tabla 2 Grading Requirements for Coarse Aggregates de la ASTM C 33 No se aceptará arenas de playa o áridos que contengan cloruros o sulfatos en cantidades superiores a los límites indicados en la norma ASTM C 33.
- Acero de Refuerzo: El acero de refuerzo para concretos serán barras con resaltes de calidad ASTM A36
- Agua: Como agua de amasado se deberá utilizar agua potable. Alternativamente se podrá utilizar agua limpia, de origen conocido, que no contenga materias orgánicas ni sales agresivas o cloruros, con un contenido de sólidos en suspensión inferior a 5000 ppm, siempre y cuando se demuestre mediante ensayos, (según ASTM C 109) de a lo menos 5 amasadas, de las cuales se extraerán un mínimo de 10 cubos o cilindros a cada una de ellas, que las resistencias a 7 y 28 días son superiores al 90% de las resistencias obtenidas sobre muestras gemelas confeccionadas con agua potable. La relación A/C no deberá ser mayor a 0,4 para todos los concretos ubicados en la zona splash y 0,42 para los concretos en general. Salvo en el caso de usar microsílice peletizada, en cuyo

caso se podrá incrementar esta relación a 0,45 considerando la adición de microsílíce como parte integral del conglomerante.

- Aditivos: Para lograr una impermeabilidad y consecuentemente una durabilidad adecuada es recomendable considerar el uso de superplastificantes y la adición de Sílica Fume Independientemente de lo anterior, es recomendable, el uso de plastificantes reductores de agua, retardadores de fragüe, e incorporadores de aire, este último en una dosis tal que incorpore máximo un 4% de aire total  $\pm$  0.5%, incluido el aire atrapado. Todos los aditivos utilizados deberán ser definidos en el diseño de la mezcla y utilizados en los concretos de prueba, no se aceptará el uso de aditivos que contengan cloruro de calcio

### ■ CALIDAD DE LOS CONCRETOS

En la construcción de las estructuras de los concretos marítimos de este proyecto, se han considerado las siguientes calidades de concretos: -Concretos Estructurales: CONCRETO con una resistencia cilíndrica  $f'c$  mayor o igual a 35 Mpa, según procedimientos de calidad del CONCRETO del código ACI – 318. Con el objeto de alcanzar exactitud y uniformidad en el CONCRETO, todos los materiales serán dosificados en peso.

### ■ COLOCACIÓN DE ARMADURAS DE REFUERZO

En general, deberán respetarse todas las disposiciones contenidas en el código de diseño de CONCRETO armado ACI-318 y las siguientes disposiciones especiales:

- Las barras de acero se cortarán y doblarán en frío a velocidad controlada.
- Las barras de acero que han sido dobladas no serán enderezadas y no podrán volver a doblarse en una misma zona.
- La tendencia a la "rectificación" de las barras con curvatura dispuesta en la zona de tracción será evitada mediante estribos convenientemente distribuidos.
- Las armaduras deben colocarse limpias, exentas de polvo, barro, escamas de óxido, grasas, aceites, pinturas y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con el CONCRETO.
- Las armaduras que estuvieran cubiertas por mortero o pastas de cemento u CONCRETO endurecido se limpiarán hasta eliminar todo resto en contacto con las barras.
- Todas las armaduras se colocarán en las posiciones precisas que se indican en los planos.

- Durante la colocación y fraguado del CONCRETO las armaduras deberán mantenerse en las posiciones indicadas en los planos, evitando los desplazamientos o vibraciones enérgicas. Para esto deberán disponerse los elementos adecuados.
- Para sostener o separar las armaduras de los encofrados se emplearán espaciadores de mortero (calugas) de igual calidad que el CONCRETO.
- Todos los estribos deberán llevar ganchos en sus extremos, formando ángulos de 135 grados.
- Todas las barras dobladas tendrán los radios recomendados por el fabricante.
- Deberán consultarse los dispositivos (amarras) que aseguren el correcto control de los recubrimientos específicos, admitiéndose una tolerancia de + 6mm salvo en losas donde se admitirán + - 3mm.
- Los recubrimientos mínimos, medidos entre la superficie del concreto y la barra de refuerzo más próxima serán de 5.0cms. en general y de 6.5cms en las zonas de splash.
- Las barras que interfieren con tuberías o casilleros deberán desplazarse, pero no más de 5cm. Si el desplazamiento necesario es mayor, la barra se cortará y se reforzará la zona con armadura de la misma sección interrumpida, traslapada en una longitud que pueda desarrollar el 100% de su tensión.
- Para anclar barras de refuerzo de concretos existentes se usará un adhesivo a base de resina epoxi tipo Sikadur 32 de Sika o equivalente, la aplicación se hará solamente en los lugares indicados en el proyecto y de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

## ■ FABRICACION Y TRANSPORTE DEL CONCRETO

El CONCRETO deberá confeccionarse en planta con dosificación en peso, con pesadas acumuladas y un tiempo de revoltura mínimo de 1,5 minuto salvo que el equipo utilizado asegure la homogeneidad de la mezcla en un tiempo menor. El CONCRETO fresco, a la salida de la hormigonera deberá tener una temperatura no superior a 24°C a fin de limitar la retracción térmica. La capacidad de la planta deberá ser acorde al programa de concretado que entregue la empresa constructora que materialice la obra.

La totalidad de los componentes del CONCRETO deberán ser incorporados antes de ser despachado el CONCRETO de la planta, debiendo mantenerse un registro permanente de carguío, quedando estrictamente prohibida la incorporación de materiales adicionales. De ser necesaria la incorporación de algún aditivo en la faena, su uso deberá ser recomendado por el fabricante de éste y se registrará la cantidad y hora en la guía de control del CONCRETO.

Antes de iniciar cada faena de concretado el contratista deberá verificar el cumplimiento de los siguientes requisitos mínimos:

- Alineación y limpieza del encofrado
- Comprobación geométrica
- Aplicación correcta del encofrado
- Sello de las uniones del encofrado
- Calidad, limpieza y ubicación correcta del acero de refuerzo
- Colocación de separadores
- Longitud de traslapos.
- Verificación de la correcta colocación de insertos, pernos de anclaje, pasadas de ductos, etc

En general el plazo máximo de fabricación y colocación del CONCRETO en faena no podrá exceder de 4 horas, por lo que no se autorizará la colocación de concretos que pasado el tiempo máximo, no hayan sido colocados en el molde. En caso de uso de retardadores podrá prolongarse el plazo de fabricación y colocación indicados, el que en ningún caso podrá superar el 90% del tiempo de inicio de fraguado, determinado previamente en terreno, tomando como base el promedio de un mínimo de 3 mediciones.

La temperatura de colocación del CONCRETO fresco no podrá exceder, bajo ninguna circunstancia los 24°C, no obstante, el constructor de la obra deberá demostrar que mediante su procedimiento de ejecución en los elementos no se generará un gradiente de temperatura superior a 15°C entre la superficie y el núcleo. La pérdida de docilidad, medida en base al cono de Abrams, que queda producirse debido a tiempos de espera o demoras en la colocación del CONCRETO, deberá estar considerada en la dosificación del CONCRETO, por lo que no se aceptará, en ningún caso, adicionar agua en obra.

Para el transporte desde la planta hormigonera hasta el lugar de colocación del CONCRETO la empresa deberá contar con camiones agitadores que mantengan la homogeneidad de la mezcla. La puesta en obra del CONCRETO podrá realizarse por vaciado directo de camión agitador mediante canoas, grúas con capacho o bombas, de acuerdo a los volúmenes a colocar y distancia desde el punto de vaciado en cada caso.

### ■ FAENAS DE CONCRETADO

La colocación del CONCRETO se realizará de acuerdo a un plan de trabajo programado y organizado, teniendo en cuenta que el CONCRETO debe ser colocado en una faena continua evitando que se produzcan juntas frías no programadas. Las juntas de construcción se fijarán de antemano, de acuerdo a normas, y con aprobación del proyectista.

- Al concretar cada elemento, el CONCRETO se deberá depositar directamente, tan cerca como sea posible de su posición definitiva.
- Si es necesario mover lateralmente el CONCRETO, éste podrá ser paleado pero no trasladado por vibración.
- No se aceptará ningún procedimiento de traslación que exija para su funcionamiento el agregado de agua adicional, o que produzca segregación parcial o total del mortero y áridos.
- En los elementos estructurales, en condiciones normales, el CONCRETO deberá colocarse en capas de un espesor acorde a los elementos de compactación empleados.

- Cada capa se deberá compactar preferentemente mediante vibración mecánica hasta alcanzar la máxima densidad del CONCRETO cuidando de llenar completamente el molde sin disgregar el CONCRETO ni dejar nidos de piedra u oquedades.
- El vibrador de inmersión deberá introducirse y retirarse lenta y uniformemente en forma vertical, penetrando a lo menos 10 cm en la capa anterior teniendo especial cuidado de no vibrar las armaduras.
- Los vibradores de inmersión que se utilicen deberán ser de alta frecuencia, de 8000 revoluciones por minuto o más.
- El tiempo de aplicación de la vibración dependerá de la consistencia del CONCRETO, de su composición y de la potencia del vibrador.
- Toda tubería que deba quedar incluida en el CONCRETO tendrá dimensiones tales y estará colocada en forma que no reduzca la resistencia ni la estabilidad de los elementos estructurales. Los guardacantos, insertos, pernos de anclaje, pasadas de ducto, tuberías, etc. Deberán cumplir con las especificaciones para estructuras metálicas y estarán limpios, libres de pinturas, grasas y aceites.
- En aristas de CONCRETO se usarán chaflanes de 2 x 2 cms.
- Las superficies de apoyo contra las que haya que hormigonar deberán estar limpias y húmedas antes de iniciar el concretado.
- En caso de temperaturas extremas o ambiente seco, el contratista deberá dar adecuada atención a los materiales componentes, a los métodos de producción, al manejo, a la colocación, a la protección y al curado a fin de evitar temperaturas excesivas del CONCRETO o la evaporación del agua. Se recomienda implementar las precauciones indicadas en "Hot Weather Concreting", del comité ACI-305.
- Se considera recomendable el uso de los siguientes descensos de cono, siempre que sean compatibles con las resistencias requeridas en los planos:
  - Concretos estructurales en general : 6 -8 cm
  - Concretos bombeados : 9 a 12 cm
- La docilidad del CONCRETO deberá controlarse a lo menos cada aproximadamente 2 horas o cada 20 m<sup>3</sup> de CONCRETO colocado en cada faena de concretado. Este ensayo servirá únicamente para controlar la permanencia de las propiedades y la dosificación.
- En muros y elementos verticales la altura de caída máxima libre no podrá ser superior a 2 m. En caso de alturas mayores será de uso obligado el empleo de capachos con tubos, de diámetro interior igual o mayor a 4 veces el tamaño máximo del árido utilizado, introducidos hasta el fondo del molde a rellenar.

## ■ JUNTAS

Las juntas de construcción deberán ser propuestas por el constructor, teniendo en consideración las normas respectivas, procurando ubicarlas en el cuarto de la luz del elemento. Dicha proposición deberá someterse a la aprobación del proyectista.

Juntas de construcción: Se considerará como junta de construcción a toda interrupción de la faena de concretado que impide la introducción del vibrador en la capa vertida antes de dicha detención. Cuando esto ocurra deberá tratarse la junta CONCRETO fresco endurecido eliminando la lechada superficial del CONCRETO endurecido mediante hidro lavado, hidro arenado, arenado o mediante medios mecánicos, dejando a la vista el agregado grueso. La superficie tratada deberá estar perfectamente limpia, con una rugosidad de 5 a 6 mm, libre de polvo partículas sueltas o de cualquier material que puede reducir su adherencia al CONCRETO fresco. Cuando la faena se interrumpa por menos de 24 horas, sobre el CONCRETO endurecido cuya superficie este saturada de agua pero superficialmente seca, se colocará una capa de 2 cm. de mortero de similar composición al CONCRETO utilizado, uniformando así la superficie e

inmediatamente después se vertirá el CONCRETO fresco, cuidando evitar su disgregación. En caso de interrupciones de la faena de concretado superiores a 24, además de las condiciones establecidas deberá aplicarse sobre la superficie del CONCRETO endurecido un puente de adherencia epóxico de las características descritas.

### ■ ENCOFRADOS

Deberán ser diseñados, colocados y mantenidos en su sitio de modo que puedan resistir las presiones producidas por las cargas, sin sufrir deformaciones mayores a lo establecido por ACI 347 capítulo 4.

Deberá permitir una terminación de superficie según clasificación C de ACI 301, punto 11.9.3, los materiales en que se confeccionen los moldajes, podrán ser de madera o metálico. Antes de colocar el CONCRETO dentro de los moldes, estos deberán ser limpiados y sus superficies deben ser cubiertas con un desmoldante adecuado.

El plazo para el retiro de moldajes será de:

- 2 días para los elementos laterales de vigas y losas.
- 14 días para los elementos horizontales del moldaje o hasta que el CONCRETO alcance un 75% de la resistencia especificada.

### ■ PROTECCION y CURADO

El sistema de protección y curado que se adopte deberá mantener el CONCRETO en un ambiente saturado, evitando así la pérdida de agua de éste, además de impedir las variaciones bruscas de su temperatura y que se pueda ver afectado por las acciones externas producto de viento, cargas, vibraciones, etc. Este se ejecutará durante al menos de 7 días, contados a partir de terminada la faena de concretado, humedeciendo el CONCRETO al menos cuatro veces al día (2 en la mañana y 2 en la tarde). Alternativamente podrán utilizarse diques de agua o membranas de curado basadas en resinas sintéticas polimerizadas (Clase B), que limiten la pérdida de agua a no más de 0,65 kg/m<sup>2</sup> de superficie en 72 horas, eventualmente se podrá exigir que por exceso de radiación estas sean pigmentadas (del tipo 2).

### ■ CONTROL DE CALIDAD

El contratista deberá programar el trabajo y poner en conocimiento del Jefe de la STO, el programa de trabajo en las faenas que involucren al concreto, con una anticipación mínima de 24 horas, de tal forma que se dispongan de los recursos necesarios para permitir una faena continua para el concreto. Certificación de calidad: Se debe contar con un laboratorio de ensayos externo y acreditado, que será de cargo del constructor y permitirá al menos realizar muestreos, transporte, ensayos, análisis de resultados y certificaciones.

- Corresponderá al laboratorio verificar tanto la calidad como la composición granulométrica de los agregados a fin de cumplir con estas especificaciones.
- Diseñar y/o revisar las dosificaciones de concretos que el contratista proponga.

- Realizar los ensayos previos, conforme se señala en la letra a siguiente.
- Tomar las muestras necesarias para controlar resistencias de CONCRETO a 14 y 28 días, asentamientos de cono, aire incorporado, rendimientos de CONCRETO fresco, dosificación de mezcla, etc.

a) Ensayos Previos. Con la debida anticipación al inicio de las faenas de concretado el contratista deberá haber realizado los ensayos y pruebas necesarias para definir las dosificaciones de cada tipo de CONCRETO a utilizar, acompañado de los resultados a edad temprana, a 14 y 28 días, las pruebas se realizarán en una cantidad tal, que permita conocer el comportamiento y resultado de la mezcla y sus aditivos.

b) Control de los áridos. La supervisión podrá ordenar en cualquier etapa de la ejecución del proyecto, ensayos de certificación de la calidad de los áridos empleados. Como mínimo se realizara un ensayo cada vez que se produzca un reabastecimiento de estos durante la ejecución de las obras. Los ensayos se realizaran según indica el código ASTM

c) Control de la resistencia de los concretos: El control de calidad del CONCRETO elaborado se realizará mediante toma de muestras, a lo menos cada 50 m<sup>3</sup> de CONCRETO elaborado o por cada lote de producción. Cada muestra estará compuesta de un mínimo de 3 probetas cúbicas o cilíndricas las que se ensayará una 14 y 2 a 28 días.

Conjuntamente con la extracción de cada muestra se deberá medir la docilidad del CONCRETO, temperatura, condiciones climáticas, tiempos de transporte, colocación y todo parámetro que sea relevante para un buen análisis de cada faena de concretado.

La aprobación de los concretos será de acuerdo a lo dispuesto en los criterios establecidos en lo que corresponde a calidad del CONCRETO del código ACI-318.

## ■ PROCESO CONSTRUCTIVO

### OBRA PRELIMINARES

- • Movilización de Maquinaria, equipo, herramientas y materiales necesarias a obra.
- • Toda Topografía preliminar necesaria previa al proceso de hincado y montaje.
- • Construcción de ambientes Campamento y Almacén

## ■ OBRAS DE PREFABRICADO

### PREFABRICADO DE LOSAS DE CONCRETO ARMADO

Se fabricará en total 28 losas de 3.80m x 1.40m con e=0.20m

- Armadura de refuerzo de acero corrugado 60,000 PSI.
- Encofrado de las losas.
- Vaciado de concreto especial 5,000 PSI.

### PREFABRICADO DE VIGAS TRANSVERSALES DEL MUELLE

Se fabricará en 10 vigas de 4.20m de largo

- Armadura de refuerzo de acero corrugado 60,000 PSI.

- Encofrado de las losas.
- Vaciado de concreto especial 5,000 PSI.

#### PREFABRICADO DE ESCALERA DE CONCRETO ARMADO

Se fabricará en total 1 escalera de acceso.

- Armadura de refuerzo de acero corrugado 60,000 PSI.
- Encofrado de las losas.
- Vaciado de concreto especial 5,000 PSI.

#### PREFABRICADO DE RAMPA DE ACCESO DE CONCRETO ARMADO

Se fabricará en total 1 rampa de acceso.

- Armadura de refuerzo de acero corrugado 60,000 PSI.
- Encofrado de las losas.
- Vaciado de concreto especial 5,000 PSI.

Se fabricará en total 12 vigas de 4.20m y 3 vigas de 3.0m de largo, cada viga esta formada por vigas W12x65 y cartelas de arriostre lateral.

#### PREFABRICADO DE PILOTES PARA EL MUELLE

Se fabricará en total 24 pilotes de Ø10" espesor de pared de 12.70mm de 81.52 kg/m, las longitudes varían desde 13.0m hasta los 17.80m. Ver cuadro anexo 1.

### ▮ OBRAS MARITIMAS

#### PUENTE DE ACCESO

- "EJE 0 - Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas"

- Traslado horizontal de elementos con grúa
- Replanteo topográfico del eje e instalación de la plantilla de hincado.
- Hincado de 02 Pilotes verticales de Ø10" tw=12.70mm.
- Corte y nivelado de pilotes a nivel de fondo de viga.
- Montaje de 01 Vigas de Concreto armado 4.20m de largo.

- "EJE 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 9- Pilotes verticales, Montaje de Viga y losas"

Para cada eje se procederá a realizar cada una de las siguientes actividades:

- Traslado horizontal de elementos con grúa
- Replanteo topográfico del eje e instalación de la plantilla de hincado.
- Hincado de 02 Pilotes verticales de Ø10" tw=12.70mm
- Montaje de 01 Vigas de Concreto armado 4.20m de largo.
- Montaje de 02 losas de concreto armado de 1.40m de ancho x 3.80m de largo y 0.20m de espesor.
- Encofrado de Juntas longitudinales y transversales e
- Instalación del Acero de refuerzo en juntas.
- Vaciado de concreto 5,000 PSI en juntas.

- "EJE 5 y 8- Pilotes inclinados, Montaje de Viga y losas"

Para cada eje se procederá a realizar cada una de las siguientes actividades:

- Traslado horizontal de elementos con grúa
- Replanteo topográfico del eje e instalación de la plantilla de hincado.
- Hincado de 02 Pilotes verticales de Ø10" tw=12.70mm
- Montaje de 01 Vigas de Concreto armado 4.60m de largo.
- Montaje de 03 losas de concreto armado de 1.40m de ancho x 3.80m de largo y 0.20m de espesor.
- Encofrado de Juntas longitudinales y transversales e
- Instalación del Acero de refuerzo en juntas.

- Vaciado de concreto 5,000 PSI en juntas.
    - "EJE 10 y 11- Pilotes verticales, Montaje de Viga, escalera, rampa y losas"
- Para cada eje se procederá a realizar cada una de las siguientes actividades:
- Traslado horizontal de elementos con grúa
  - Replanteo topográfico del eje e instalación de la plantilla de hincado.
  - Hincado de 02 Pilotes verticales de Ø10" tw=12.70mm
  - Montaje de 01 Vigas de Concreto armado 4.20m de largo.
  - Montaje de 02 losas de concreto armado de 1.40m de ancho x 3.80m de largo y 0.20m de espesor.
  - Encofrado de Juntas longitudinales y transversales e
  - Instalación del Acero de refuerzo en juntas.
  - Vaciado de concreto 5,000 PSI en juntas.
  - Montaje de 01 rampa de concreto armado de 1.50m de ancho x 3.80m de largo y 0.20m de espesor.
  - Montaje de 01 escalera de concreto armado de 1.50m de ancho x 3.80m de largo y 0.20m de espesor.

## PROTOCOLO DE CARGA

### HINCADO DE PILOTES

#### 1.- OBJETO

#### 2.- ALCANCE

#### 3.- DEFINICIONES

#### 4.- PROCEDIMIENTO

#### 5.- PROTOCOLO DE HINCA

#### 6.- ANALISIS DE ECUACION DE ONDA MARTILLO DELMAG D-8

##### 1. OBJETO

Establecer acciones de control de calidad aplicables en forma previa al proceso de hincado de pilotes desde tierra, las mismas que serán concordantes con las especificaciones técnicas, planos aprobados y normas nacionales e internacionales.

##### 2. ALCANCE

Aplicable a las actividades de hincado de pilotes desde tierra para el Proyecto en referencia.

##### 3. DEFINICIONES

Emplantillado:

Es la actividad previa al hincado, que consiste en colocar un castillo con soporte en voladizo para replantear la posición del Pilote con los confinamientos necesarios para que se mantenga en su posición hasta la finalización del hincado del pilote.

Hincado de pilotes:

Esta actividad define como el empotramiento del pilote por impacto de una masa que transmite energía potencial aplicada. El hincado termina cuando la energía permite alcanzar el rechazo y/o empotramiento especificado.

##### a) Equipo para la Hinca

Las guías tendrán suficiente rigidez y amostre para mantener al pilote en posición y alineamiento durante el hincado. El equipo de hinca será aprobado por la Supervisión antes de iniciar las operaciones.

Los pilotes serán hincados con un martillo Delmag D-8, con energía suficiente para hincar pero sin dañar por exceso de impacto. En ningún caso se utilizará un martillo que pueda producir en los pilotes esfuerzos de hincado superiores al 90% de la resistencia estructural en fluencia del pilote. Los martillos tendrán guías fijas que se extenderán hasta el punto más bajo que alcance el martillo.

##### b) Programa de hincado

Se presentará a la supervisión un programa de hincado previsto, precisando detalles y características de cada pilote de con indicación de las longitudes de tubos por empalmar en taller o en obra, el tipo de soldadura, métodos y medios para el transporte y manipuleo, el avance y cronograma de ejecución.

##### c) Hinca de pilotes

Los pilotes serán hincados en las ubicaciones indicadas en los planos.

El proceso de hinca se efectuará hasta lograr el rechazo que determine la carga de servicio.

Cada uno de los pilotes deberá ser hincado sin interrupción desde el primer golpe del martillo hasta obtener un rechazo aprobado y alcanzar la mínima profundidad especificada.

##### d) Carga de servicio y control

Los pilotes serán hincados hasta la obtención del rechazo requerido para alcanzar la carga de servicio o hasta obtener la penetración mínima en el terreno indicado en los planos.

El rechazo de los pilotes será evaluado, en función a su carga de servicio dada en los planos.

Tolerancias de hincado

Los pilotes deberán ser hincados en las posiciones indicadas en los planos permitiéndose una desviación especificada que será aprobada por la supervisión.

#### 4. PROCEDIMIENTO

Las actividades a controlar relacionadas al hincado de pilotes son las siguientes:

- Instalación de la plantilla de hincado
- Replanteo de la Posición del Pilote
- Montaje del Pilote en su posición replanteada
- Colocación de la guía de hincado
- Colocación del martillo DELMAG D-8
- Hincado de pilotes
- Desmontaje del sistema para realizar lo mismo en otra posición

#### □ Descabezado de Pilotes

- Movilización de equipos a zona de hincado:

Los equipos se movilizan a la zona de trabajo (estribo) de acuerdo a las normas y estándares de seguridad vigente, aplicables a la obra en construcción.

Los equipos a movilizarse son:

- 1.- Grúa de 15 ton; sobre neumáticos
- 2.- Martillo Delmag D-8; de doble impacto.
- 3.- Plantilla para el replanteo de hincado. capaz de garantizar la estabilidad del sistema en el momento de hincado.
- 4.- Equipos de oxicorte: oxígeno y acetileno para la calderería y armado.
- 5.- Camión plataforma; para el suministro de elementos prefabricados provisionales y/o definitivos.

- Instalación de la plantilla de hincado:

El emplantillado proyectado para este frente, tendrá una capacidad estructural tal que soporte al sistema martillo, guía y pilote en un momento que el martillo impacte sobre el pilote. Este análisis detallará las cargas transmitidas.

El sistema consiste en vigas 02 W12"x58lib/pie de 12m de longitud cada una y 02 vigas W10"x49lib/pie los que servirán de plantilla para las cajuelas de los pilotes y variarán según la posición de los mismos.

Consecuentemente se colocaran las pasarelas longitudinales y transversales que serán fijadas con soldadura provisional entre el tronco y la plataforma inmediata donde posa la grúa. Con estas estructuras colocadas podrán transitar los maniobristas para continuar con las siguientes actividades.

- Replanteo de la posición de hincado del Pilote:

Esta actividad relacionada con el replanteo de posición, será determinante en función de la precisión topográfica y los niveles referenciales fijos que ayuden a una verificación de ejes y puntos en todo momento. Esta actividad queda definida con una cajuela metálica por donde ingresará el pilote simulando su inclinación especificada o verticalidad. Los pilotes verticales definirán su inclinación con la guía del martillo la cual descansará sobre el tronco apoyándose en tres puntos.

- Montaje del Pilote en posición de replanteo

El montaje consiste en tomar el Pilote de la plataforma que alimenta estos elementos y se colocará en la cajuela de la plantilla sobre el tronco. Esta actividad varía cuando el pilote es vertical o inclinado. Si es vertical primero se coloca el pilote luego la guía, si es inclinado primero se coloca la guía luego el pilote.

- Colocación de la guía de hincado

Para el caso de pilotes inclinados, luego de ubicar la cajuela donde ingresará el pilote se posiciona la guía, se fija con soldadura la base y luego se inclina de acuerdo a lo especificado. Determinada la inclinación se fija las patas de apoyo con soldadura provisional. Así quedaría la guía fijada con la inclinación especificada.

- Colocación del martillo DELMAG D-8

Colocamos el martillo sobre la viga camilera, la fijamos y apoyamos sobre la cabeza del pilote en posición de reposo. Esta posición ratifica la inclinación y libera tensiones antes de iniciar el hincado. El éxito de esta actividad radica en que el martillo, macaco y pilote deben estar alineados en la inclinación especificada y deben garantizar un impacto axial. De no producirse esta situación se toma los correctivos del caso y se reanuda la operación.

- Hincado de Pilotes

Esta actividad de hincado de pilote desde tierra, se complementa con un procedimiento de control que facilita el desarrollo de la actividad.

- marcado de los Pilotes a cada 10 cm en todo el tramo a hincar e indicará la longitud acumulada del pilote medida desde el extremo inferior del zapato de hinca.

- Control de hincado registrando el Nº de golpes por cada 10 cm

- Control del Nº de golpes por cada minuto.

- Control topográfico

Para el inicio de hincado, un operario maniobrista sube al nivel de placa de la guía y acciona por única vez la llave de encendido, para esta acción el operario utiliza todos los elementos de seguridad para trabajos en altura y desciende antes de iniciarse la hinca.

El hincado concluye cuando se obtiene el rechazo y empotramiento especificado, luego se verifica las condiciones topográficas y se libera con los protocolos establecidos para el hincado.

Los formatos que se adjuntan son registros de hincado y topográfico.

- Desmontaje del sistema

Liberado los protocolos y observaciones del procedimiento de hincado se procede con el desmontaje del sistema, para ello la grúa retira primero el martillo, la guía, las pasarelas y finalmente la plantilla.

La calidad de esta actividad será reflejada en la reutilización modular del sistema para el siguiente hincado de pilote. Si el desmontaje no es realizado teniendo cuidado para no dañar las articulaciones el sistema modular tendrá que ser reparado para el siguiente hincado, por consiguiente fallaría la programación.

- Descabezado

Retirado el sistema modular, se procede con el descabezado o corte de los pilotes a la altura de fondo de la viga transversal utilizando un equipo de oxicorte y una canastilla desde donde el operario cortador realiza esta actividad tomando las medidas de seguridad normalizados para esta maniobra.

## 5. PROTOCOLO DE HINCA

### PRESENTACIÓN

El presente informe CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE PILOTES CIRCULARES DE ACERO DE 10" de sección, con espesor de pared de 12.70 mm, hincados con un Martillo Delmag D-8.

De acuerdo al Cronograma de Actividades se efectuara previo al hincado de los pilotes las verificaciones de Capacidad Dinámica de Carga para los pilotes propuestos, para ello se efectuarán los siguientes cálculos:

- a.- Cálculo de la Capacidad Dinámica de Carga por medio de la fórmula de los martillos Delmag.
- b.- Cálculo de la Capacidad Dinámica de Carga por medio de una Onda de Esfuerzos Inducidos: Wave Equation.
- c.- Equipo a utilizarse
- d.- Conclusiones.

### CAPACIDAD DE CARGA DEL PILOTE TÍPICO

#### PILOTE DE LONGITUD 15.80mt, HINCADO CON UN MARTILLO DELMAG

El cálculo de la capacidad dinámica de carga esta referido a la capacidad de carga del pilote individual versus el número de golpes por cada 10 cm de penetración (rechazo) que tiene el pilote al momento de ser hincado.

Para nuestro caso estudiaremos cual la variación de la capacidad de carga dinámica del pilote de acero de 15.80 mt de longitud promedio versus el incremento del rechazo, es decir a mayor rechazo una capacidad dinámica de carga mayor.

Para el presente estudio se han empleado dos métodos:

- Método de las Fórmulas dinámicas clásicas: Formula de los Martillos Delmag
- Método de la Onda de Esfuerzos Inducida: Ecuación de Onda (Wave Equation).

Es nuestro interés el determinar la capacidad de carga del pilote de acero hincado con 01 martillo Delmag-8 para saber si el martillo es suficiente y necesario para alcanzar la capacidad dinámica de carga.

*1. Método de las Fórmulas Dinámicas Clásicas: Fórmula de los martillos Delmag*

*Este método no es el más confiable para determinar la capacidad dinámica de carga puesto que su formulación parte del principio de cantidad de movimiento: una masa rígida golpea a otra masa rígida. En nuestro caso la masa rígida es el martinete que golpea no a otra masa rígida sino flexible que es el pilote, por lo que la idealización de transmisión de fuerzas que tienen las Fórmulas Dinámicas clásicas no es la correcta, sin embargo se utilizará este método a fin de comparar resultados con la ecuación de onda.*

*Presentamos a continuación la fórmula de los martillos Delmag empleada en el cálculo:*

*Donde:*

*W = Capacidad Dinámica de Carga del pilote*

*E = Energía del martillo*

*R = Peso del pistón*

*P = Peso del Pilote*

*C = Constante de amortiguación elástica suelo pilote*

*L = Longitud del pilote*

*S = Rechazo*

*2. Método de la Ecuación de Onda de Esfuerzos inducida.*

*Este método es el más confiable para determinar la capacidad dinámica de carga puesto que su formulación parte del principio que el impacto del pistón en la parte superior del pilote origina una onda de esfuerzos que recorre longitudinalmente al pilote como una onda de compresión y en algunos casos regresa como una onda de tracción.*

*El método permite controlar esfuerzos a lo largo de la estructura, verificar esfuerzos de tracción en el pilote y determinar el rechazo para una capacidad dinámica determinada.*

*El inconveniente de este método es que requiere de un programa de cómputo que resuelva una ecuación diferencial de cuarto orden, pero con ayuda del computador ahora es mucho más fácil.*

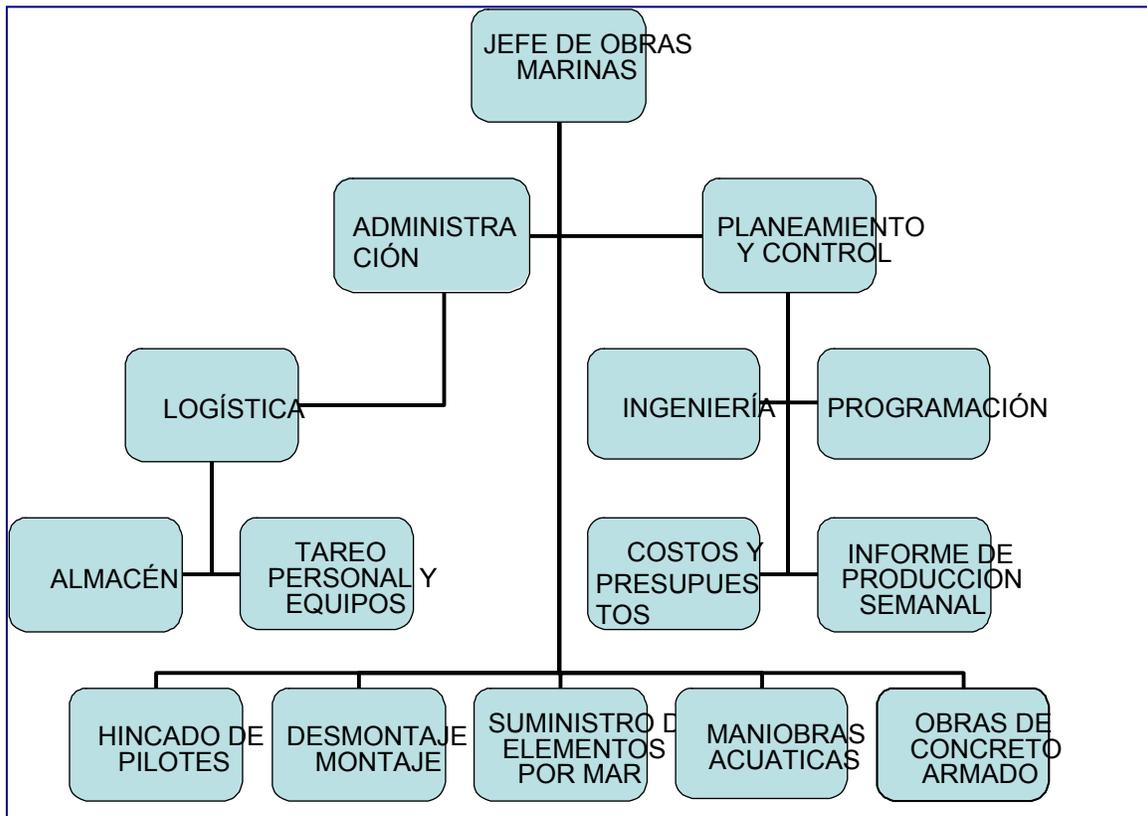
*Resultados del Cálculo de la Capacidad Dinámica de Carga*

*Hay que considerar que el  $P_{dinámico}$  no puede exceder la capacidad admisible del acero ( $P_a$ ).*

### 4.3 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

#### 4.3.1 ORGANIGRAMA DE OBRA

**OBRA:** PROYECTO CONSTRUCCION DE MUELLE DEPORTIVO JOHNNY KAY



## 5 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LOS USOS DEL SUELO ESTABLECIDOS EN EL POT.

Los procesos de planificación ambiental surgen de la necesidad de la sociedad de organizarse y administrar espacios y recursos comunes de una manera sostenible. Los recursos presentes dentro de la Zona de Reserva Nacional (ZRN) en la isla de San Andrés hasta antes de 1995, año en que inicia labores CORALINA, han estado sometidos a múltiples presiones antrópicas por la ausencia de acciones claras de planificación. La presencia de cayos o islotes dentro de esta ZRN permite aún una mayor diversidad de usos por parte de turistas y residentes.

Johnny Cay, localizado en el límite noroeste de la ZRN y al norte de San Andrés, es el cayo más visitado en todo el Archipiélago, alcanzando promedios entre 800 y 1000 personas/día. Esta fuerte afluencia de visitantes, el uso inadecuado de los recursos tanto marinos como terrestres y la consecuente sobreexplotación de los mismos, ha llevado a esta zona a sufrir altos grados de deterioro ambiental.

CORALINA, por la urgente necesidad de planificar el uso sostenible de esta área estratégica y con el fin de ofrecer una solución en el menor plazo posible, ha liderado desde 1997 a través de la Subdirección de Gestión Ambiental, un proceso interinstitucional con los entes gubernamentales y participativo con las personas que desarrollan actividades comerciales en el cayo, para la elaboración del Plan de Manejo Parque Natural Regional Johnny Cay (PMPNRJC).

### 5.1 CATEGORÍAS DE USO

De acuerdo a los atributos ambientales encontrados y a la problemática de deterioro de los diferentes ecosistemas presentes, se ha propuesto dividir el parque en tres zonas con diferente nivel de protección.

*Zona de uso general (ZUG):* Es la zona con la presencia de ecosistemas de mayor tolerancia a impactos inducidos por el hombre, esto los hace potencialmente viables para recibir la mayor carga de actividades antrópicas. Se caracteriza por permitir un alto volumen de visitantes, en donde las restricciones son mínimas con respecto a las otras zonas.

*Zona de amortiguamiento (ZA):* Esta es la zona de separación entre la zona de mayor actividad del cayo y las zonas de preservación, por consiguiente las actividades que se realicen deben ser pasivas y dirigidas, con restricciones medias. Las visitas a dichas zonas deberán determinarse de acuerdo a su capacidad de carga.

*Zona de preservación (ZP):* Como su nombre lo indica esta área estará destinada a la conservación de la diversidad biológica del cayo y a la implementación de los planes de educación ambiental con los trabajadores y los turistas, monitoreo, investigación y recuperación de ecosistemas. Esta zona se extiende hacia la parte marina cubriendo la porción de la barrera arrecifal. Por la presencia de zonas o ecosistemas de alto valor ecológico y en algunos casos por el estado de deterioro en que se encuentran se deberán definir dentro de esta zona programas claros de recuperación. Estas serán principalmente las zonas de arrecifes coralinos en la parte marina y de vegetación en la parte terrestre.

### 5.1.1 Zona De Uso General (Zug)

Como se describió anteriormente, las áreas determinadas como de uso general son las que podrán sostener mayor capacidad de carga, lo cual implica mayor actividad y monitoreo constante para detectar cualquier impacto que sufra dicha zona. La delimitación visual de esta área será de color amarillo de acuerdo al mapa de la propuesta de zonificación.

Las áreas consideradas de uso general son:

#### ■ Playas

Las actividades que se podrán desarrollar en estas áreas estarán limitadas a las condiciones y posibles impactos que un alto volumen de visitantes pueda generar. La capacidad de carga de las playas variará a lo largo del año según el área de la misma (ver numerar 4.2.1, sección capacidad de carga) para evitar la degradación y/o pérdida de las playas, zonas verdes, poblaciones de aves migratorias, etc.

Debido a la falta de estudios para determinar las especies y las poblaciones que viven en el cayo, difícilmente se puede determinar el grado de impacto que sobre estas pueden ejercer los visitantes, lo cual implica que los criterios de manejo son flexibles y deben estar sujetos a monitoreos constantes para determinar impactos y replantear los lineamientos de manejo si es necesario.

#### ■ Ubicación de carpas

La capacidad máxima de carpas, sillas y sombrillas, será variable según el área de playa disponible. Se debe dejar un espacio mínimo entre carpas, sillas o sombrillas de un metro y medio (1.5 m), así mismo se debe guardar una distancia mínima de cinco metros (5 m) de la vegetación y seis metros (6 m) de la línea de alta marea. El área total de playa quedará dividida en dos partes de similar tamaño; una para el uso de sombrillas, sillas y carpas, y otra libre de estos accesorios para uso de visitantes.

Adicionalmente el uso de las playas para la instalación de carpas deberá estar sometida a las siguientes obligaciones por parte de los usuarios:

- La playa debe estar totalmente limpia y las actividades culminadas a las 5 p.m.
- Se prohíbe la extracción de cualquier material coralino de la playa (piedras, corales, arena etc).
- Se prohíbe la extracción y/o aprovechamiento de cualquier especie vegetal y fauna asociada a las playas.
- Entre carpas, sillas y sombrillas la distancia mínima debe ser de 1.5 m, con el fin de permitir el desplazamiento entre las mismas (ver gráfico anexo).
- Las carpas sólo se deberán abrir de acuerdo a la demanda de los usuarios.

- Zona de Bañistas, embarque y desembarque

CORALINA en concordancia con la Capitanía de Puerto definirá la zona de bañistas, embarque y desembarque.

- Area de servicios públicos

En este sector se prestarán servicios de información, alimentación y bebidas. Además se contará con el servicio de locker's para permitir a los turistas guardar sus pertenencias para que disfruten de la estadía en el parque.

Todos los establecimientos deben cumplir con los requerimientos y permisos de ley.

CORALINA construirá senderos que comuniquen a todos los establecimientos, con el objeto de permitir la regeneración de la flora, el desarrollo de programas de reforestación y restauración ecológica de las áreas verdes y evitar problemas erosivos por compactación u otros daños ambientales.

No se permitirá almorzar en la playas por el eminente riesgo de contaminación, debido a la mala disposición de espinas y residuos de alimentos. Con el fin de inculcar la cultura de selección de residuos en el parque, cada establecimiento deberá contar con por lo menos 2 tanques con tapa destinados para la recolección de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, estos tanques deberán estar marcados debidamente, para orientar el tipo de residuos que contienen.

- Centro de atención e información

En este centro los visitantes y turistas recibirán información y orientación básica sobre la zonificación, usos permitidos, medidas ambientales y servicios ofrecidos en el parque. También se suministrará material educativo y se coordinarán los distintos recorridos a través de los senderos ecológicos interpretativos.

- Torre de salvamento marino

Prestará un servicio permanente de primeros auxilios y salvamento marino en caso de accidentes.

- Baños

El servicio sanitario en el cayo cuenta con 2 baterías (4 sanitarios manuales), las cuales son utilizadas en temporada alta, según se constató en semana santa de 1999, por aproximadamente 250 personas semanalmente.

Coralina diseñará e implementará un proyecto piloto para el tratamiento de aguas residuales. En toda la periferia del baño se sembrarán especies rastreras como verdulaga, canabalia playera u otras especies que se encuentran en el cayo.

- Kioscos y Restaurantes

Como se anotó en el diagnóstico, el área ocupada por los kioscos y restaurantes se encuentra ya sobresaturada por la cantidad de establecimientos presentes en el cayó. No se permitirán nuevos establecimientos de venta de comidas y bebidas. Los establecimientos que se encuentran legalmente establecidos deberán ser adecuados según los lineamientos de CORALINA y la Secretaría de Salud, la infraestructura de manejo de residuos, tanto líquidos como sólidos, acorde con las condiciones ambientales del parque.

- Mini-bares y fruterías

Los kioscos se deben ubicar con distancias entre sí no menor a 4 metros. Se adelantarán trabajos de ornamentación con las mismas especies vegetales propuestas anteriormente.

Cada Mini bar y frutería deberá tener dos canecas de basura con una capacidad mínima de 20 litros, estas canecas deberán tener dos colores diferentes, negro y blanco, debidamente marcadas para depositar residuos tipo orgánico e inorgánico respectivamente. Estas canecas deberán ser compatibles con las que se usan para otras áreas del parque, esto con el fin de mantener una armonía con los recursos que se estarán utilizando.

Los kioscos deberán mantener ciertas características típicas para armonizar con el medio ambiente del parque. Cada propietario deberá vigilar sobre la protección de la zona verde en su área de trabajo. Los establecimientos que incumplan las condiciones para el disfrute de las oportunidades económicas que brinda el parque, perderán los derechos de permanecer en el área y por ningún motivo podrán ser reemplazados, para este efecto se establecerá un reglamento interno, el cual se propone como parte del “Programa de Control Comunitario Participativo” (Anexo 3).

### 5.1.2 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (ZA)

En esta zona no estará permitido construir kioscos o cualquier otra clase de establecimiento, solo se permitirá bancas para descanso y lectura (máximo tres) distribuidas en un solo punto de la zona de amortiguamiento. Las hamacas (máximo 3) también estarán permitidas siempre y cuando los criterios de protección se respeten y sin superar la carga de visitantes a la zona. La zona de amortiguamiento tendrá una capacidad de permanencia de 40 personas al mismo tiempo y 150 visitantes por día, CORALINA deberá mantener un estricto control sobre los volúmenes de visitantes a la zona.

Para ingresar a esta zona se deberá obtener información ambiental previa en el centro de información y atención del parque.

### 5.1.3 ZONA DE PRESERVACIÓN (ZP)

Esta zona estaría conformada por los 15342m<sup>2</sup> de vegetación, en donde las especies predominantes deberán mantenerse como se encuentran actualmente, lavander, Necal, almendros y cocoteros. Los ejemplares representantes de estas especies que se encuentran en

el cayo evidencian carencia de mantenimiento, presencia de plagas como termitas, trozadores y barrenadores de tallo y hojas.

En esta zona se definirán y demarcarán áreas específicas para depositar y las zonas de arrecifes con alto grado de deterioro se cerrarán al uso del público y quedarán sometidas a procesos de recuperación y regeneración natural, se deberán demarcar claramente estas zonas con sistemas de boyados, CORALINA conjuntamente con la Capitanía de Puerto, definirán la ubicación, tramites legales y la logística necesaria para la implementación de estos boyados. Esto como medida preventiva transitoria mientras se implementa el sistema de áreas marinas protegidas.

## 5.2 DISEÑO DE SENDEROS EN EL PARQUE NATURAL REGIONAL

CORALINA ubicará un sendero principal que atraviesa el cayo y que permita la protección de la zona de preservación y se organice el tráfico en la zona de amortiguamiento. El sendero partirá desde los baños hasta llegar a la punta norte del cayo, será denominado Shanky Chack, nombre dado por una de las especies de cangrejo comunes del cayo. La distancia total del sendero será de aproximadamente 260m de largo y de 1.20 m de ancho, culminando con una bifurcación, Reef View hacia la izquierda y North Wind hacia la derecha. La demarcación física será con barrera viva (lirios ) y material vegetal como troncos de cocotero.

Para la señalización CORALINA colocará avisos informativos que indicarán el tipo de actividades que se podrán desarrollar en cada zona. Se tomará como modelo de avisos los que se encuentran institucionalizados por la Unidad Especial de Parques Nacionales. A lo largo del sendero se tendrá información a nivel descriptivo de los aspectos más relevantes tanto biológica como ecológicamente.

Se tendrán avisos informativos cada 100m en las siguientes áreas:

- Uno en la ZUG
- Uno en la ZP
- Uno en la entrada de la ZA
- Un aviso en el Centro de atención e información
- Un aviso en el sendero Reef View
- Un aviso en el sendero North Wind

### ■ *Labores de adecuación de senderos*

Para mejorar los senderos se adelantaran labores de siembra de especies rastreras típicas de la zona (posly y verdolaga) y de sombra (cocoteros). Adicionalmente se podarán los ejemplares que requieren mantenimiento en la zona.

Se realizará una adecuación de la poceta que se encuentra cerca de lo que sería la bifurcación del sendero. Para este fin se incrementará la vegetación, ubicando a lo largo árboles de lavender y en la parte interna algunas especies rastreras.

### **5.3 DEPORTES NÁUTICOS Y RECREATIVAS**

Se colocarán boyas en la zona de arrecife ubicado al norte de la isla que restringirá las actividades a realizar dentro de la zona a boyar. Se deberán delimitar claramente las áreas de bañistas y desarrollo de actividades náuticas.

El desarrollo de actividades de careteo deberá desarrollarse por personal capacitado para tal fin, para lo cual el guía deberá contar con la respectiva certificación de CORALINA. Los objetivos de esta capacitación se desarrollarán más adelante en el documento, cuando se defina el programa de educación ambiental para la implementación del plan. Esta capacitación estará orientada a prevenir daños en corales por actividades de buceo. El guía de careteo deberá además capacitarse en primeros auxilios y salvamento marino.

En la zona de buceo no se podrán llevar más de cinco (5) personas por recorrido. No se podrá extraer ningún tipo de material de la zona de careteo, de la misma forma el guía debe dar a conocer las condiciones y recomendaciones a los turistas para evitar accidentes personales y daños ambientales, así como las restricciones ya contempladas para la ZR.

## 6 DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL MEDIO BIÓTICO, ABIÓTICO, SOCIOECONÓMICO

### 6.1 FACTORES ABIÓTICOS QUE CARACTERIZAN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### 6.1.1 CLIMA

El Archipiélago de San Andrés está localizado en la zona de convergencia intertropical (ZCIT); el clima es cálido – húmedo, influenciado por su localización y características fisiográficas, por la acción de los vientos Alisios que soplan desde el Noroeste. Se encuentra en la región climática tropical marina del Caribe; hace parte de la zona de vida del bosque seco tropical (bs-t), según el sistema de Holdridge. (I.E.S.A.P., 1987).

En el mar Caribe colombiano las masas de aire que lo abordan son principalmente los vientos alisios del noreste con una duración del 43% del tiempo y 60% en total del cuadrante noreste, y adicionalmente con una baja frecuencia los huracanes y tormentas tropicales generados en el Mar Caribe, que se mueven desde el este hacia el oeste, siguiendo trayectorias que se sitúan al norte de los 12° de latitud norte (entre Cuba y el continente americano) (Iberinsa, 1998).

El clima en el Caribe colombiano es modulado por la posición geográfica de la zona de convergencia intertropical y por el movimiento meridional del sistema de monzones americanos (Andrade, 2000). Así, durante la estación de fuertes vientos la ZCIT permanece en el sur alrededor de los 0-5° de latitud sur desde donde influye en la región Caribe al incidir en el campo de las corrientes, lo cual hace que se generen fuertes y uniformes vientos sobre toda la cuenca del Caribe. La variación de la ZCIT, durante todo el año, permite que el viento del este ejerza influencia sobre la región y cuando esta sale de la cuenca hacia el norte, la aparición de los vientos del este cambia consecutivamente, generando durante la estación de lluvias vientos suaves y un desarrollo extenso de convección con severas tormentas al occidente del Caribe colombiano (Andrade, 1993:2000). Ver Figura 6-1.

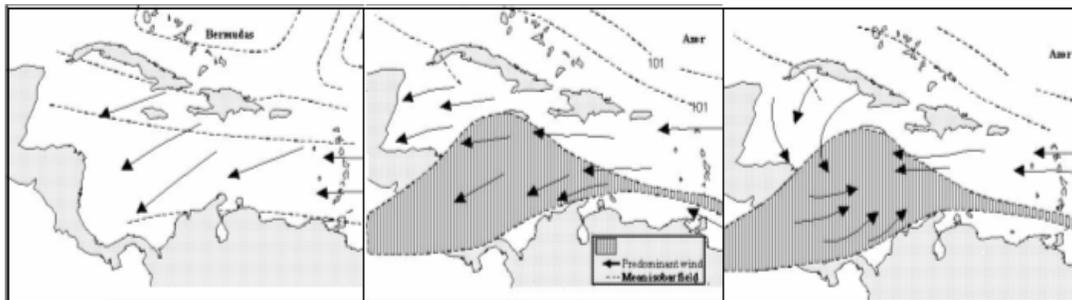


Figura 6-1 Localización de la Zona de Convergencia Intertropical a) Estación seca. b) Época de transición. c) Época húmeda. Fuente: Andrade, 2000

Los parámetros meteorológicos, se pueden describir como sigue con base en los registros de la estación del IDEAM situada en el aeropuerto internacional Gustavo Rojas Pinilla o Sesquicentenario, se presenta las siguientes características climáticas:

La humedad relativa media anual es del 81%; los registros medios mensuales varían entre 78% y 84% a lo largo del año. Los valores más bajos se observan entre enero y abril y los mayores entre junio y octubre.

La evapo-transpiración potencial media anual en la isla es de 1740 mm; los valores medios mensuales varían entre un máximo de 177 mm en marzo y un mínimo de 116 mm en octubre.

En promedio hay 2650 horas de brillo solar en el año, lo que representa una insolación media anual del 61%.

### 6.1.2 TEMPERATURA

La temperatura media anual varía entre 27.5°C en la costa y 26.5°C en la parte superior del sistema de colinas que atraviesa la isla. La temperatura media mensual es relativamente uniforme durante el año. La temperatura mínima media anual es de 22.6 °C y la temperatura máxima anual alcanza los 30.9 °C., los meses de mayo – julio son los de máximas temperaturas, con escasa oscilación intra-anual, lo cual es típico en las regiones tropicales. Los extremos absolutos varían entre 17°C y 35°C. El mes con temperatura más elevada es mayo con 31.3°C y el de temperatura mas baja es enero con 25°C. La oscilación (rango anual de las temperaturas extremas (diferencia entre las temperaturas máxima y mínima medias) es muy baja (8.3 °C) debido al impacto del océano circundante, que atenúa los incrementos en la temperatura del aire.

La temperatura más alta registrada en San Andrés máx. absoluta ha sido de 34.4 °C, en julio de 1972. Por otra parte se ha determinado que la amplitud diaria de la temperatura del aire (diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas medias diarias) aumenta a razón de 1.25 °C por cada 100 metros de incrementos en la distancia a la costa o línea divisoria océano – tierra en la isla (León, 1995), lo que significa que hacia el centro de la isla las variaciones diarias y anuales de la temperatura del aire son mayores que a lo largo de la línea de costera.

### 6.1.3 PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual sobre la isla es de 1989 mm. La distribución mensual es monomodal; se caracteriza por un período de lluvias bajas entre enero y abril donde se registra el 8% del total anual, y uno de lluvias altas, entre junio y noviembre con el 75% del total anual. Históricamente el mes más seco es marzo y el período mas lluvioso está comprendido entre septiembre y noviembre.

El principal sistema atmosférico macro escala que afecta las condiciones meteorológicas del Archipiélago es la Zona de Confluencia Intertropical (ZCI), sistema en el cual confluyen los vientos húmedos alisios del noreste y del sureste. Su actividad en esta zona del Caribe incide en el régimen pluviométrico intra - anual de tipo uní modal, con una temporada lluviosa bien definida y una temporada seca en los meses restantes en los que la precipitación disminuye de manera notoria, aun cuando enero bien se puede considerar como un mes de transición entre los períodos secos y lluvioso, por cuanto en él se registran 85 mm en promedio.

Los meses de mayores precipitaciones son octubre y noviembre con cerca de 300 mm/mes y el de menor pluviosidad es marzo con apenas 22 mm. El número promedio de días con lluvia en el año es de 217, cifra que es indicativa de las condiciones de alta pluviosidad de la isla. En los meses de “invierno” o de mayor actividad pluvial se registran entre 20 y 24 días con lluvia/mes ó sea alrededor del 70% de los días totales del mes. La lluvia máxima “oficial” en 24 horas ha sido de 287 mm, cifra registrada en noviembre de 1972.

En cuanto a la distribución de la precipitación a lo largo del día, se ha definido que el 47% de la lluvia total anual se presenta en horas nocturnas, entre las 19 y las 07 horas; el 33 % ocurre entre las 13 y las 19 horas y el 20 % restante en las mañanas, o sea entre las 07 y las 13 horas (Rangel. 1985)

#### ■ *Relación Precipitación – Temperatura*

Utilizando las definiciones de Gaussen (1952), respecto a la caracterización del clima por el índice de aridez (Precipitación sobre Temperatura - P/T - ) los resultados obtenidos para la región del archipiélago de San Andrés son los siguientes:

- • Un periodo seco (donde  $P/T < 2$ ) de finales de enero a mediados de abril.
- • Dos periodos de transición (donde  $2 < P/T < 4$ ) de finales de diciembre a finales de enero y de mediados de abril a finales de abril.
- • Un periodo húmedo (donde  $P/T > 4$ ) de finales de abril a finales de diciembre.

#### 6.1.4 BRILLO SOLAR

Los registros multianuales reportan un brillo solar medio anual de 2.649 horas, con un mínimo de 1844.3 horas y un máximo de 3226.3 horas. Las horas promedio mensuales de brillo solar varían entre 281 en marzo (valor máximo) y 184 en octubre (valor mínimo), para una amplitud estadística anual de 97 horas. Esta amplitud significa que en los meses secos suelen registrarse alrededor de 3 horas efectivas de brillo solar / día mas que en los meses lluviosos o de menor nubosidad.

#### 6.1.5 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es similar a lo largo del año, con un valor promedio anual del 82 % y una oscilación intra - anual que fluctúa entre una humedad relativa media mínima del 78% en marzo y en media máxima del 84% en junio y en octubre. Lo anterior refleja las condiciones de alta humedad atmosférica que prevalecen a lo largo de todo el año en la isla. Las humedades relativas mínimas diarias, próximas al 77% ocurren entre las 12 y las 14 horas, y las máximas diarias, cercanas al 89%, se presentan hacia las 05 horas. (Rangel, 1985).

### 6.1.6 EVAPORACIÓN

La evaporación media anual es de 1720 mm, con valores mensuales que fluctúan entre un mínimo de 114 mm en octubre y un máximo de 177 mm en marzo.

### 6.1.7 GEOLOGÍA

De acuerdo al estudio "Áreas Coralinas de Colombia". El Archipiélago de San Andrés tuvo su origen a partir de un cono volcánico hundido, cuyo basamento se encuentra actualmente a más de 1.000 m de profundidad, que fue recubierto por calizas arrecifales formadas desde el Oligoceno (hace 35.5 millones de años) – Mioceno (hace 23.3 millones de años), configurando así un atolón. Durante el Plioceno (hace 1.64 millones de años) y parte del Pleistoceno (hace 1.64 millones de años), el atolón sufrió un basculamiento progresivo hacia su margen Este, quedando emergida una considerable porción de las estructuras calcáreas miocénicas de la parte Oeste. La parte central de la isla actual de San Andrés (La Loma) es precisamente una formación calcárea con depósitos sedimentarios de la antigua laguna del atolón, y está bordeada en las partes bajas de la isla por una amplia terraza coralina pleistocénica. Durante el Pleistoceno, una serie de oscilaciones del nivel del mar produjeron significativas modificaciones geomorfológicas, que se manifiestan en el truncamiento de las terrazas de abrasión y de los cantiles a diferentes niveles.

El archipiélago debe tener un origen volcánico, como la mayoría de las islas oceánicas del mundo; en la actualidad las rocas emergidas son principalmente de tipo bioquímico<sup>26</sup>, formadas predominantemente por carbonato de calcio (calcita) y su origen está relacionado con la actividad de antiguos corales y con los sedimentos asociados a ellos.

De acuerdo con el servicio Geológico Nacional (1960) y Hubach (1956), en el Archipiélago de San Andrés se encuentran tres formaciones que van de la Más reciente a la más antigua así:

#### 6.1.7.1 FORMACIÓN DE LA PLATAFORMA MARINA

Se identifica por dos sectores: la plataforma coralina protegida por el arrecife y la zona correspondiente al mar abierto. Estos depósitos están integrados por material arenoso, que cubre parcialmente los estratos de la formación San Luís. Hacia la línea de la costa estos depósitos reunidos por el oleaje configuran las playas.

#### 6.1.7.2 FORMACIÓN DE LA PLATAFORMA TERRESTRE O FORMACIÓN SAN LUÍS

Constituye las partes planas de la isla, conformada en primer lugar por calizas coralígenas sobre las cuales se observan suelos con poco desarrollo pedogenético y escasa profundidad y en segundo lugar, por arcilla calcárea arenosa depositada en zonas pantanosas (marismas) que dan origen a suelos orgánicos. El contacto de esta unidad con la formación San Andrés no se observa al nivel de afloramiento, sin embargo, teniendo en cuenta las relaciones espaciales y de tiempo es aparentemente discordante, pues se encuentra una unidad antigua (mioceno) circundada por otra más joven (pleistoceno-subreciente), descartándose que esta distribución sea el producto de fenómeno de plegamiento.

■ *Unidades de roca superficial - Calizas Coralinas Cristalinas.*

Esta unidad de rocas constituye la plataforma continental de la Isla de San Andrés que se manifiesta por desarrollar una morfología plana a ligeramente inclinada hacia el océano y constituyen el material litológico de las islas y cayos aledaños. El afloramiento de estas rocas se presenta principalmente en la zona costera, ya que al interior de la zona continental se presentan cubiertos por un suelo residual arcilloso de color rojizo y con espesores medios de 50 cm. Las calizas coralinas se muestran superficialmente de color negro y con superficies rugosas. Son rocas de alta dureza, frescas y poco meteorizadas aunque presentan procesos de disolución química. Localmente se presentan planos de diaclasas abiertas y con rellenos de material calcáreo y férreo.

#### ■ *Lineamientos Estructurales*

El diaclasamiento en las rocas coralinas de la formación San Luis no muestra una orientación preferencial. En general se observan abiertas 5-10cm, con relleno de material ferruginoso y calcáreo de paredes rugosas de persistencia moderada a alta y de baja frecuencia.

#### **6.1.7.3 FORMACIÓN CALCÁREA DE SAN ANDRÉS**

Corresponde al cordón interior de la isla conformada en su gran mayoría por caliza blanca maciza, moluscos re-cristalizados en calcita y fisuras rellenas de material oolítico ferruginoso, que ha originado suelos con características vérticas y altos contenidos de carbonato de calcio. Ver Figura 6-2 Geología de San Andrés

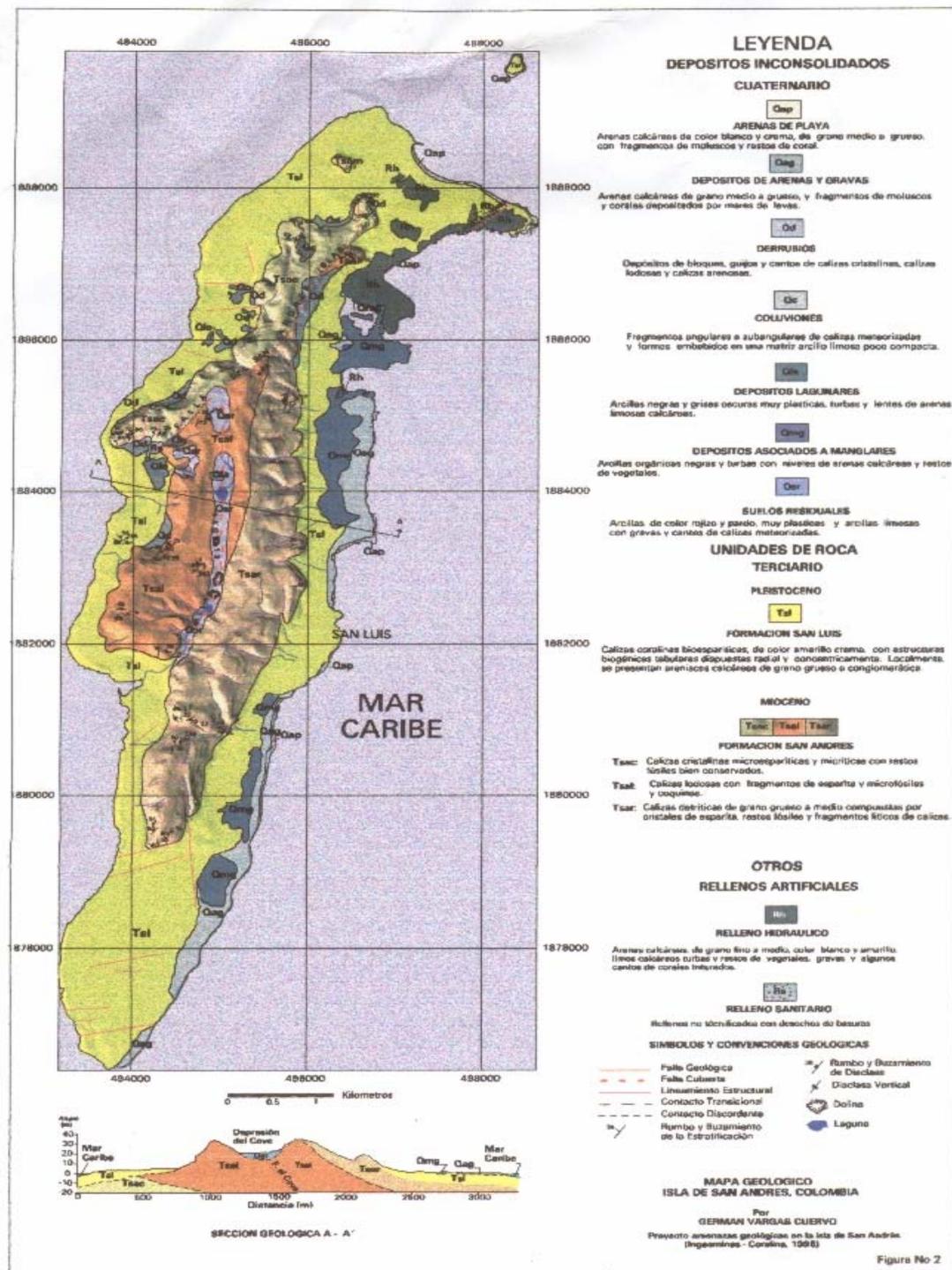


Figura 6-2. Mapa Geológico de la Isla de San Andrés y el cayo Johnny Cay

### ■ *Unidades de roca superficial:*

Se subdivide en tres unidades superficiales:

#### ■ - Calizas Cristalinas

Las rocas de esta unidad afloran sobre el costado noroeste de la zona montañosa de la isla. Desarrollan una morfología de meseta, escarpada en su costado oeste y plana a ligeramente ondulada en la parte superior. En afloramiento estas rocas se observan de color crema, blanco y beige, de aspecto masivo, con superficies lisas y rugosas por alteración química, frescas a poco meteorizadas, muy duras y fracturadas a masivas, en capas muy gruesas a gruesas.

#### ■ - Calizas detríticas lodosas

Afloran en el costado occidental de la zona montañosa. Desarrollan una morfología de pendientes fuertes a escarpadas hacia el borde occidental y suavemente ondulada a plana en la parte central. En afloramiento se observaron estas rocas en capas delgadas (20cm) a medias (50cm), generalmente meteorizadas, con superficies caoliníticas de color blanco, untosas, de dureza media a blandas, en sectores con alta concentración de fósiles, formando coquinas. Presentan intercalaciones de calizas detríticas areno-lodosas y localmente calizas cristalinas microesparíticas y biomicríticas.

#### ■ - Calizas detríticas arenosas.

Esta unidad de roca aflora predominantemente en el costado oriental de la cordillera montañosa que se localiza en la parte central de la isla. Morfológicamente presenta pendientes suavemente onduladas en la parte superior de la cadena montañosa y hacia los costados desarrollan colinas de pendientes moderadas y de contornos geométricos. Estas rocas se observan en afloramiento de color amarillo crema, en capas delgadas (10cm) a medias (50cm), generalmente frescas a poco meteorizadas, de dureza media a baja y poco fracturadas.

### ■ *Lineamiento estructural*

El plegamiento en las rocas de la Isla de San Andrés no es un fenómeno muy desarrollado; las rocas de la formación San Andrés se presentan orientadas en dirección NS a EN e inclinadas al SE. Variaciones locales en la orientación e inclinación de los estratos se asocian más a basculamientos de bloques por tectonismo gravitacional que a plegamiento. Se identifica con claridad un pliegue local ubicado en el sector de Little Hill Road. Se trata de una estructura anticlinal asimétrico de poca inclinación de sus flancos 15/30 grados, su eje presenta una orientación de N50 E. Las diaclasas varían notablemente de un sector a otro. Se observan cerradas y abiertas, con relleno de material arcilloso o calcáreo cementante. La frecuencia y persistencia de estas estructuras aumenta en proximidad de las zonas de falla.

### ■ *- Depósitos de origen geológicos naturales*

- Origen marino-costero

Arenas y gravas calcáreas se presentan, principalmente en el costado sur-oriental de la isla, como producto de transgresiones del mar ocasionadas por huracanes y mares de levadas.

Arenas de Playa, las playas están constituidas por arenas calcáreas de color blanco-crema, de grano medio a grueso, de forma sub-angular a suredondeados con fragmentos de moluscos y de corales. Los principales depósitos de arenas de playa se localizan en la parte norte de la isla y

en algunos sectores de la parte oriental, entre los que se destacan Rocky Cay, San Luís y el Decamerón.

- Origen denudacional

Los afloramientos de roca son en general escasos, gran parte de estas están cubiertas por suelos residuales y otros materiales inconsolidados. Las calizas arrecifales de la formación San Luís generan unos suelos residuales arcillosos de color rojizo dado el alto contenido de óxido de hierro. Sobre las rocas calcáreas de la formación San Andrés los suelos residuales más importantes se presentan sobre la unidad de calizas detríticas lodosas. Estos suelos muestran en algunos sectores un perfil de meteorización bien desarrollado y en el sector del Cove generan unos suelos inmaduros no estructurados, constituidos por arcillas de color marrón y rojizo.

- Origen lacustre

Localizado en la parte norte de la isla en los sitios aledaños al aeropuerto y en donde se localiza el estadio, en la región del Cove bajo las lagunas actualmente existentes. Dado el ambiente marino - costero de la isla, el desarrollo de manglares es notable. Sobre estas zonas la litología es particular, producto de las transgresiones del mar sobre estas zonas de intercambio. Allí se depositan arenas calcáreas y gravas formadas por fragmentos de corales. La descomposición de plantas sobre los suelos residuales produce capas turbosas y arcillas orgánicas, lo cual produce un depósito de arenas, arcillas y turbas ínter digitadas en forma de lentes. Estos sectores se presentan aledaños a la costa oriental.

#### 6.1.7.4 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

##### ■ *Depósitos inconsolidados*

En el archipiélago de San Andrés se presentan una gran diversidad de depósitos inconsolidados definidos por su origen, composición y espesor. Entre estos depósitos se tienen los de origen antrópico como los rellenos sanitarios y rellenos hidráulicos; los geológicos naturales definidos según su ambiente de depositación en: arenas de playa, depósitos de laderas, zonas lacustres y depósitos de manglares.

##### ■ *Depósitos de origen antrópico:*

Son llenos hidráulicos y sanitarios. Están representados por materiales de relleno artificial como rellenos sanitarios y rellenos hidráulicos; depósitos de origen lacustre; depósitos asociados a zonas de manglar; depósitos de vertientes como coluviones y derrubios.

- Arenas gravas (Qag). En algunos sectores costeros, principalmente en el costado Suroeste de la isla se presentan unos depósitos de arenas y gravas calcáreas como producto de transgresiones del mar ocasionadas por huracanes y mares de leva. Gran parte de estos materiales han sido extraídos como insumos de materiales de construcción. El espesor de estos depósitos puede alcanzar los 1.5 m.

- Arenas de playa (Qar). Las playas de San Andrés están constituidas por arenas calcáreas de color blanco – crema, de grano medio a grueso, de forma sub-angular a subredondeados, con fragmentos de moluscos (conchas, caracoles, etc) y de corales. El espesor de estos depósitos

de playa alcanza los 3 m. Los principales depósitos de arenas de playa se localizan en la parte Norte de la isla (zona hotelera) y en algunos sectores de la costa Este, entre los cuales destacan el de Rocky Cay, San Luís y el Decamerón.

- Suelos residuales (Qsr). En la isla de San Andrés los afloramientos de roca son en general escasos (aproximadamente un 2%), gran parte de las rocas terciarias están cubiertas por suelos residuales y otros materiales inconsolidados.

Las calizas arrecifales de la Formación San Luís generan unos suelos residuales arcillosos de color rojizo dado el alto contenido de óxidos de hierro. Estos suelos presentan espesores máximos de 1.5 m.

Sobre las rocas calcáreas de la Formación San Andrés los suelos residuales más importantes se presentan sobre la unidad de calizas detríticas lodosas (Ts2). En el sector del Cove generan unos suelos inmaduros no estructurados, constituidos por arcillas de color marrón y rojizo.

- Derrubios (Qd). Son fragmentos de rocas depositados en la base de las laderas y escarpes rocosos. Estos depósitos se presentan en la isla de San Andrés en los taludes bajos o piedemontes de la zona montañosa central.

- Coluviones (Qc). Los coluviones son depósitos generados por la fragmentación, depositación y alteración de rocas. Los coluviones se caracterizan por formarse de una matriz que engloba fragmentos de rocas. En la región del Cove se presenta un depósito de coluvión asociado a la zona de falla de San Andrés.

- Depósitos lacustres (Qla). Son depósitos constituidos por arcillas, turbas y restos orgánicos. Las arcillas son de composición orgánica, muy plástica y blanda.

- Depósitos asociados a Manglares (Qmg). Dado el ambiente marino – costero de la isla, el desarrollo de manglares es notable. Sobre estas zonas de manglares la litología es particular, producto de las transgresiones del mar sobre estas zonas de intercambio. Allí se depositan arenas calcáreas y gravas formadas por fragmentos de corales.

#### ■ *Depósitos de origen geológicos naturales*

Se hace referencia a los tipos de depósito relacionados con el presente estudio

##### Origen marino-costero

Arenas y gravas calcáreas se presentan, principalmente en el costado sur-oriental de la isla, como producto de transgresiones del mar ocasionadas por huracanes y mares de levadas.

Arenas de Playa, las playas están constituidas por arenas calcáreas de color blanco-crema, de grano medio a grueso, de forma sub-angular a susedondeados con fragmentos de moluscos y de corales. Los principales depósitos de arenas de playa se localizan en la parte norte de la isla y en algunos sectores de la parte oriental, entre los que se destacan Rocky Cay, San Luís y el Decamerón.

## 6.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente la isla puede ser definida a grandes rasgos en dos provincias estructurales correspondiente a los bloques separados por la Falla de San Andrés.

El bloque norte presenta buzamientos hacia el este que oscilan entre 20 y 40 grados, aunque en el extremo sur occidental las capas buzán 60 grados en la misma dirección. No se reconocen fallas ni pliegues de importancia en este bloque.

El bloque sur está dividido longitudinalmente por la falla del Cove. El flanco oriental de esta falla presenta buzamientos predominantes hacia el este. Se encuentran algunos pequeños pliegues anticlinales como en Little Hill Road, cuyo eje está orientado N60 grados E, presenta un ángulo interflancos de 135° y su plano axial está dispuesto 150°/80°, otro pliegue con orientación N-S y geometría no determinada se encuentra en la parte superior de los cerros entre Cove Road y Sound Bay Road. El flanco occidental tiene una disposición espacial similar a la del flanco opuesto. No hay presencia de pliegues ni de fallas notorias.

### ■ - FALLA SAN ANDRES

Se trata del fenómeno asociado al presente estudio; ya que Johnny Cay está localizado en la zona norte y dentro del área por ella moldeada. La falla de San Andrés juega un papel importante en la evolución deformativa de la isla puesto que las orientaciones de los lineamientos son notablemente diferentes en cada uno de sus flancos. Esta estructura se localiza sobre la zona montañosa de la isla, en su costado noreste, presenta una dirección de N45 Grados E. Esta falla se caracteriza por su expresión (rectilínea) y contraste morfológico, la formación de silletas de falla y estrías de falla, particularmente en sector de Perry Hill, zonas de cizallamiento, espejos de falla y estrías de falla (sector del colegio Bolívariano) y zonas de alto fracturamiento que se manifiesta en los escarpes rocosos del Cliff.

### ■ - FALLA DE PUNTA HANSA

Localizada en la parte Noreste de la Isla. Es una falla de dirección N55E, que muestra claramente un movimiento de rumbo sinistral, en el cual el bloque oriental se desplazó hacia el noreste y el bloque occidental hacia el sur oeste.

Teniendo en cuenta que esta falla afecta las rocas del Terciario (plioceno) de la formación San Luís y muestra sus efectos sobre la barrera coralina, se estima que esta fue generada en el periodo Cuaternario, lo cual implica una actividad tectónica reciente en la Isla.

## 6.3 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología se orienta al estudio de las formas del terreno bajo tres aspectos principales: Morfométrico que cuantifica la geometría de las formas del terreno como la determinación del relieve en contornos de altitud, la medición de las pendientes, etc.; Morfológico que define las formas del terreno por su génesis y Morfodinámico que representa los procesos dinámicos que se realizan en la superficie e interior del terreno. La geomorfología de San Andrés se indica de acuerdo a la cartografía IGAC 1980, en la figura 6-3.

## ■ Geomorfología costera

La línea de costa de la isla de San Andrés presenta en un alto porcentaje una conformación rocosa. Sustentada en una caliza arrecifal de la formación San Luís y cuya edad es Pleistoceno Tardío.

Esta formación arrecifal cuyo límite con el mar genera en la mayoría de las veces un acantilado, varía su geometría de un lugar a otro, como consecuencia de la dinámica que opera en cada sector y del estado en que se encuentra la misma roca en función de los procesos de meteorización química y física.

### **6.4 MORFODINÁMICA**

#### 6.4.1 Procesos de erosión marina

La clasificación de los niveles de erosión es eminentemente subjetiva. En razón de que las características de degradación costera son diferentes en costas bajas (playas y manglares), que en costas altas (acantilados), se hace una clasificación particular para cada medio,

- - Borde arrecifal

Erosión alta: Ausencia de hendiduras o incipiente formación de éstas, substratos rocosos masivos carentes de grietas, Rasgos de disolución subordinados.

- - Playas y manglares

Erosión alta: Playas con escarpes de erosión (mayor de 20 cm de altura), Acumulación abundante de desechos de madera traídos por el mar, Raíces de manglares derribadas.

Erosión media: Playas con escarpes de erosión (menor de 20cm de altura), acumulación esporádica de desechos de madera sobre la playa.

Erosión baja: ausencia de escarpes de erosión en la playa, ausencia de desechos de madera sobre la playa, Manglar aparentemente floreciente.

- - Acreción

Área donde hay adición de terreno costero mediante depósito de material transportado por olas y corrientes, al comparar fotografías aéreas del IGAC de diferentes años en el rango (44-96), con el estado actual de la línea de costa, se evidencia expansión de las playas o zonas de manglar

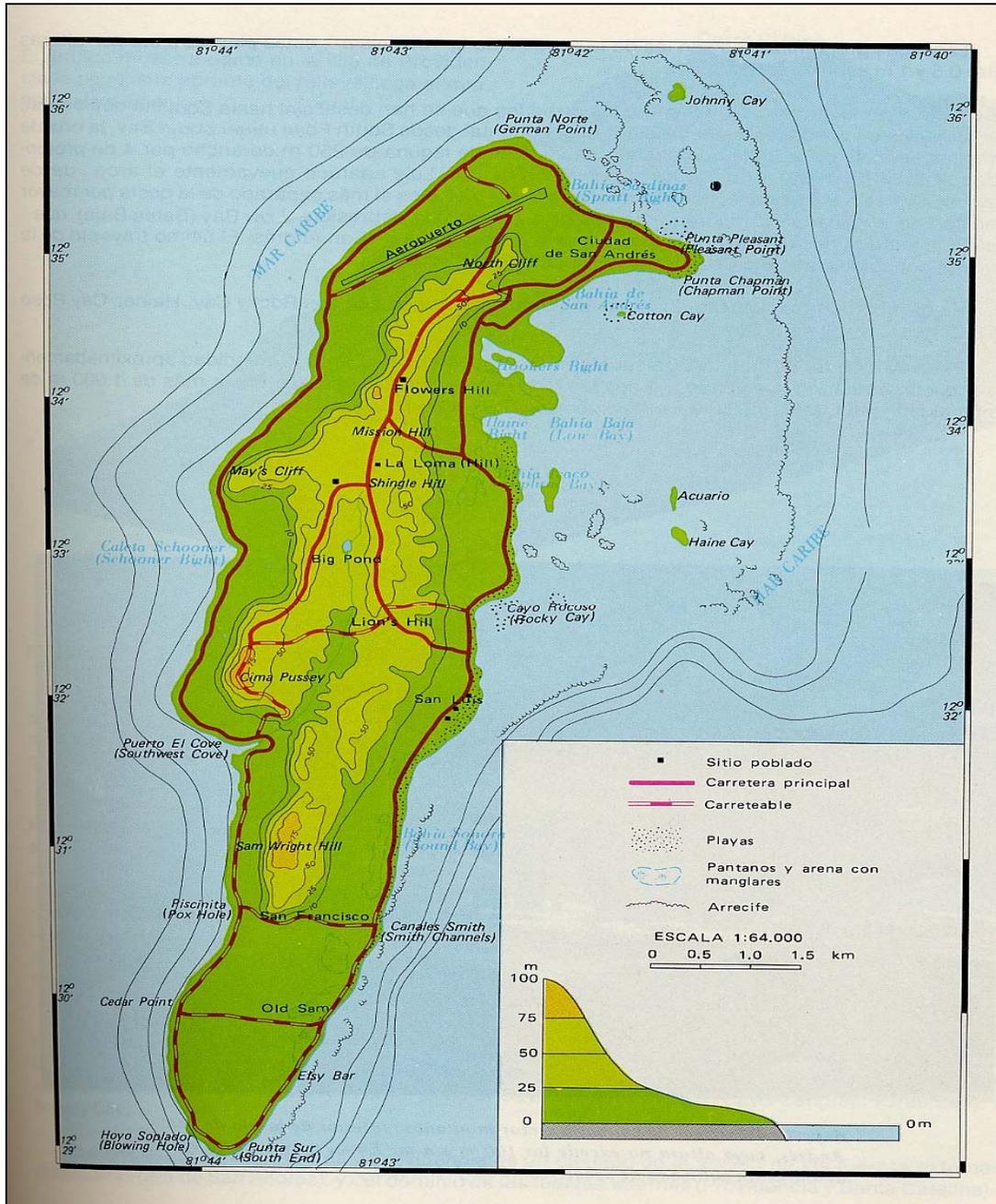


Figura 6-3 Mapa Fisiográfico de San Andrés

#### 6.4.2 Variación en la Línea de Costa

Johnny Cay es un cayo con una condición estable y permanente, debido a la presencia de la barrera arrecifal coralina, no se presentan mayores procesos erosivos en la gran mayoría del

perímetro costero del cayo por lo tanto se conserva con la misma geometría, sin tener afectación salvo en la zona sur, donde se encuentra la zona de playa, que tiene atractivo turístico.

## **6.5 VIENTOS**

El mar Caribe es una zona de frecuente afectación de ondas tropicales, las cuales se desplazan de Este a Oeste durante los meses de mayo a noviembre, principalmente. El cruce de cada una de estas ondas por un lugar incrementa la intensidad del viento y la altura de la ola, aunque no se conoce cuantitativamente el valor de ese incremento.

También, en el seno de las ondas tropicales, cuando se observan nubes de gran desarrollo vertical se presentan fenómenos severos y lluvias intensas. Entre los fenómenos severos se encuentran las trombas marinas, como las observadas por Peterson (1978) para la zona de las Bahamas, Golden (1974 a, 1974b, 1977) para los cayos de la Florida y la costa del Golfo de México, y por Alfonso (1988) y Sosa (1995) para Cuba. Las altas temperaturas en el mar, que llegan a alcanzar valores cercanos a los 30°C en los meses de verano, parece ser una de las causas principales de la ocurrencia de estos fenómenos.

Los vientos del Este y del Noreste predominan en un 80% de las frecuencias registrada, correspondiendo a los vientos alisios que circulan en superficie en la región sin que sean modificados por factores de tipo local. Para estas direcciones se registra un porcentaje de ocurrencia del 40% para cada una. Para la dirección del Noreste, el rango de velocidad predominante está entre 3.4 y 5.4 m/seg., con un porcentaje de ocurrencia del 18%. Para la dirección del Este, el rango de velocidades prevalente está entre los 5.5 y 7.9 m/seg. con un porcentaje de ocurrencia del 10%. Para esta última dirección, el segundo rango prevalente de velocidad se presenta entre 8 y 10.7 m/seg. Se puede notar la inexistencia de vientos de componentes Sur y Oeste. La velocidad media anual es alta, 5.5 m/s y las velocidades medias mensuales varían entre una mínima de 4.2 m/s en octubre y una máxima de 7.2 m/s en julio. Las velocidades medias máximas oscilan entre 6.6 m/s en octubre y 10.9 m/s en julio.

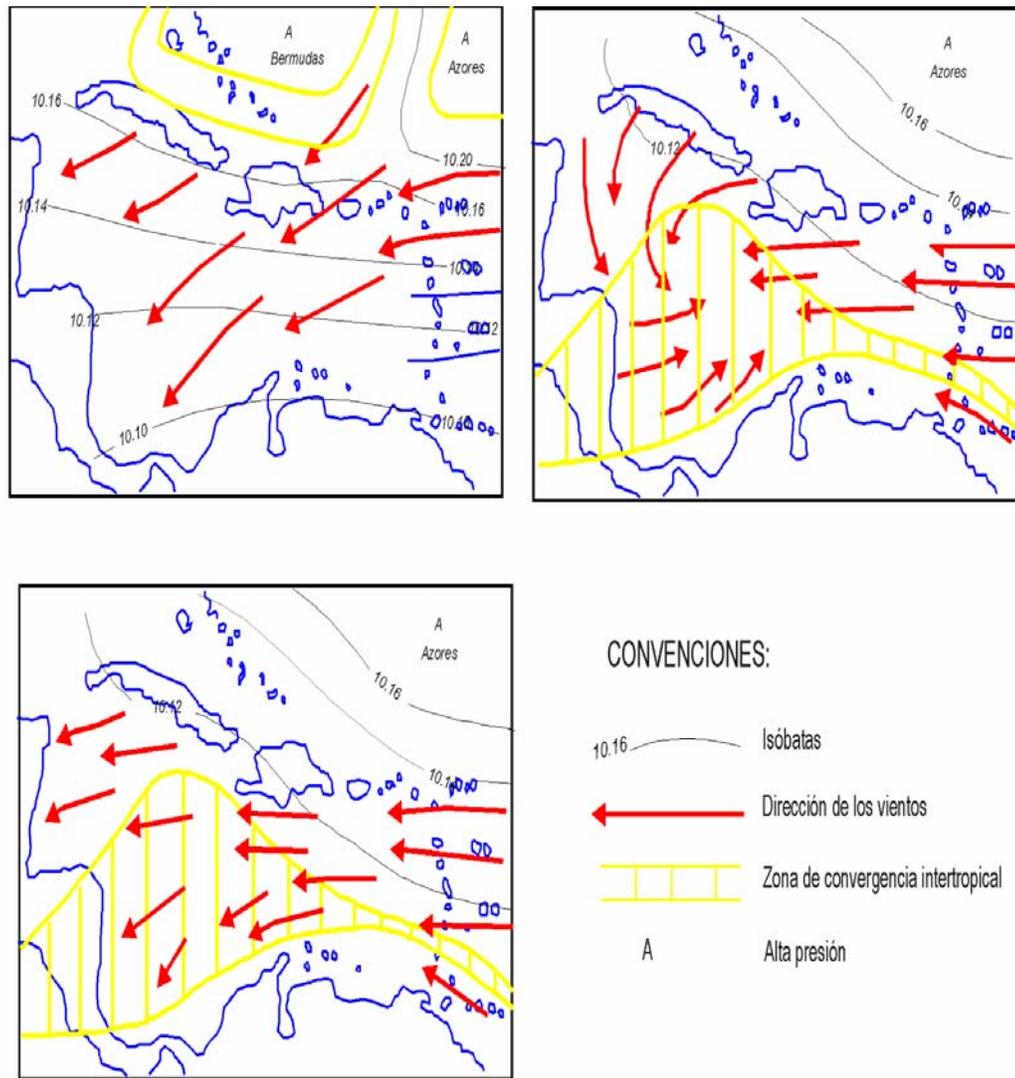


Figura 6-4. La variación de los vientos en el Caribe, se aprecia en la siguiente figura, de acuerdo al THESE A L'UNIVERSITE DE BORDEAUX I. POUR L'OBTENTION DUTIRE DE DOCTEUR EN OCEANOLOGIE PAR FREDERIC LEBLAC

El viento predominante en este mar tropical, durante casi todo el año, es de región Este (desde el Nordeste hasta el Sudeste, con la mayor frecuencia en la dirección Este) con velocidades entre 12 y 28 km/h (Fuerza 3-4, según la escala Beaufort), el cual llega a alcanzar valores en la parte oriental entre 20 y 38 km/h (fuerza 4-5) durante los meses de mayo, junio y julio (NOAA, 1985). Este régimen de viento genera alturas de olas que van de 0,5 a 1,25 m, con un incremento hasta de 2,5 m en el caso de persistir un número determinado de horas las velocidades del viento entre 29 y 38 km/h (fuerza 5). Estos vientos del Este (conocidos como Alisios) responden a la presencia del anticiclón semi-permanente del océano Atlántico, conocido como anticiclón Azores-Bermudas, con una influencia más marcada en estos meses de verano, al ubicarse su región central entre las latitudes 35 y 40 N. Este sistema anticiclónico penetra en

forma de cuña sobre el mar Caribe y llega incluso en el mes de julio a cubrir con sus isobaras hasta la porción Sudeste de Estados Unidos y el Golfo de México (Sosa, 1985). Estos regímenes son modulados por la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que tiene un desplazamiento entre 5° S a 15° N y tiene un desfase de unos dos meses con la declinación solar.

Cuando la ZCIT se encuentra al sur de la Guajira, ocurre la época seca y se sienten en el área los vientos “Alisios del Norte”, son vientos fuertes (mayores de 10 m/s) y uniformes del Noroeste. Si la ZCIT se encuentra al Norte de la Guajira, los vientos llegan más del Sur o el Sureste, son vientos mas lentos y cálidos que vienen del continente, normalmente cargados de vapor de agua y están asociados a precipitaciones en el área.

Esta modulación de la intensidad del viento es muy importante y sirve como “motor” de generación de olas, haciendo que los tiempos de duración y tamaño de las pistas de generación (fetch) sean menores a los intentos de explicación del oleaje hechos en trabajos anteriores por ejemplo, Leclerc (1972).

De acuerdo a mediciones del IDEAM, se aprecia la Rosa de los Vientos en el archipiélago de San Andrés

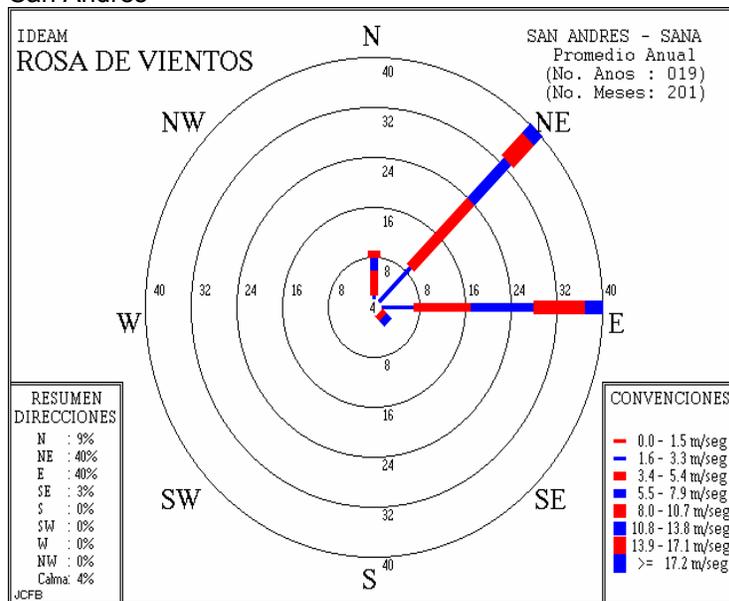


Figura 6-5. Rosa de los Vientos de San Andrés

## 6.6 CORRIENTES MARINAS

El patrón de circulación general de las aguas del Mar Caribe, está dominado por una gran corriente que deriva en dirección Nor-Oeste a lo largo del eje principal de la cuenca; sin embargo, de la margen Sur-Oeste se desprende una masa de agua superficial, que circula en sentido contrario, formando un giro ciclónico que afecta la Costa Norte colombiana. (Corredor, 1981).

Pujos et. Al. (1986), relaciona la circulación de las corrientes en el Caribe, con el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (Z.I.C). Cuando la ZIC se encuentra en posición meridional, la corriente Caribe se dirige hacia el Oeste; al acercarse a las costas de Panamá. Se dobla hacia el Sur y luego hacia el Este, estableciendo una contra corriente a lo largo de las costas colombianas. La posición septentrional de la ZIC, genera en el Caribe occidental, dos regímenes de vientos que favorecen la extensión y el incremento de la contra corriente proveniente del golfo de Panamá, hacia el Noreste cuyo alcance en las costas colombianas, depende de la estación del año.

El caribe colombiano está influenciado por la acción de la corriente del Caribe y la contracorriente de Panamá, ambas dependen de la influencia del desplazamiento latitudinal de la zona de confluencia intertropical, y por ende del régimen climático prevaleciente. De acuerdo con Pujos (1984) en el período seco (diciembre – abril), la corriente del Caribe se desplaza hacia el Oeste por influencia de la configuración de las costas panameñas, cambia de dirección inicialmente hacia el Sur y luego hacia el Oeste, generando la contracorriente de Panamá la cual influye marcadamente hasta las costas del golfo de Urabá.

En el período húmedo (septiembre – noviembre) la contracorriente es reforzada por los vientos provenientes del Suroeste, permitiendo que esta alcance las costas de la Guajira en octubre y noviembre.

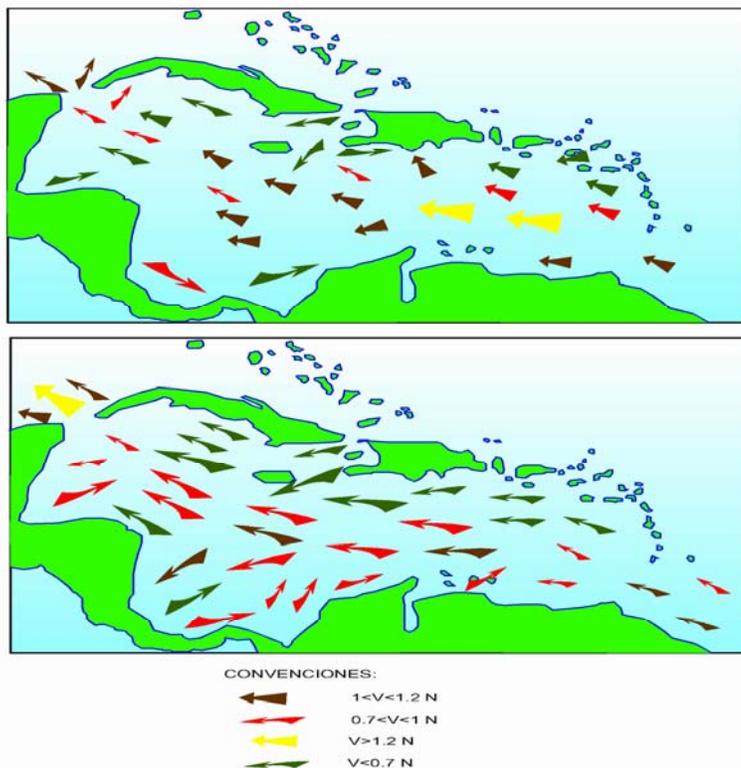


Figura 6-6. Corrientes Marinas en el Mar Caribe de acuerdo a THESE A L'UNIVERSITE DE BORDEAUX I. por FREDERIC LEBLAC

## **6.7 MAREAS**

Las mareas en la Costa Caribe colombiana son irregulares, a pesar de que son del tipo semidiurno, no se presenta exactamente dos pleamares y dos bajamares en un periodo de 24 horas, sino que se presenta una pleamar, una bajamar seguido de un ascenso y descenso leve del nivel de las aguas, es decir con fuerte desigualdad diurna y una amplitud que es la oscilación del nivel a partir del nivel medio) media multianual es inferior a 0.6 m lo que permite clasificarla en el régimen micromareal (Juvelaud, 1986).

### **■ MARES DE LEVA**

El fenómeno conocido como "Mar de Leva", consiste en el aumento anormal de la altura del oleaje, aumento que es ocasionado por el efecto de fricción entre la superficie del mar y la masa de aire atmosférico en movimiento en forma de viento, el cual es intensificado con el paso de sistemas atmosféricos

de mal tiempo (bajas presiones) que empujan las aguas oceánicas hacia la costa causando oleaje fuerte. El tamaño de las olas formadas depende de la velocidad y el tiempo que persista la misma velocidad de viento.

La incidencia de los efectos de este fenómeno sobre cualquier tipo de embarcación es mucho más fuerte en las áreas costeras ya que la altura de la ola aumenta en la medida que encuentre cambios en la batimetría. También se causan daños en la costa, provocando inundaciones en sectores aledaños a las playas y originando además, diferentes grados de erosión que algunas veces ocasiona daños en las construcciones cercanas, tales como estructuras de muelles menores y viviendas que por su ubicación se expongan a los efectos directos del fenómeno.

En Colombia, el fenómeno afecta la costa Caribe y es típico de la época seca o de vientos (diciembre - abril), aunque las estadísticas muestran que casi siempre se presenta en Enero y Febrero y en algunas ocasiones se extiende a Marzo. Su duración es de aproximadamente 48 horas siendo su inicio más intenso que su final, pero su fuerza se ve reforzada por la acción de los vientos Alisios que por la época soplan del norte - noreste y son más intensos en horas de la tarde, lo cual hace el fenómeno mas dañino en esas horas. Se calcula que el fenómeno puede repetirse hasta cuatro veces en un solo mes y afecta a toda la costa del Mar Caribe Colombiano. El Sistema de mal tiempo que normalmente origina este fenómeno en el Caribe es el relacionado con la incursión del frente polar, que en su desplazamiento inicial hacia el sureste alcanza latitudes de 15° norte o menos. Esta incursión polar o frente lleva consigo un sistema de olas y vientos generados por su mal tiempo asociado y el cual comienza a viajar a través del Mar Caribe, con destino final las costas de Centroamérica, Venezuela y Colombia, donde se traduce en el fenómeno de Mar de Leva.

## **6.8 OLAJE**

La costa Norte Colombiana se ve expuesta anualmente a oleaje extremo producido por los huracanes que pasan al norte de la costa Caribeña durante la temporada de huracanes (junio a noviembre) y del incremento de los vientos Alisios durante el mes de diciembre hasta marzo. El oleaje y el nivel del mar bajo estas condiciones, alcanzan súbitamente valores peligrosos para la población y toda la infraestructura costera. Si a esta condición sumamos los efectos por un

eventual ascenso del mar previsto en 1.0 m en los próximos 100 años, nos encontramos ante una condición que nos exige la mayor dedicación en los próximos años.

### 6.8.1 Régimen De Oleaje

Dada la limitación de información relacionada con el clima de oleaje para la costa Colombiana, se recopiló y analizó la información de diferentes fuentes disponibles para el área del Caribe Colombiano.

A continuación se presenta una descripción general de la información utilizada para el presente proyecto:

Se consultó la información disponible en proyectos costeros desarrollados por el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de Las Flores, la cual comprende observaciones realizadas en el Caribe durante el período enero de 1962 – diciembre de 1987, en el área comprendida entre los 10° y 20° de latitud Norte y los 60° y 80° de longitud Oeste, proviene de la base de datos recolectada y clasificada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) a partir de información suministrada principalmente por embarcaciones oceanográficas o navíos mercantes que voluntariamente reportan las observaciones meteorológicas que realizan rutinariamente, de acuerdo con los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial (WMO). Estos datos distinguen el oleaje según su relación con el viento local (Seas), y oleaje generado fuera del sitio de observación (Swell). La información de oleaje disponible frente al mar Caribe, está comprendida hasta 80° de longitud Oeste.

Por otra parte se contó con la información disponible en la base de datos del programa OLAS, desarrollado por DIMAR para las zonas costeras colombianas, dentro del proyecto de investigación del Centro de Control de Contaminación del Pacífico, el cual es un modelo de las características oceánicas de las dos costas colombianas; con información de oleaje y batimétrica para análisis y diseños de estudios costeros, desarrollado en conjunto con la Universidad de Cantabria y la Armada Nacional de Colombia.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta información relacionada con ciclones que han afectado el área del Caribe.

## 6.9 CICLONES TROPICALES

Ciclón tropical es el término genérico para un sistema de vientos en forma de espiral que se desplaza sobre la superficie terrestre y tiene circulación cerrada alrededor de un punto central. Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos de la siguiente manera:

**Depresión Tropical:** es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos son menores de 58 Km/h. Se considera un ciclón tropical en su fase formativa.

**Tormenta Tropical:** es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos fluctúan entre 58 y 119 Km/h.

**Huracán:** es un ciclón tropical de intensidad máxima en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan las 119 Km/h. Tiene un centro muy definido con una presión barométrica muy baja, en éste. Vientos de más de 248 Km/h han sido medidos en los huracanes más intensos

El archipiélago de San Andrés y Providencia ha sido azotada por diversos ciclones tropicales de los cuales se conocen los presentados en los años de 1818, 1877, 1906, 1913, 1961, 1971, 1996, 1998, 1999 y 2004. En la figura 6-7 se aprecia la trayectoria de las tormentas presentadas en el caribe en la década del 90 y en la figura 30 la trayectoria de los huracanes que han tenido efectos más destructivos sobre el archipiélago. De todos ellos, el que presentó los mayores estragos en la isla de San Andrés, fue el huracán JOAN, en 1988. En la figura 6-8, se aprecia una imagen satelital del huracán Beta.

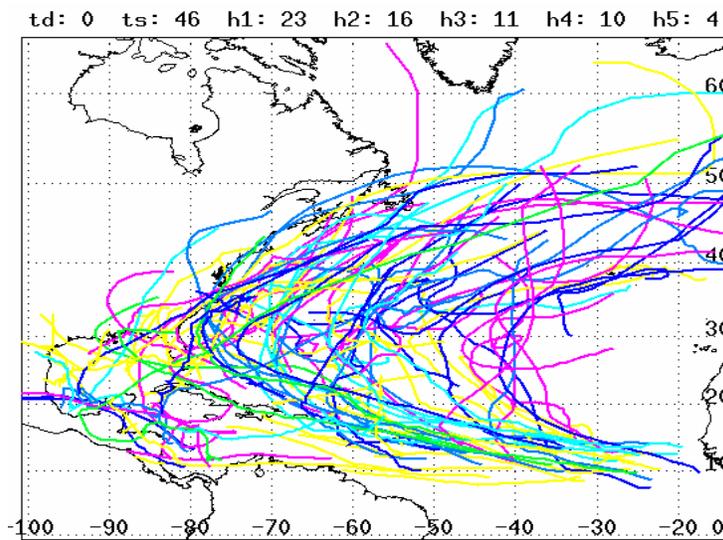
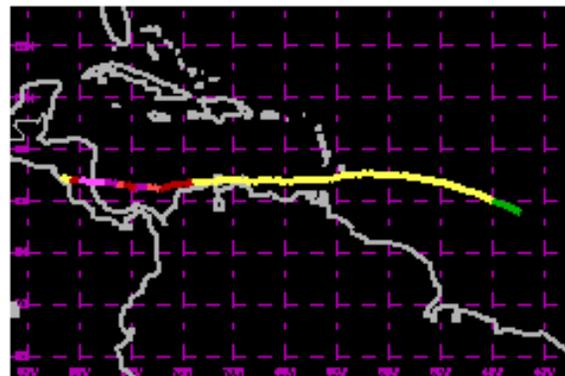
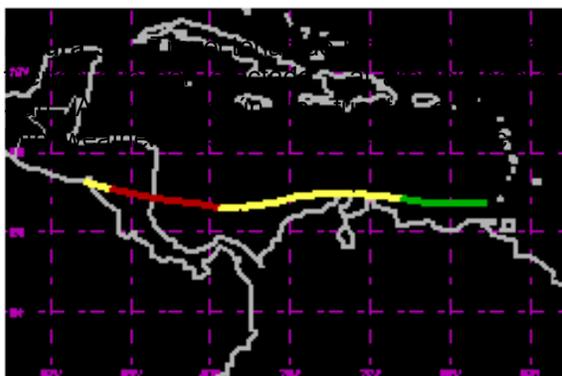


Figura 6-7. Trayectoria de todas las tormentas que pasaron por el Caribe desde 1990 a 1999. (Fuente: [http:// stormcarib.com/climatology/atl\\_atl.htm](http://stormcarib.com/climatology/atl_atl.htm)).

CESAR 1996

JOAN 1988



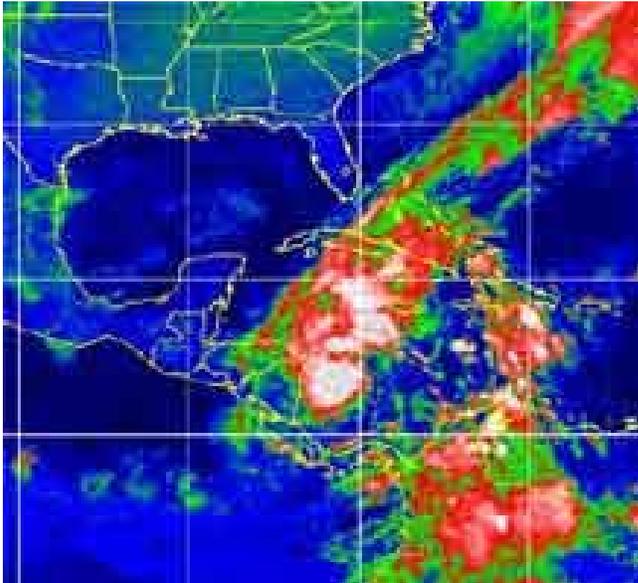


Figura 6-8: Imagen satelital del Huracán Beta

De los registros de la NOAA se presenta los ciclones tropicales más importantes que han pasado cerca del Archipiélago de San Andrés entre 1913 a 2004. Ver tabla 6-1.

Tabla 6-1 Registro de los ciclones tropicales más fuertes que afectaron el Archipiélago de San Andrés

FECHA	NOMBRE	CATEGORIA	VELOCIDAD MÁX (km/h)	PRESION (Mba)	DISTANCIA HURACÁN - ISLA (km)	COORDENADAS TRAYECTORIA	
						LATITUD	LONGITUD
22/06/1913	-----	HURACAN	120	-----	50	11.80	-81.00
27/10/1961	HATTIE	TORMENTA TROPICAL	100	-	16	11.60	-81.20
18/09/1971	IRENE	TORMENTA TROPICAL	100	1002	114	11.70	-80.50
21/10/1988	JOAN	HURACAN	184	964	80	11.60	-81.20
27/07/1996	CESAR	HURACAN	120	994	69	11.80	-81.00
21/10/1999	KATRINA	DEPRESION TROPICAL	56	1001	120	11.60	-81.20
28/10/2005	BETA	HURACAN	180	962	95	11.70	-81.40

Con base en los procedimientos reconocidos por el Shore Protection Manual (1984), para la estimación de la altura del oleaje producido por vientos con un fecht y una duración conocida, la Universidad del Norte para el proyecto de la Vía Circunvalar de la Isla de San Andrés (2002), calculó para cada ciclón la altura y período del oleaje, que producen estos eventos en aguas profundas. Ver tabla 6-2.

Tabla 6-2. Cálculo de la altura del oleaje mar afuera durante los ciclones tropicales que han afectado la isla de San Andrés

FECHA	NOMBRE	CATEGORIA	ALTURA DEL OLAJE (m)	PERIODO (seg)	DIRECCIÓN AZIMUT
22/06/1913	-----	HURACAN	5.5	9	135
27/10/1961	HATTIE	TORMENTA TROPICAL	2.5	6	90
21/10/1968	JOAN	HURACAN	9	12	155
18/09/1971	IRENE	TORMENTA TROPICAL	5.5	9	140
27/07/1996	CESAR	HURACAN	5.5	9	135
21/10/1999	KATRINA	DEPRESION TROPICAL	3	7	160
28/10/2005	BETA	HURACAN	*	*	*

\* En el momento no se dispone de la información

Se concluye de la tabla anterior que la altura de oleaje máximo mar afuera ha sido de 5,5 m, la ocurrencia de un ciclón tropical en el área es de 12 años y la presentación de un huracán como el JOAN es del orden de 90 años.

## 6.10 OLAJE EN AGUAS PROFUNDAS

Debido a que el Archipiélago de San Andrés no cuenta con un estudio de clima marítimo en aguas profundas se realizó un análisis a partir de la siguiente información:

- Gráficas de oleaje del Océano Graphic Atlas of the North Atlantic Ocean, (1964)
- Estudios realizados por la Universidad del Norte. (1989)
- Estudios realizados por la Universidad de los Andes en conjunto con el Laboratorio de Hidráulica de Dinamarca (DHI). (1993)

A partir de la información anteriormente citada, se realizaron analisis para determinar el oleaje típico en aguas profundas:

- Con las gráficas de Ocean Graphic Atlas of the North Atlantic Ocean, se obtiene que para una probabilidad de excedencia del 95% el oleaje típico para la zona en aguas profundas en San Andrés es de 4 m y el período oscila entre 6 – 7 seg. Ver figura 6-9

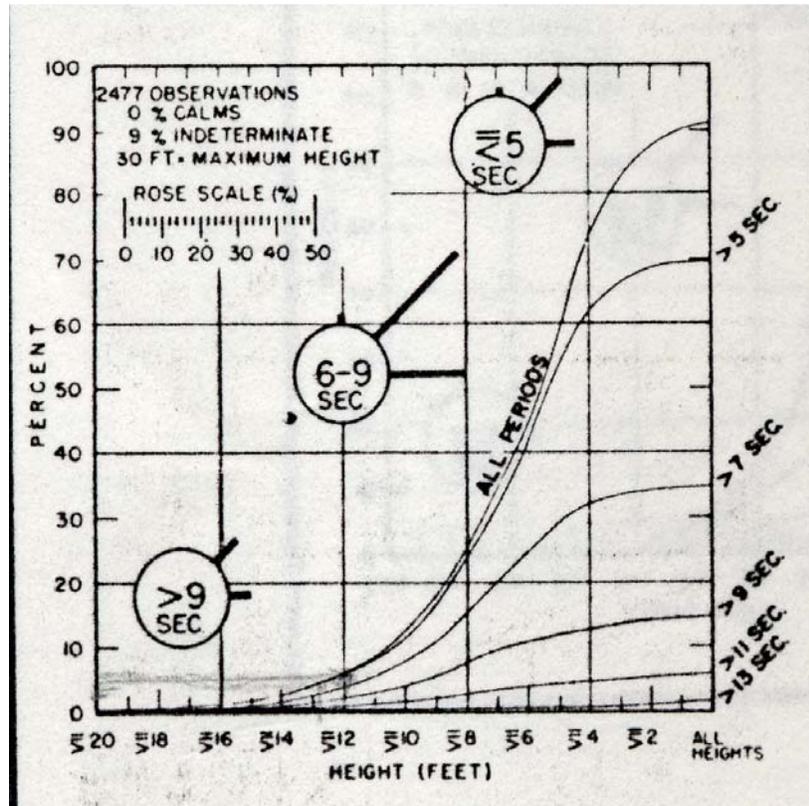


Figura 6-9 Oleaje típico del Mar Caribe

- El estudio realizado por el DHI en conjunto con la Universidad de los Andes, arrojó el siguiente resultado: Ver tabla 6-3.

Tabla 6-3 Altura de ola y período del estudio realizado entre el DHI y la Universidad de los Andes en aguas profundas en Bocas de Ceniza

Período de retorno (años)	Hs (m)	Ts (seg)
10	2.5	9.2
15	3.5	10.8
50	4.0	11.5
100	4.4	12.2

De este estudio, se adopta se selecciona para San Andrés, el obtenido para un Período de Retorno de 50 años, el cual le correspondió una altura de ola de 4.0 m y un período de 11.5 seg.

- La Universidad del Norte realizó un estudio del clima marítimo en aguas profundas, a partir de datos de vientos con base a su intensidad y zona de generación (Fecth). Ver tabla 6-4.

*Tabla 6-4 Altura de ola y período del estudio realizado por la Universidad del Norte en aguas profundas en Bocas de Ceniza*

Duración (horas)	DIRECCIONES									
	N		N.N.E		NE		E.N.E		E	
	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts (seg)	Hs (m)
3	8.6	4.6	8.6	4.6	10.9	5.7	10	5.3	9.1	5.0
6	8.4	4.6	8.4	4.6	10.6	5.5	9.7	5.3	8.9	5.5
12	8.2	4.5	8.2	4.5	10.2	5.5	9.4	5.3	8.6	4.5
24	7.9	4.5	7.9	4.5	9.9	5.3	9.1	5.0	8.3	4.5

De este estudio se selecciona la dirección N.N.E. para una duración de 3 horas, con una altura de ola de 4.6 m y un promedio de 8.6 segundos.

De los resultados obtenidos utilizando las gráficas de Ocean Graphic Atlas of the North Atlantic Ocean y los estudios realizados por las universidades de los Andes y del Norte, se definió para la zona de aguas profundas de San Andrés una altura del oleaje media típica  $H_s = 4.2$  m, con un período de 8 segundos.

## 6.11 MODELACIÓN

Por otra parte de la base de datos del modelo OLAS de DIMAR, se determinó el oleaje en aguas profundas para el sector del Archipiélago de San Andrés. La figura 6-10, presenta la ubicación del sitio de modelación con OLAS, en el sector Nor - Este de San Andrés, entre las coordenadas geográficas: Longitud Este:  $81^{\circ} 38' 18''$  y Latitud Norte:  $12^{\circ} 27' 32''$ ; para profundidades in definidas.

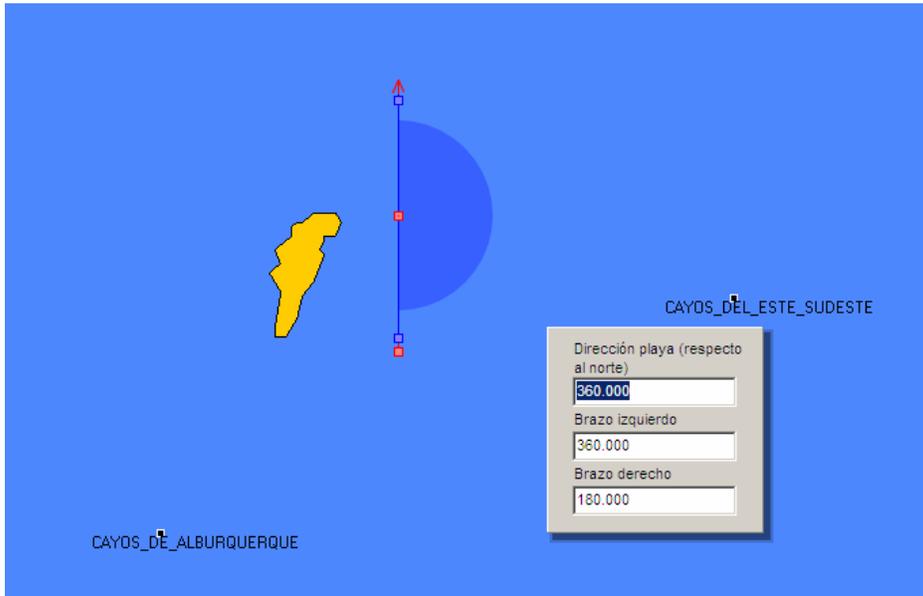


Figura 6-10 Ubicación del sector de oleaje

De la base de datos de este modelo, se obtuvo la Rosa de Oleaje para el sitio del proyecto, donde se confirma que la altura de oleajes para la zona de estudio alcanza valores de  $H_s = 4.0m.$ , con direcciones predominantes del Este al Nor-Este. Ver Figura 6-11,

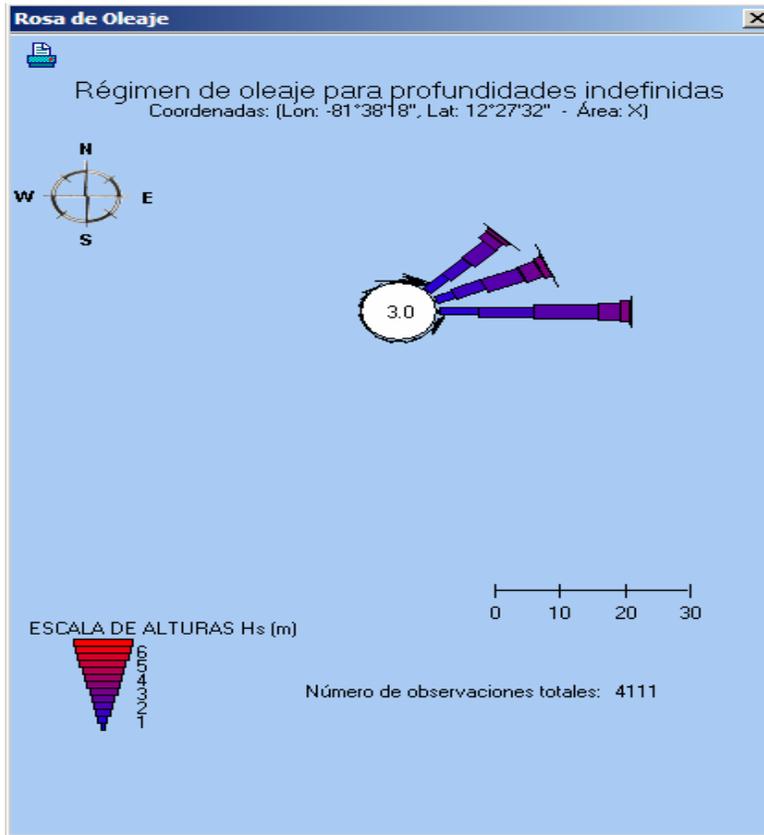


Figura 6-11. Rosa de Olas en aguas profundas para el área de influencia de la Isla de San Andrés

Utilizando el software OLAS, creado por el Centro de Control de Contaminación del Pacífico CCCP, en convenio con la Dirección General Marítima DIMAR y la Universidad de Cantabria, se calculó el oleaje para aguas profundas al Nor-Este del Archipiélago de San Andrés, en la zona de ubicación del cayo Johnny Kay. De los resultados del modelo se obtiene la siguiente información:

La altura significativa ( $H_s$ ) de olas provenientes del Norte, para una probabilidad excedida del 1.0% es de  $H_s = 5.5$  m y un periodo pico  $T_p = 15.0$  seg. Ver figura 6-12.

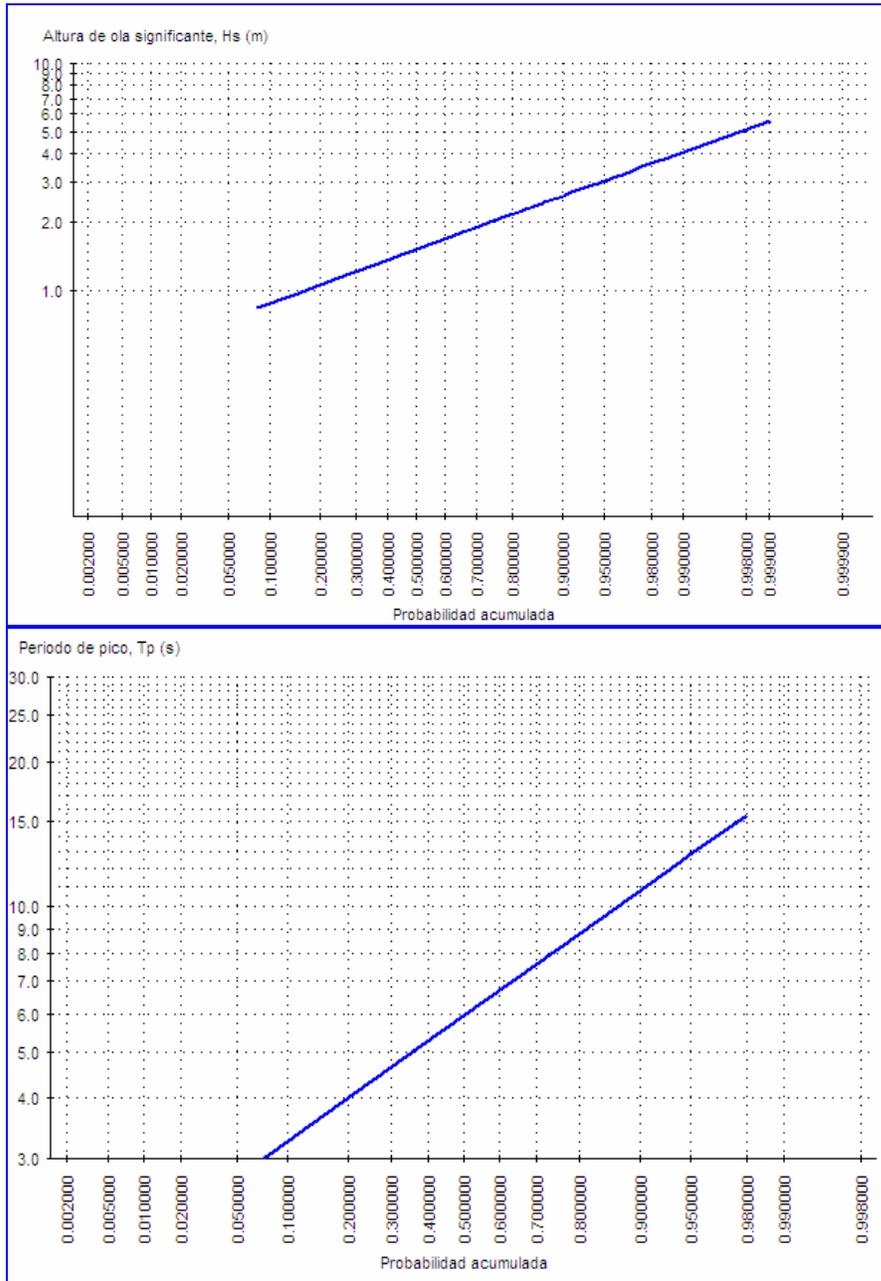


Figura 6-12 Cálculo del oleaje Norte, en el punto de estudio seleccionado con profundidad indefinida; obteniendo altura de ola y periodo pico

La altura significativa (Hs) de olas provenientes del Este, para una probabilidad excedida de del 1.0% es de Hs = 5.5 m y un periodo pico Tp = 15.0 seg. Ver figura 6-13.

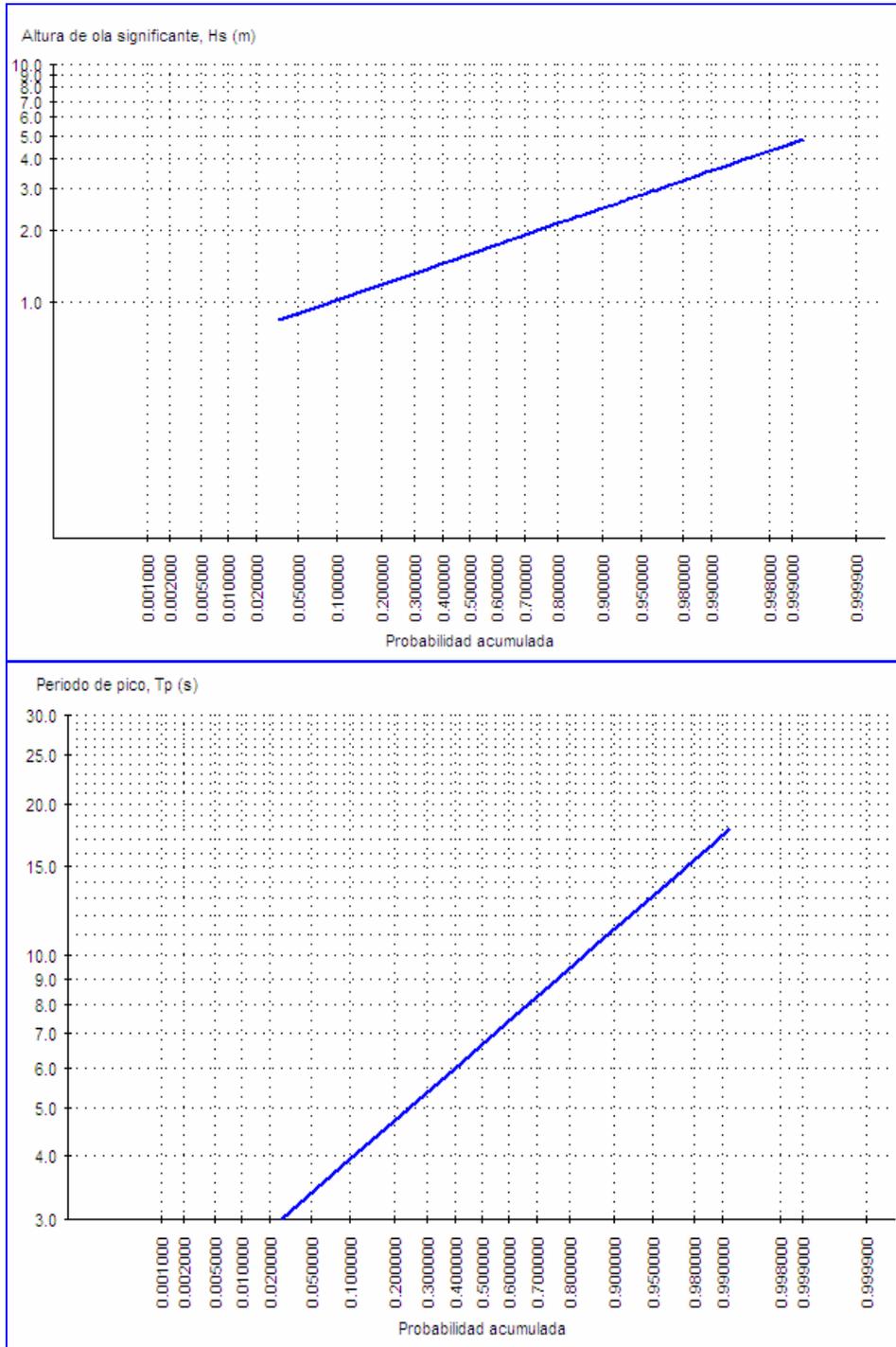


Figura 6-13 Cálculo del oleaje Este, en el punto de estudio seleccionado con profundidad indefinida; obteniendo altura de ola y periodo pico

La altura significativa ( $H_s$ ) de olas provenientes del Sur, para una probabilidad excedida del 1.0% es de  $H_s = 1.8$  m y un periodo pico  $T_p = 17$  seg. Ver figura 6-14.

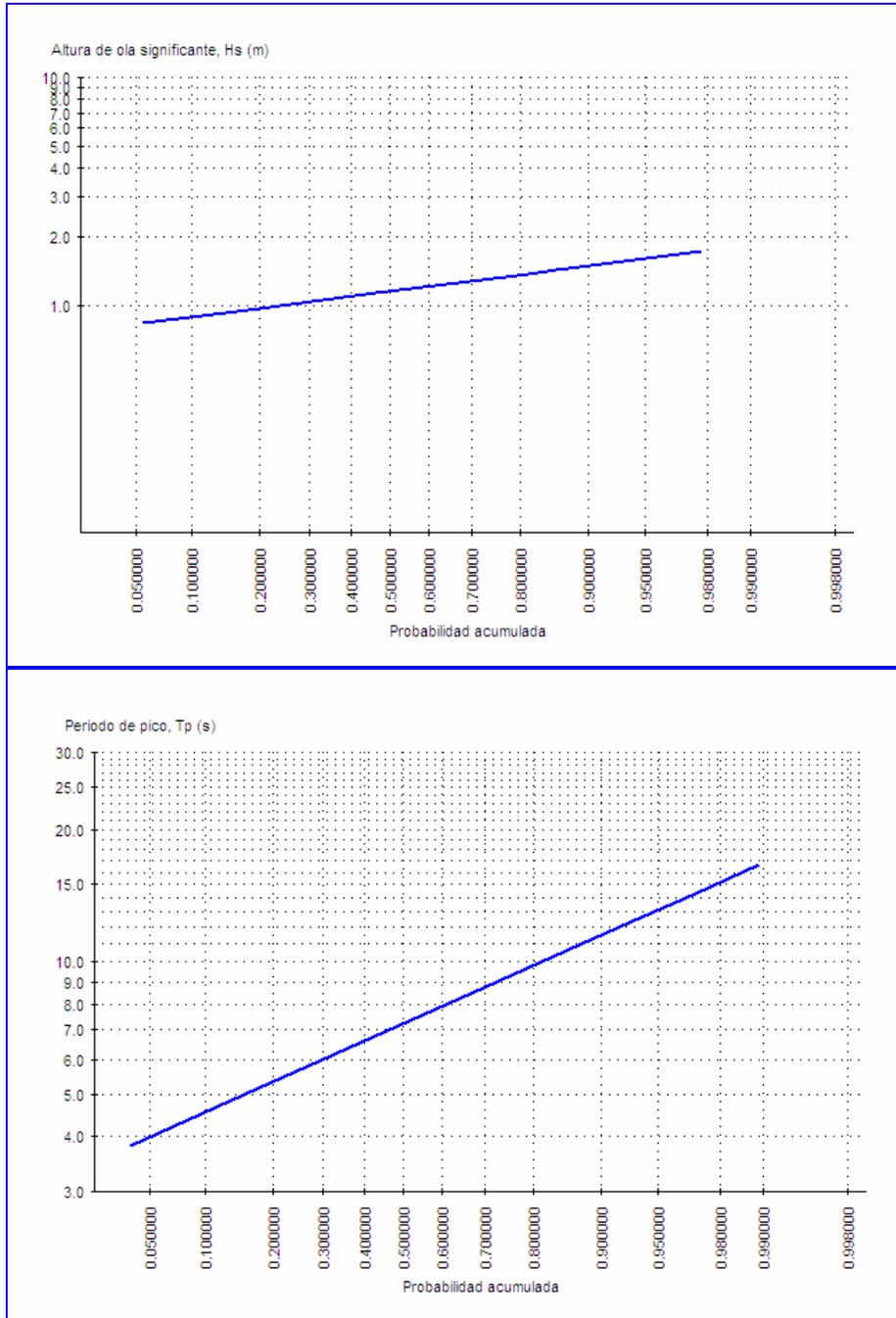


Figura 6-14 Cálculo del oleaje Sur, en el punto de estudio seleccionado con profundidad indefinida; obteniendo altura de ola y periodo pico

## 6.12 OLEAJE EN AGUAS SOMERAS

Cuando el oleaje se acerca a la costa se ve afectado por la disminución de los fondos o estructuras, lo cual hace que se transforme sus características hasta llegar a la rotura. Los fenómenos que hacen que el oleaje se transforme a su llegada a la costa son los siguientes:

**Refracción.** Es el cambio de dirección de propagación y amplitud que experimenta el oleaje al avanzar sobre fondos de profundidad variable. Este proceso es el que hace que el oleaje al llegar a la costa se coloque paralelamente a ésta.

**Shoaling (Asomeramiento).** Es el fenómeno de variación de la altura del oleaje inducida por el fondo.

**Difracción.** Es la modificación que experimenta el oleaje en su propagación por la existencia de una estructura o un obstáculo.

## 6.13 OLEAJE DE DISEÑO

Para los diseños, el Período de Retorno adoptado para el oleaje es de 50 años, este oleaje se propaga desde aguas profundas al sitio del proyecto, el cual es disipado por efecto de la barrera arrecifal que se ubica desde el Sur hasta 327 m al Norte de Johnny Cay, generando una área protegida del oleaje oceánico, donde se reducen las profundidades hasta el orden de 2.0 m . Ver figura 38. El oleaje que puede penetrar hasta el sitio donde se proyecta la construcción del muelle, sufre los efectos de refracción y difracción.

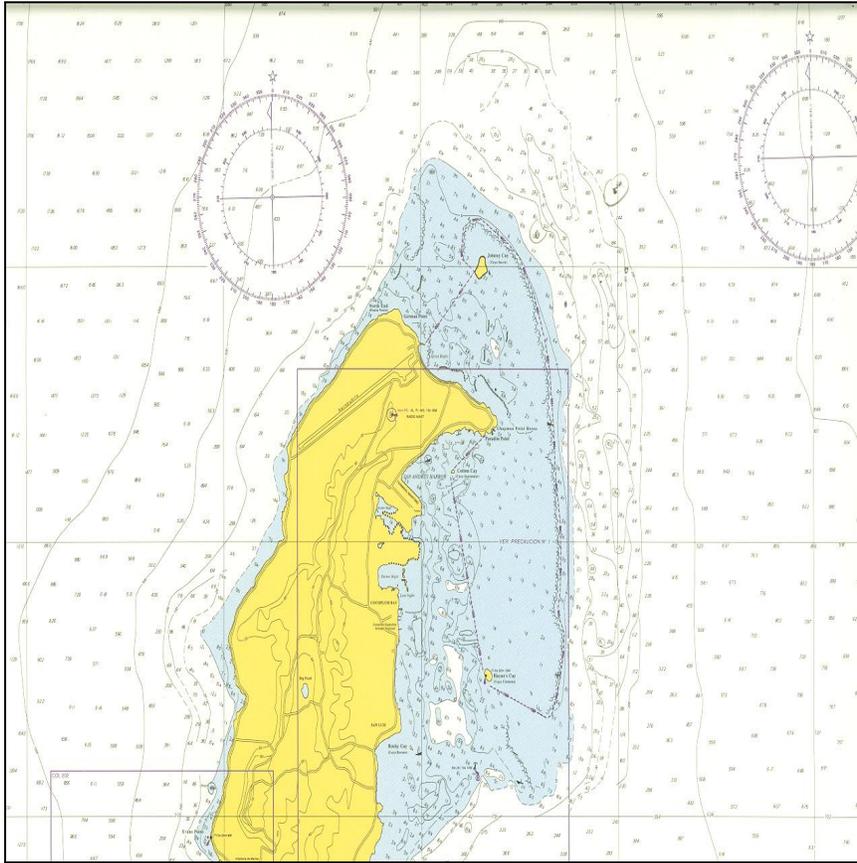


Figura 6-15 Mapa de profundidades de la mar en el archipiélago de San Andrés Dirección Marítima DIMAR.

Utilizando el modelo OLAS en proximidad del muelle proyectado, para aguas determinadas a una profundidad de 2.0 m, se obtuvieron los siguientes resultados:

La figura 6-15 muestra la ubicación del sitio de modelación y la entrada del modelo OLAS, en el sector Nor-Este de San Andrés, en las siguientes coordenadas geográficas, Longitud Este:  $81^{\circ} 38' 18''$  y Latitud Norte:  $12^{\circ} 27' 32''$ ; para profundidades definidas, para objetivo de 2,0 m.

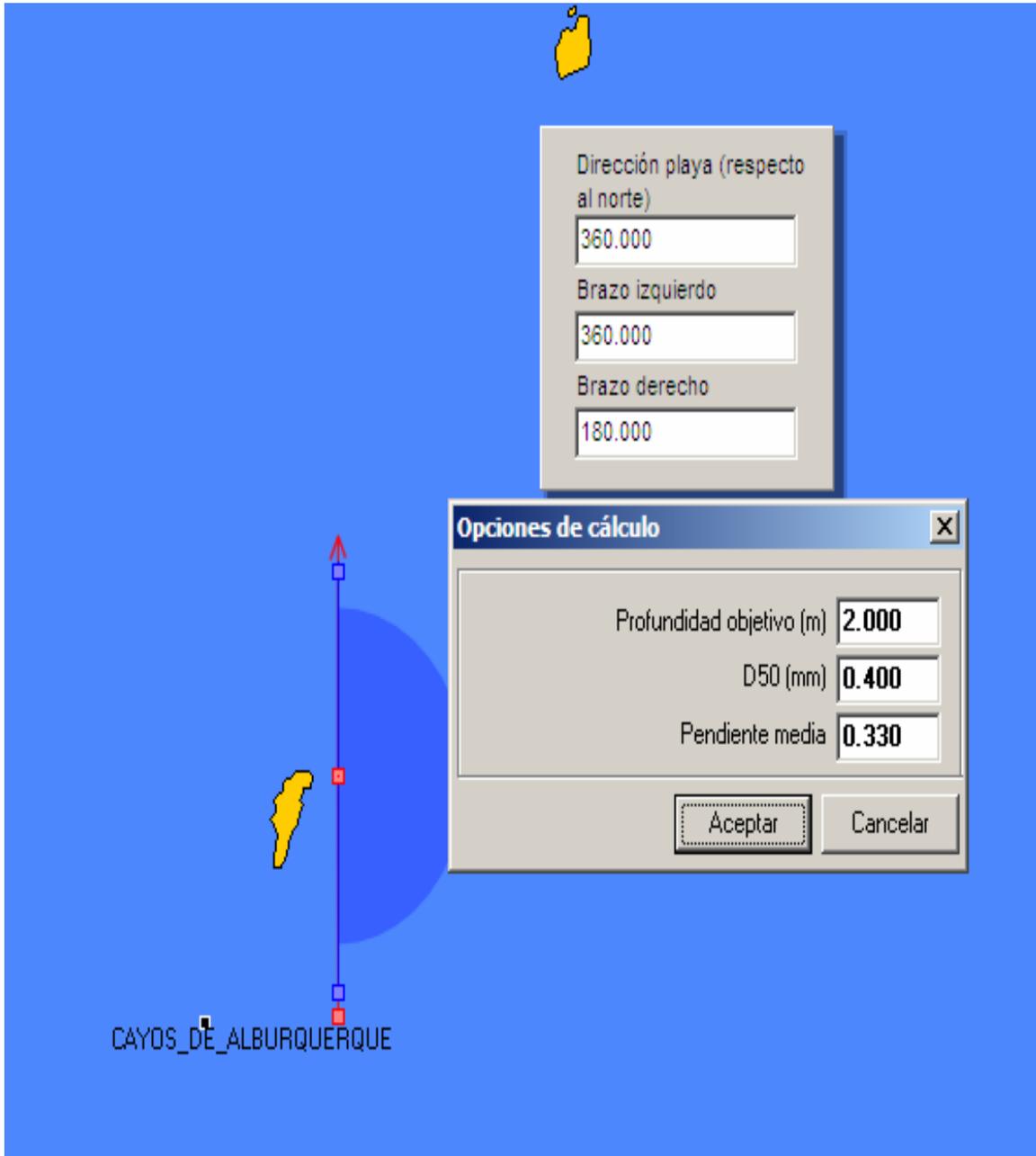


Figura 6-16. Entrada del programa Olas para calculote oleaje de diseño

De la olas provenientes del Este, mediante el modelo se obtuvo la altura de la ola significativa ( $H_s$ ) para una probabilidad excedida del 50%, generando un valor  $H_s = 1.5$  m y un periodo pico  $T_p = 7.0$  seg. Ver figura 6-16

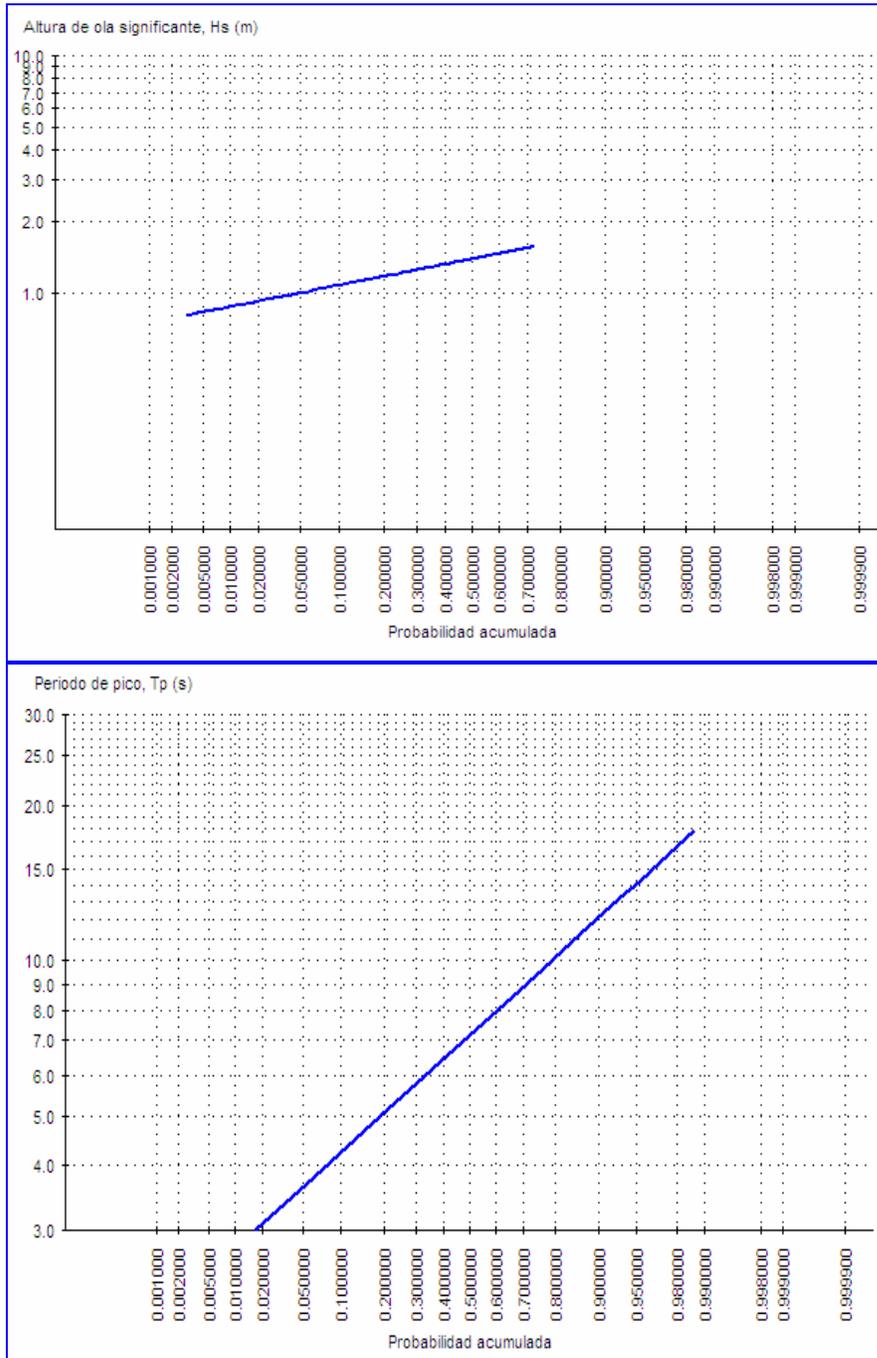


Figura 6-17. Cálculo del oleaje este, en el punto de estudio seleccionado con profundidad definida; obteniendo altura de ola y periodo pico

Teniendo en cuenta la altura de la ola significativa y la profundidad de rompiente, se adopta como ola de diseño para la estructura del muelle, una altura  $H_s = 1.5$  m y Periodo de 7.0 Seg.

## 6.14 ESTUDIO OCEANOGRÁFICO

### 6.14.1 CORRIENTES

Durante los días 4 y 5 de noviembre de 2006 se midieron corrientes utilizando, Boyas de deriva, con aletas estabilizadoras a un metro de profundidad, con muy poca superficie bélica, ver Figura 6-18



*Figura 6-18 Medición de la dirección y velocidad de la corriente*

La boya se encontraba equipada con un receptor de GPS Garmin, ETREX VISTA con corrección diferencial WAAS vía satelital: el cual permitió graficar la dirección y velocidad de la corriente a un metro de profundidad (calado de la embarcación tipo).

Las corrientes encontradas, con viento del Noreste con velocidad de 15 nudos constante y ráfagas de 20 nudos, marea saliendo, nos muestran una corriente con rumbo del  $231^{\circ}$  al  $264^{\circ}$  Sureste, con velocidades de 4 a 8 nudos, las cuales al llegar a la Isla de Johnny Cay cambian al rumbo al  $208^{\circ}$  SSW y reducen su velocidad a 0.2 nudos; permitiendo una zona de corrientes muy débiles, donde es factible la construcción de un muelle desde el punto de vista de corriente.

Es importante anotar que la corriente siempre siguió la dirección Sur-Oeste sin ser influenciada por la marea entrante o saliente, que para el caso del 4 de noviembre era de 062 cm. Siendo una de las más grandes alturas de marea que se puede encontrar en esta zona, predominando la fuerza y dirección del viento Nor-Este.

### 6.14.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Johnny Cay es un cayo rocoso, cubierto de arena, protegido por una barrera coralina de 296 mt de largo de norte a sur y 178 mts de este a oeste en su parte mas ancha, tiene 100 mts de ancho en norte y sur. El cayo esta completamente vegetado con palmeras y manglar.

La línea de costa al Norte y al Este es completamente rocosa con una playa escasamente cubierta de arena: la parte Sur presenta las playas mas amplias hasta de 40 mts de ancho, las cuales varían en amplitud siendo modeladas por los vientos y las corrientes, presentan una pendiente muy fuerte 1:5 sobre la cual la ola rompe fuertemente.

La parte mas protegida es el costado Oeste, donde se encuentra un socaire, la pendiente es suave 1:20 con una franja de playas de 12 a 15 m de ancho, lo cual la hace propicia desde el punto de vista topográfico para la construcción del muelle.

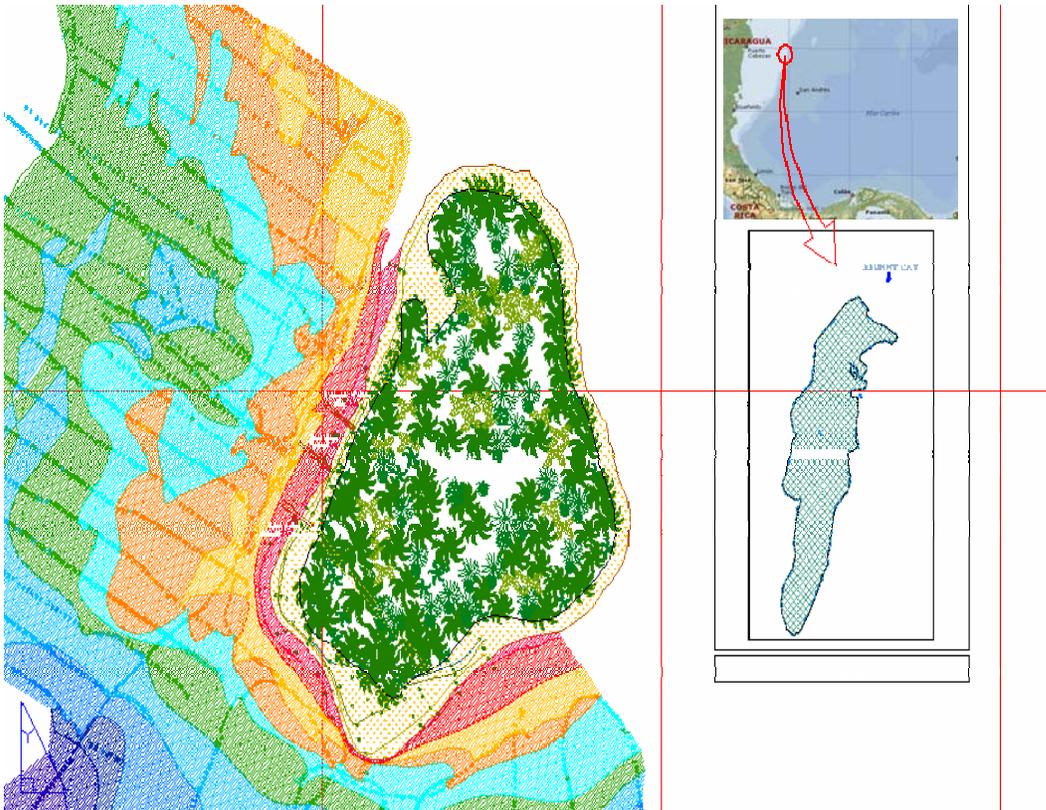


Figura 6-19 Levantamiento topográfico de Johnny Cay



*Figura 6-20 Zona de playa en la parte sur del cayo*



*Figura 6-21 Zona de Playa en Johnny Cay, vista a San Andrés*

### 6.14.3 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

Durante el proceso se generaron archivos de posiciones capturadas en coordenadas geográficas, utilizando como base del sistema el elipsoide *W.G.S. 84* y luego mediante procedimientos de cálculos se convirtieron al sistema de coordenadas de GAUSS, adoptado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi utilizando la proyección cartográfica U.T.M. (Universal Transversa de Mercator ) con lo cual generamos planos en Coordenadas Nacionales.

La combinación de las posiciones de puntos con sus respectivos atributos, son posteriormente llevados a sistema gráfico tipo AUTOCAD para presentación de planos en formato dxf, o dwg.

El levantamiento batimétrico tal como se observa en el plano 1/7 del levantamiento, cubrió desde el noroeste del cayo Johnny Cay hasta el suroeste de dicha isla; la parte del noreste al sureste no se levanto debido a la gran cantidad de coral que allí se encuentra y considerando que para el objetivo del proyecto esta parte del cayo esta directamente a Barlovento, la cual la imposibilita como zona de muelle.

Partiendo del norte hacia el sur por el oeste se encuentra una playa muy angosta sostenida por una franja de roca, arrecife fósil, que soporta toda la isla. Al Este de la isla a medida que nos internamos en el mar la pendiente es muy suave 1:30, hasta la profundidad de 2 m. A 60 m. de la orilla, se encuentran bajos de coral dispersos los cuales serán referenciados por INVEMAR en los estudios que se adelantan.

La parte sur del cayo presenta una playa mas amplia la cual va variando en anchura de acuerdo a como le llega el viento; la pendiente de playa es mucho mas fuerte 1 a 10 y en su extremo sur 1 a 5 lo cual hace que la ola rompa muy fuerte sobre la playa, convirtiéndola en una zona inapropiada para la construcción de un muelle; navegando hacia el sur se encuentran profundidades de hasta 5 m.

La zona este es la más protegida del cayo, en esta se encuentran los restos de dos muelles y un espolón sumergido, el muelle mas reciente fue construido en 1987 por Michael Pechtal, 32 m de longitud (tarima), área de 96 m<sup>2</sup>, flotante, de 8 módulos y 12 flotadores de dicho muelle solo se encuentra las bases de tierra, la parte flotante fue destruida y solo se encuentran los muertos circulares, que servían de amarre al muelle, de 1 metro de diámetro y 0,5 m de altura, Ver figura 45. Más hacia el Nor-Oeste se encuentran profundidades de 4 m, formando un canal natural por el cual penetra la ola oceánica que viene del Norte y que se refleja en los bajos del norte de la isla de San Andrés, esta onda se difracta llegando hasta las playas Este y Sur de Johnny Cay.

En la zona adyacente al proyecto encontramos una fisiografía del fondo marino como se muestra en la Tabla 6-5.

Tabla 6-5 Valores de la profundidad marina en la zona del proyecto

COTAS BATIMÉTRICAS PROYECTO MUELLE JOHNNY CAY							
Perfil	DISTANCIA ( m )						
	0	10	20	30	40	50	60
14	0	-1.2	-1	-1.1	-1.6	-1.9	-2.35
15	0.6	-0.75	-1.25	-1.6	-1.75	-1.9	-2.3
16	1.5	0.1	-0.9	-1.4	-1.65	-1.9	-2.05
17	1.4	1.4	0.4	-0.7	-1.25	-1.6	-1.9
18	1.4	1.45	0.1	-0.8	-1	-1.7	-1.8
19	1.6	1.2	-0.5	-1.01	-1.5	-1.6	-1.8
20	1.4	1	-0.6	-1.2	-1.6	-1.5	-1.8
21	1.4	1.3	-0.1	-0.9	-1.6	-1.6	-1.75

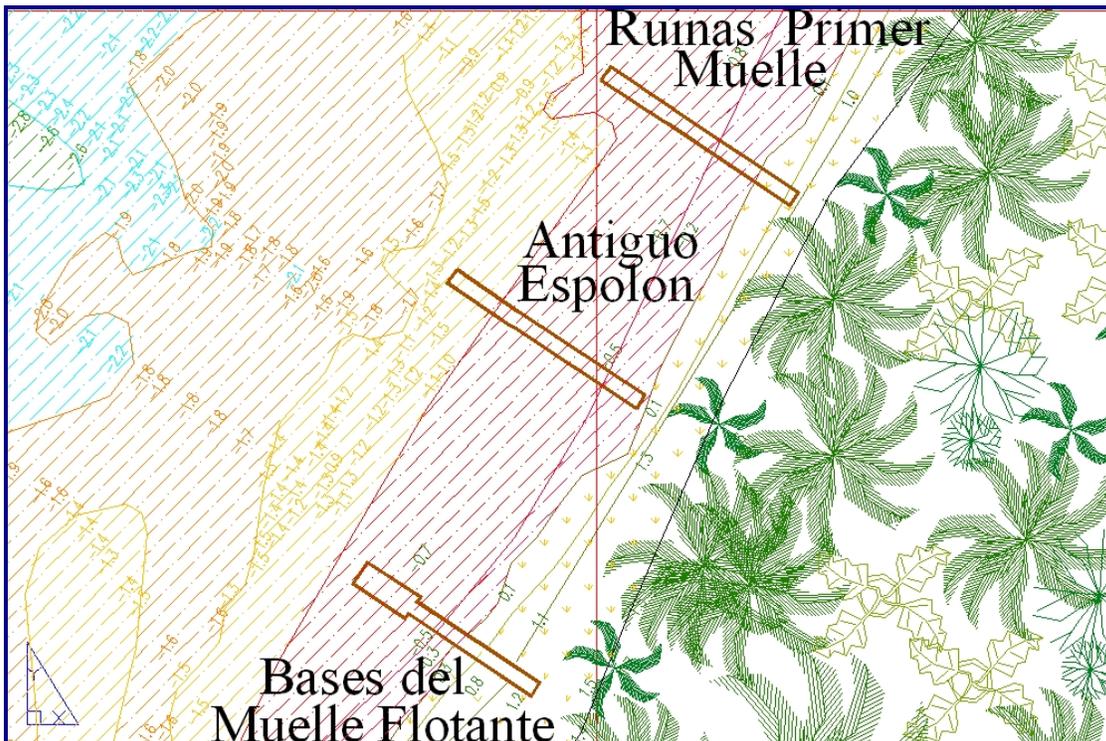


Tabla 6-6 Vista de la fisiografía submarina en el área del proyecto

#### 6.14.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO

El objeto del estudio geotécnico es analizar la naturaleza de los fenómenos que podrían ocurrir como resultado del comportamiento típico de los materiales en el medio geotécnico de la isla, así como los factores intrínsecos que los controlan y los efectos externos que los desencadenan. Esta actividad permite establecer que dentro de los mecanismos de inestabilidad de terrenos que pueden actuar en el territorio; debe tenerse en cuenta en la planificación de los muelles a construir. Para lo cual se analizarán los resultados de una inspección preliminar que se realizó en esta fase y un estudio detallado mediante perforaciones profundas para determinar la posición y las características del estrato rocoso, sobre el cual se fundará la estructura del muelle.

A partir de la inspección preliminar se obtuvo el perfil de la superficie del estrato rocoso frente al muelle hasta una distancia de 60 mts aguas adentro, mediante seis apiques, cada diez metros. Del resultado se observa que la superficie del estrato rocoso varía entre 1.75 y 2.40 mts por debajo de superficie del agua, ver figura 6-7.

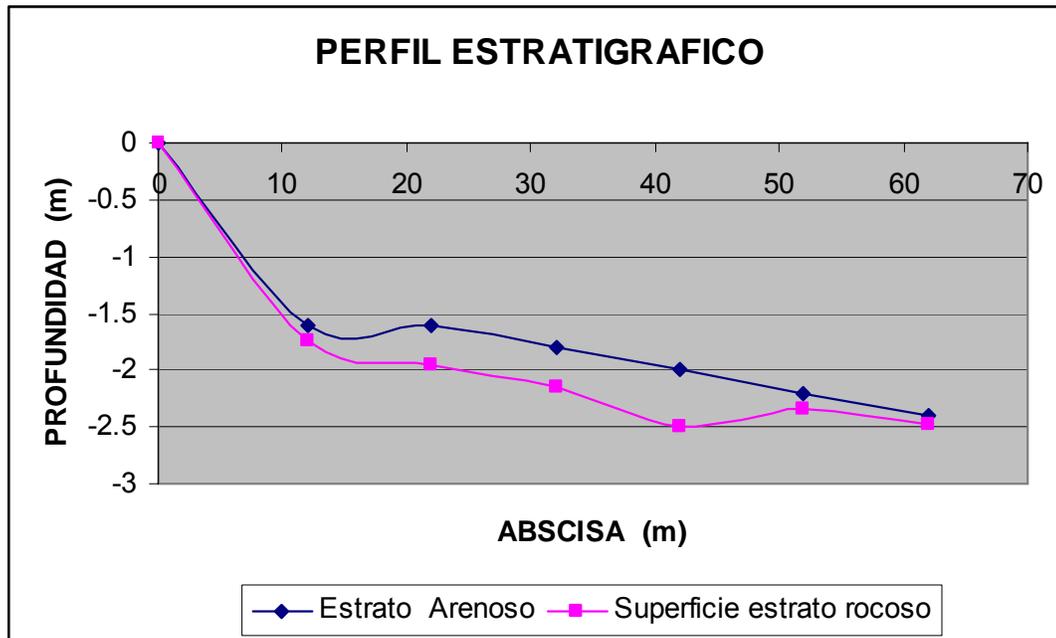


Tabla 6-7 Ubicación estrato rocoso zona del proyecto

## 6.15 FACTORES BIÓTICOS QUE CARACTERIZAN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### 6.15.1 ECOSISTEMAS Y UNIDAD AMBIENTAL

En la Región Caribe de Colombia, las temperaturas del agua superficial fluctúan entre 28°C y 30°C y alrededor de 17.8°C a 100mts. de profundidad, reflejo de la estratificación característica de los mares tropicales cálidos.

Como consecuencia del sistema de vientos y corrientes marinas predominantes, se observa un efecto estacional de surgencia de aguas profundas a la superficie, con aumento de la salinidad, disminución de la temperatura y aumento de nutrientes que favorecen una producción biológica alta.

Los arrecifes de coral de la costa caribe colombiana ocupan un área relativamente reducida con respecto los demás ambientes arrecifales de la región, sin embargo su proporción aumenta en el territorio insular de San Andrés y Providencia. Son considerados como ecosistemas altamente biodiversos debido a sus características: alta productividad primaria y eficiencia en la asimilación y producción de nutrientes lo que estimula la presencia de especies de diferentes grupos taxonómicos: peces, crustáceos, moluscos, anélidos, celenterados que se hacen presentes en tan sólo algunos metros cuadrados. Algunos de los géneros presentes son: *Acropora*, *Montastrea*, *Porites*, *Diploria*, *Agaricia*.

El manglar del Caribe colombiano cubre 82.320 ha, aproximadamente 1.530 km<sup>2</sup>. Las especies presentes son: *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Pelliciera rhizophorae* y *Rhizophorae mangle*. La estructura morfológica de sus raíces y ramas provee un hábitat físico adecuado para la protección y desarrollo de un gran variedad de organismos, igualmente impiden la erosión de las costas y favorecen la sedimentación.

Las praderas de fanerógamas marinas presentes en aguas poco profundas con un elevado índice de luminosidad favorecen la sedimentación, sirven de sustrato a invertebrados y proveen alimento a peces y tortugas. Las especies predominantes en las aguas del Caribe colombiano son: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halophila decipiens* y *Halophila baillones*.

Las islas pequeñas, como lo son todas las que conforman el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se consideran como unidades ambientales que no tienen una "área terrestre interior o núcleo central que esté esencialmente distante del mar" (Towle, 1985); así, para islas menores de 10.000 km<sup>2</sup> se considera que toda ella es una zona costera; por esta razón, el plan de manejo integrado de la zona costera de una isla pequeña es sinónimo de su plan de desarrollo territorial del área indicada.

En el estudio de los arrecifes de la zona norte de la isla, (Geister 1969), destaca cinco sectores comunicados entre sí, con características especiales según la topografía submarina, profundidad, oleaje, sedimentos, es decir, todos los factores ecológicos que integran un ambiente adecuado para la fauna y la flora subacuáticas.

Canal de embarcaciones. Paso formado entre la costa y el Little Reef, de fondo arenoso, con algunas praderas de algas rosadas. Las colonias coralinas son escasas, pero hay muchos

erizos. El tránsito de las embarcaciones debe ser cuidadoso para evitar el tropiezo con estas formaciones.

Arrecife interior o costero. (Little Reef): se inicia en el borde Norte del canal de embarcaciones, constituye una faja de 1.800 m de longitud por 50 m de ancho. Allí los corales forman grandes colonias que han sido perforadas por erizos y algas verdes, distribuidas en la plataforma del arrecife, formando praderas donde no hay corales en crecimiento.

Laguna con bancos de coral o arrecifes lagunares. Aquí la plataforma es ondulada, cubierta de arena calcárea; las colonias de corales son escasas pero enormes, como atractivo externo está el Johnny Cay, en la parte Norte de la laguna.

Arrecife exterior (Big Reef). Se caracteriza por los numerosos surcos y espolones dirigidos hacia la laguna, el fondo en su mayor parte está cubierto de arenas; también se han formado algunos canales que atraviesan el arrecife y comunican cavernas coralinas.

Terraza pre-arrecifal. Es la continuación de la vertiente exterior del arrecife y su declive es suave, hasta 20 m; a medida que desciende la rica fauna coralina disminuye, hasta desaparecer en las vastas profundidades.

La fauna asociada a los arrecifes es muy variada, con especies de moluscos, peces y crustáceos, equinodermos, esponjas. La flora está representada en de praderas de pastos marinos, microalgas rojas y verdes, manglares.

En el archipiélago de San Andrés y Providencia, la corriente del Caribe, al chocar con las variaciones geomorfológicas representadas por cayos y bajos, provoca la formación de remolinos ciclónicos que favorecen el afloramiento o surgencia de aguas profundas y aumentan la productividad en ciertas áreas (Arias, 1994; Giraldo, 1994).

En cuanto al comportamiento de las variables fisicoquímica y nutrientes de las aguas costeras de Johnny Cay, existe una situación preocupante debido a que se han encontrado valores que superan los permisibles, en virtud de la cercanía a los emisarios de aguas residuales.

La vegetación en el cayo, está representada principalmente por tres especies de arbustos típicos de zonas de playa, el cedro playero o lavander (*Suriana marítima*, Familia Surianaceae), el coco (*Cocos nucifera*, Familia Arecaceae), el necal (*Tournefortia hirsutissima*, Familia Boraginaceae). Siendo lavander la especie dominante con una cobertura aproximada de 11.750 m<sup>2</sup>.

La fauna silvestre en Johnny Cay no está consignada en ningún estudio particular. Sin embargo, durante las diferentes salidas realizadas al cayo se observaron especímenes de lagartijas, artrópodos y aves. Siendo la mayoría de la aves observadas especies migratorias, principalmente tipo playeros (chorlos), que utilizan el área como lugar de paso.

## **6.16 ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS - CULTURALES**

En la actualidad en el cayo se desarrollan actividades turísticas y recreativas. A pesar de la disminución del número de visitantes a la isla de San Andrés, se ha notado un aumento en la cantidad de personas que atienden y trabajan en el cayo, evidenciándose hasta el momento problemas de inseguridad, deficiente infraestructura sanitaria, manejo inadecuado de residuos sólidos, presentándose inconformidad por parte de los turistas y conflictos entre los prestadores de servicios turísticos de Johnny Cay. Estos problemas se traducen en el deterioro de los recursos naturales, los cuales se constituyen en la principal oferta ambiental del cayo, y por ende la base económica más importante de las personas que desarrollan allí sus actividades comerciales.

Las estadísticas de número de visitantes al cayo, son inexactas e incompletas. Los datos disponibles corresponden a los suministrados por Coopnative Brothers Ltda. para el año de 1995, en donde se transportaron aproximadamente 77.950 personas a Johnny Cay, siendo abril, junio, noviembre y diciembre los meses de mayor afluencia de turistas al cayo (PMPNRJC, 2001).

Los datos suministrados por otros transportadores no afiliados a la cooperativa informan que 51.281 turistas visitaron el cayo durante el mismo período. Esta información, sin embargo, no es muy confiable ya que no llevan un registro de los pasajeros. A este factor de inexactitud, se suma la presencia de agencias independientes que no suministran ningún tipo de información. Considerando lo anterior, y con algunos pocos datos presentados dichas agencias, que corresponden a un 40/50% del valor real, se estima un flujo aproximado de 200.000 personas/año.

En la actualidad el cayo cuenta con 11 kioscos dedicados a la venta de bebidas, artesanías y 3 restaurantes, de estos 10 son propiedad de personas nativas (Tabla 6-8). El total de mesas encontradas en el cayo fue de 126, con una capacidad promedio por mesa de 14 personas, lo que arroja un estimativo de 1764 personas que pueden ser atendidas simultáneamente.

En el periodo de formulación del plan, las personas responsables de los diferentes establecimientos manifestaron llevar una relación laboral cordial, gracias a la nueva medida de control de llegada de visitantes implementada por la Cooperativa de lancheros, en la cual las lanchas que llegan al cayo son repartidas por turnos a cada uno de los 4 kioscos que ofrecen el servicio de almuerzo. Los responsables han recibido capacitaciones de gremios y entidades como el SENA, Saneamiento Ambiental y Secretaría de Turismo, en temas como historia de las Islas y manejo de alimentos. Sin embargo, el número de personas que trabajan en el cayo es de 115, sin tener en cuenta los vendedores ambulantes; los cuales no están permanentemente en el cayo ni tienen capacitación alguna.

Tabla 6-8. Información de cartografía social, con propietarios y personal que labora en Johnny Cay

No. kioscos	Propietario	Nombre negocio	Actividad	Area (m <sup>2</sup> )	No. empleados	Origen		Años en la Actividad
						Raizal	Resid	
1	Hernando Forbes y Omar Reyes	Johnny Paradise	Restaurante	273.37	16	X		22
2	Elena Mitchell	Isleña	Restaurante	80.46	12	X		9
3	Lascides Davis	Mr. Big Stuff	Restaurante	89.46	11	X		17
4	Sociedad Howard y Sánchez Cia	Vinería donde Martha	Venta de comida rápida y Bar	165.71	4		X	17
5	Carlos Delano Archbold	Kiosco Babaw	Cócteles y Bebidas	41.05	3	X		
6	Nancy Escobar	Palmeras Shop	Bebidas	5.47	4		X	15
7	Nelson Londoño	Nelson Cocktail	Mariscos Bebidas	6.07	4		X	
8	Allan Britton	No tiene Nombre	Bebidas	8.37	2	X		18
9	Stanley Henry	Stanley y Lulú	Artesanías Cócteles	16.62	4	X		20
10	Jaime Hooker	Kiosco Jaime Hooker	Bar	19.09	4	X		28
11	Víctor Wilson Francis	Victorio Bar	Bar	12.11	3	X		20
12	Hilton Bent	Kiosco Bolillo	Bar	7.55	3	X		15
13	Octavio Barker	Kiosco Barker	Bar	1.32	4	X		15
14	Luz Marina	Paradise Fruit	Frutería	6.16	3		X	15
15	Rogelio Ruiz	Carpas	Carpas	25.86	3			9
16	Adam Mosquera	Carpas	Carpas	4.34	3			14
17	Antonio Grimas	Carpas	Carpas	18.44	0			4
18	Torre de Salvamento				3			
19	Baños	Baños	Baños	47.17				
20	Cooperativa de Lancheros	Cooperativa	Información	10.99	2			
Total				839.41				

Durante el trabajo de concertación con este gremio, se pudieron determinar diferentes problemas internos como elevado personal en el cay, intoxicación por comida, acoso al turista, disputas

verbales ante el turista (ayudantes y meseros), elevado número de mesas respecto al área, mal servicio, consumo de drogas y robo. Actualmente se han acentuado los conflictos sociales entre los prestadores de Servicios Turísticos por falta de medidas de control y regulación.

#### 6.16.1 Aspectos administrativos

La Secretaría de Turismo fue la encargada de administrar los cayos, para lo cual contó con un administrador hasta el mes de mayo del 2001, un salvavidas y un informador turístico. Sin embargo en los actuales momentos no hay presencia gubernamental en el cayo. Dentro de las funciones del administrador estaban: llevar el conteo diario de las lanchas que entran y salen, verificar que nadie permanezca en el cayo, vigilar que no se especule con los precios, para lo cual, contaba en temporada alta y durante los días domingos con un Inspector de Control de Precios. También era función del administrador atender los turistas y sus inquietudes, resolver disputas entre los empleados del cayo, y servir de medio de comunicación entre las Secretarías del Interior y Turismo y los trabajadores de Johnny Cay, poniendo en conocimiento de las diferentes Secretarías cualquier tipo de situación que amerite sanción.

Existen dificultades respecto a la vigilancia de la permanencia de las personas en el cayo, ya que los lancheros que llevan al turista al cayo no son siempre los que los devuelven a San Andrés, y no existe ningún distintivo para identificar los pasajeros o los turistas que son dejados en el cayo. Esto hace que el administrador deba transportar en la lancha de la policía de regreso a la isla a los que se quedan sin transporte. Este suceso se ve agravado por las malas relaciones que existen entre la cooperativa y los lancheros independientes.

#### 6.16.2 Manejo De Residuos

##### ■ *Almacenamiento*

En el cayo no se dan procesos de reciclaje, reutilización, o reducción de material sólido. Más del 70% de los artículos utilizados son desechables. El almacenamiento se limita a la ubicación de canecas o bolsas plásticas, en cada uno de los establecimientos, en donde se depositan los desechos sin ningún tipo de clasificación. Así los residuos de los productos empacados en material de plástico, vidrio, cartón, latas, e icopor terminan vertiéndose inadecuadamente, generando problemas de contaminación del suelo y la zona marina.

No existe una buena disposición de los residuos provenientes de la preparación de los alimentos y en especial de los productos de mar, como pescado. El proceso de limpieza deja las escamas esparcidas en inmediaciones de los restaurantes. Frecuentemente se encuentran acumulaciones de basuras entre las especies vegetales, la arena y el mar. Las canecas que se encuentran ubicadas en la playa están oxidadas y en mal estado.

##### ■ *Recolección, transporte y disposición final*

Al finalizar las labores del día y de manera individual, cada responsable de kiosco o restaurante, lleva a un lugar común, localizado en el antiguo muelle del cayo, las bolsas que contienen los

residuos sólidos. La empresa Trash Buster's estuvo encargada de recoger las basuras, mediante un compromiso establecido con el Gobierno Departamental hasta el año 2000.

A partir de ese momento la recolección y disposición de los residuos fue asumida por los prestadores de servicio del cayo quienes pagan el transporte de los residuos hasta las playas ubicadas al lado de la Cooperativa de lancheros, posteriormente la Gobernación se encarga de transportar los residuos hasta el botadero departamental. Sin embargo existe un manejo inadecuado de los residuos ya que ni la recolección, ni la disposición final se hacen diariamente acumulándose los residuos.

### 6.16.3 Aguas residuales

El servicio de baños cuenta con cuatro baterías sanitarias de descarga de 12 litros. La descarga de los baños es manual, operación realizada por la misma persona que utiliza el servicio sanitario. En los baños para hombres no existen los orinales de pared, los cuales ayudarían a racionalizar el espacio interior, además se prestaría mejor y mayor atención a los usuarios.

En temporada de mayor afluencia de turistas, con alguna frecuencia se presenta rebosamiento de la primera caja de inspección, situación debida a la insuficiencia del sistema, ya que fue diseñado para servir a una población menor de la que actualmente atiende. Este rebosamiento se debe también a la colmatación por arena y falta de mantenimiento periódico preventivo que permita evacuar estas arenas y todos los elementos extraños que se infiltran al sistema. Esta situación representa uno de los mayores riesgos de contaminación tanto para los ecosistemas terrestres, y aguas subterráneas, como para los visitantes y trabajadores del cayo.

La estructura física del sistema de tratamiento está constituido por dos cajas de inspección y el pozo séptico. Las cajas tienen un volumen de 1.50m<sup>3</sup> y se localizan en el sector norte del cayo. Presentan fracturas en la tapa que fueron resanadas durante el mes de mayo de 1999. El pozo séptico no pudo ser localizado durante las diferentes visitas, ni por los funcionarios, ni por el personal encargado de los baños. Este pozo recibe todas las descargas procedentes de las seis baterías sanitarias, es de anotar que el pozo nunca ha sido desocupado y por consiguiente no se ha hecho un mantenimiento adecuado.

La estructura física exterior del sistema sanitario incluye los muros que se encuentran empañetados en ambos lados y presentan deterioro por causa de la humedad y el salitre; el piso está enchapado en baldosines con levantamiento de algunas tabletas o ruptura de las mismas; los techos de la batería de baños presentan goteras.

Los restaurantes del cayo no cuentan con sistemas para la evacuación y tratamiento de las aguas residuales provenientes de la preparación de alimentos y el lavado de utensilios de cocina. El agua empleada en la preparación de los alimentos es traída desde San Andrés y una vez usada para la cocción de alimentos y el lavado de los elementos de cocina es vertida a las zonas verdes o al mar, contaminando así la cobertura vegetal, las aguas subterráneas y permitiendo la proliferación de moscas, cucarachas, roedores y olores desagradables.

## 7 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación ambiental que se realiza a las actividades de construcción del muelle turístico del Parque Regional Natural Johnny Cay (PNRJJC), pretende identificar las acciones que presentan algún impacto ambiental de carácter negativo para identificar las medidas de control, mitigación y compensación más efectivas, que serán desarrolladas en el respectivo Plan de Manejo Ambiental.

Teniendo como base las características técnicas del proyecto, la identificación ambiental de cada uno de los elementos encontrados dentro del área de influencia directa y el análisis de las actividades que actualmente se desarrollan en la zona, se realiza la Evaluación Ambiental, bajo los escenarios sin proyecto y con proyecto.

En términos generales el enfoque del estudio está dado en primera instancia en la identificación de actividades en la zona que actualmente están generando algún tipo de problema ambiental, para luego identificar y evaluar cada uno de los efectos generados por las actividades de la construcción del muelle turístico. Finalmente se realiza una comparación de la calidad ambiental de los elementos sin y con proyecto, para de esta forma poder establecer los impactos más representativos y así determinar las medidas de manejo necesarias para prevenir, mitigar, corregir o, si es el caso, compensar los impactos generados por cada una de las actividades del proyecto.

*Aspectos Metodológicos:* La evaluación ambiental del proyecto se realiza tanto para el área de influencia directa como indirecta y comprende un proceso de análisis, síntesis, identificación, valoración y evaluación.

Se identifican las actividades que se desarrollan actualmente en la zona y que ejercen influencia sobre los componentes y elementos del sistema. Posteriormente se definen las acciones del proyecto que pueden afectar los elementos del entorno.

A partir de la caracterización ambiental, se definen los componentes y elementos ambientales sobre los cuales se produce el impacto ambiental.

Para cada uno de los componentes se establece la alteración que se está dando por actividades antrópicas y naturales, y cuales se darían por las actividades del proyecto.

Para evaluar el grado de severidad de cada impacto se consideran la magnitud, extensión, duración y reversibilidad de sus efectos. Esta medida junto con la probabilidad de ocurrencia del impacto, define la significancia relativa (Significancia = Severidad X Probabilidad)

M: Magnitud	E: Extensión	D: Duración	R: Reversible.	S: Severidad	P: Probabilidad
1: Bajo	1: Puntual	1: < 1 mes	1: < 1 año	$\Sigma(M+E+D+R)$	1: Remoto
2: Medio	2: Parcial	2: 1-12 meses	2: 1-5 años		5: Ocasional
4: Alto	4: Extenso	3: 1-5 años	4: > 5 años		10: Frecuente
8: Muy Alto		4: > 5 años			

En la calificación de la significancia de los impactos ambientales, se usan los siguientes criterios:

**Alta:** altas concentraciones de cargas contaminantes que exigen medidas especiales para su eliminación o mitigación. Mayor de 70 puntos

**Media:** concentraciones de cargas contaminantes que quizá se podrían reducir con prácticas de reutilización o reciclaje de los residuos o contaminantes. Entre 25 y 70 puntos

**Baja:** impactos menores que se podrían eliminar con simples cambios en la operación. Menor de 25 puntos

Teniendo como base la evaluación del área con y sin proyecto y la determinación del impacto de todas las actividades sobre cada elemento, se hace la comparación de los impactos causados sobre cada uno de ellos con y sin la realización del proyecto. En esta forma se puede dimensionar los efectos causados al realizar cada una de las actividades, para de esta manera establecer los efectos causados al realizar el proyecto y así formular las medidas de manejo necesarias para prevenir, mitigar o en caso necesario corregir o compensar dichos efectos.

## 7.1 IDENTIFICACIÓN

### 7.1.1 Actividades De Desarrollo

Actualmente, en el área de influencia tanto directa como indirecta del sitio donde se construirá el muelle turístico, las actividades que se llevan a cabo son variadas generando diferentes problemas ambientales que se originan tanto en procesos naturales como antrópicos.

El turismo en el Cayo ha sido uno de las actividades que más ha generado impactos de diferente orden y magnitud sobre el sistema natural, esto se manifiesta en la calidad de los ecosistemas valiosos, especialmente en su calidad y estructura.

#### ■ *Identificación De Las Actividades Generadoras De Impactos.*

A partir de un análisis general del desarrollo de las actividades de construcción del muelle, se han identificado las siguientes actividades como generadoras de impacto: la limpieza del sitio, la hincada de pilote, el transporte de materiales, disposición de escombros.

### 7.1.2 Cuantificación y calificación

#### ■ *Inventario de impactos potenciales.*

En la Tabla 7.1 se han registrado todos los impactos ambientales que podría generar la construcción del muelle. En este sentido los efectos generados por dichos impactos se analizan y se evalúan para tomar las medidas de prevención o mitigación pertinente como una adición en el diseño tecnológico y/o como una actividad del plan de manejo ambiental.

#### ■ *Significancia de los efectos ambientales.*

En la Tablas 7.2 se hace un análisis de significancia de los distintos efectos ambientales identificados durante la recuperación de la protección costera.

■ *Manejo de los impactos ambientales.*

Dado el carácter temporal de las actividades de recuperación, la probabilidad de ocurrencia ocasional y la reversibilidad de los efectos se puede pensar en que el proyecto de protección costera en términos generales presenta una significancia baja. En la Tabla 7.3 se resume el manejo ambiental que se daría para atender los impactos ambientales de mediana y alta significancia.

Tabla 7-1 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DEL PROYECTO

ASPECTOS AMBIENTALES	ASPECTOS BIOFÍSICOS				ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	
	Atmosférico	Suelo	Hídrico	Ecosistémico	Paisajístico	Socioeconómico
LIMPIEZA DEL SITIO		X	X	X	X	X
HINCADA DE PILOTES	X	X	X	X	X	
TRANSPORTE DE MATERIALES	X	X	X	X		
DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS	X	X	X	X	X	X

Tabla 7-2 ANALISIS DE SIGNIFICANCIA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES.

IMPACTO	ORIGEN	M	E	D	R	S	P	SIGN	CALIF
Disposición de escombros	Extracción y generación de materiales	1	1	1	1	4	5	20	Baja
Producción de ruido	Hincada de pilotes	1	1	1	1	4	10	40	Media
Generación de residuos	Transporte de materiales Disposición de materiales	2	1	1	1	5	5	25	Media
Derrame de grasas y aceites	Funcionamiento y mantenimiento de equipos	1	1	1	1	4	5	20	Baja
Producción de humo (Hidrocarburos volátiles)	Motores de vehículos y maquinarias	1	1	1	1	4	10	40	Media
Accidentalidad	Transporte de materiales Operación de maquinarias	1	1	1	1	4	5	20	Baja

Tabla 7-3 MANEJO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

IMPACTO	CALIF	MANEJO AMBIENTAL
Disposición de escombros	Baja	Disposición adecuada de escombros según Resolución 541 del 14 de Diciembre de 1994
Producción de ruido	Media	Control de ruido. Decreto 948 del 5 de Junio de 1995
Generación de residuos	Media	Manejo adecuado de residuos. Selección, reciclaje y disposición
Derrame de grasas y aceites	Baja	Disposición adecuada de aceites usados
Producción de humo (Hidrocarburos volátiles)	Media	Exigir licencia de emisiones atmosféricas
Accidentalidad	Baja	Aplicar el sistema de seguridad industrial y salud ocupacional

## 7.2 EFECTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

Los efectos ambientales de las actividades de la construcción del muelle, son bajas y medias. En términos generales estos resultados conducen a considerar que las actividades del proyecto no provocan mayores alteraciones al entorno y se justifica en la medida que se garantice la estabilidad de la línea costera del Cayo.

Sin embargo es de esperarse que durante la construcción del muelle se causarán algunas molestias temporales a los turistas, pero definitivamente estos problemas son de corta duración y las condiciones normales se recuperarán apenas se termine la obra.

De acuerdo con la evaluación realizada sobre los efectos ambientales que pueden ser generados o incrementados por la realización del proyecto, se realiza un análisis para definir las principales acciones del Plan de Manejo Ambiental.

De acuerdo con lo anterior, es necesario implementar medidas de manejo de tipo preventivo para lograr disminuir los impactos directos y disminuir la probabilidad de ocurrencia de los indirectos.

Puede observarse que las acciones que presentan mayor interacción con el ambiente local en la zona del proyecto de protección costera son:

Extracción y generación de materiales, Hincada de pilotes, Transporte de materiales, Disposición de materiales, Funcionamiento y mantenimiento de equipos, Motores de vehículos y maquinarias y Operación de maquinarias.

De acuerdo con la metodología propuesta para calificar la significancia de los efectos de la construcción del muelle se puede observar que los impactos son de influencia puntual y directa en su totalidad, y de baja a mediana magnitud. Esto significa que serían perceptibles principalmente dentro del área de construcción del muelle.

Dadas las condiciones actuales y la asignación de uso de la zona, durante la construcción del muelle el efecto sobre el paisaje puede considerarse bajo.

### **7.3 CONCLUSIONES**

Una vez analizados los diferentes efectos que podría causar la construcción del muelle, puede concluirse que, teniendo en cuenta que se trabajará en un medio intervenido, el impacto ambiental está representado en su mayor grado por las emisiones atmosféricas, producción de basuras y la producción de ruido.

Dada que las actividades de construcción del muelle son de probabilidad ocasional, con una duración menor a una año, todos los efectos ambientales deben ser totalmente prevenidos, controlados, mitigados y compensados con un eficiente y efectivo plan de manejo ambiental,

## 8 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) ha sido concebido para atender los impactos que se generen en la construcción del Muelle Turístico del Parque Regional Natural Johnny Cay.

El fundamento legal del PMA se encuentra en la Ley 99 de 1993 que ordena su inclusión dentro de las Estudios de Impacto Ambiental y el Decreto 500 de 2006, el cual establece su alcance.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) busca ordenar las respuestas de manejo a los diferentes impactos identificados de acuerdo con la importancia calificada en la evaluación, considerando medidas preventivas, de mitigación, correctivas y compensatorias.

El PMA que se presenta en este documento se elaboró partiendo de la identificación de los efectos ambientales potenciales que pueden generar las diferentes acciones que debe acometerse para llevar a término las actividades del proyecto de construcción del muelle costera. Los efectos se entienden como el reflejo de una situación ambiental probablemente alterada, cuya atención requiere respuestas para evitar que sucedan o atenuarlos y corregirlos si no es posible evitarlos. El propósito del PMA en ese sentido, es orientar las acciones del proyecto de construcción del muelle costera en el cumplimiento de las recomendaciones ambientales establecidas y cumplir con las aspiraciones de la sociedad de no ver afectado su bienestar, apelando a consideraciones de orden técnico y social o a las normas generales y específicas de la legislación ambiental.

El presente PMA está enmarcado dentro de la política de Calidad que ha adoptado la empresa CUELLAR SERRANO GOMEZ S.A., pues desde su comienzo ha tenido un compromiso permanente con el medio ambiente, la comunidad, la seguridad, el imperativo de hacer las cosas bien, de mejorar continuamente y cumplir con los requerimientos de los clientes.

Como principal línea de manejo de todo el trabajo a realizar se hace énfasis en el carácter continuo de todos los programas relacionados para obtener como resultados principales, en primer lugar una cultura de trabajo hacia la calidad y una conciencia ambiental y de seguridad; en segundo lugar el cumplimiento de las diferentes reglamentaciones de las entidades relacionadas con el manejo del medio ambiente y la divulgación de esfuerzos y progresos.

El PMA propuesto está referido a CINCO (5) frentes de acción o programas, a saber:

- Programa de Gestión Social*
- Programa de control de emisiones*
- Programa de Manejo y Disposición de materiales*
- Programa de Seguimiento*
- Programa de monitoreo ambiental*

El PMA se ha diseñado con base en el cumplimiento de las siguientes características básicas:

- Que sea eficaz en proveer soluciones a los posibles problemas ambientales que se puedan presentar.

- Que sea pertinente a los problemas reales que se derivan de la construcción del muelle costera.
- Que sea factible dentro de las condiciones técnicas y económicas
- Que facilite su seguimiento por parte de las autoridades ambientales.

## 8.1 Programa de Gestión Social

Este programa tiene previsto adelantar acciones tendientes a:

- Dar información del proyecto y sus impactos a los habitantes nativos de San Andrés que tienen negocios en el Cayo, a los pescadores, transportadores y turistas.
- Dar inducción y sensibilización al personal que se vincule como obra de mano al proyecto.
- Propender por la Salud ocupacional y Seguridad Industrial
- Establecer mecanismos para el manejo de posibles afectaciones a terceros

### BASES

La gestión social cubre las siguientes áreas:

- La información adecuada sobre la operación, los impactos que conlleva y la forma como se manejan dichos impactos
- La necesidad de difundir el PMA y elementos de cultura ambiental dentro del personal vinculado al proyecto de construcción del muelle.

### Proyectos

Numero de Ficha	Proyectos
Ficha 1	Información y comunicación sobre la construcción del muelle
Ficha 2	Inducción y sensibilización al personal vinculado
Ficha 3	Salud ocupacional y seguridad industrial
Ficha 4	Afectación a terceros e infraestructuras

FICHA 1. INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS  
ESTRUCTURAS DE CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE

JUSTIFICACION

Una operación como el proyecto de construcción del muelle planteado se encuentra inmerso dentro de un conjunto de actividades de índole diversa en la zona de influencia directa e indirecta, en este sentido necesita llegar a la comunidad que utiliza la zona para informarles sobre las condiciones particulares de la obra.

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	COSTO\$
Talleres informativos sobre el proyecto	Antes del inicio de operaciones	500.000
Señalización informativa	Permanente	1.000.000

FICHA 2 INDUCCIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AL PERSONAL VINCULADO

El éxito en la gestión ambiental del proyecto recae en buena parte en el grado de compromiso que adquiera el personal vinculado a las actividades de la construcción del muelle, quienes hacen parte del presente Plan de Manejo Ambiental. Por ello es necesario buscar su concientización y competencia, e involucrarlos en la formulación de los planes y las soluciones.

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	COSTO
Charlas de sensibilización ambiental	Periódicamente	Incluido en el presupuesto de construcción
Inducción sobre el Plan de Manejo Ambiental.	Periódicamente	Incluido en el presupuesto de construcción

FICHA 3. SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

JUSTIFICACION

Este proyecto establece como acciones prioritarias las pertinentes a las normas de seguridad industrial para prevenir accidentes.

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	COSTO\$
Medicina preventiva, del trabajo, higiene industrial y seguridad industrial	Permanente	Incluidos en el presupuesto de construcción
Panoramas de riesgos	Periódico	Incluidos en el presupuesto de construcción

FICHA 4. AFECTACION A TERCEROS E INFRAESTRUCTURA

Este proyecto se dirige especialmente a la seguridad de todas las personas o construcciones que de una u otra forma podrían ser afectadas por las actividades de la construcción del muelle. Las acciones de este proyecto están dirigidas a fortalecer la divulgación del proyecto y el conocimiento de las medidas de prevención de accidentes y observación de las normas de señalización. Igualmente en el marco de este proyecto se deben ejecutar acciones para restauración de infraestructuras afectadas y conservación de aquellas de valor cultural, arquitectónico y de desarrollo.

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	COSTO
Difusión de medidas preventivas	Permanente	Incluido en el presupuesto de construcción
Reconstrucción de infraestructuras afectadas	Según la afectación	Incluido en el presupuesto de construcción

## 8.2 Programa de Control de Emisiones

### Bases

El principal potencial de emisiones atmosféricas de la construcción del muelle costera lo constituye la producción de ruido. El manejo de las emisiones de smoke se realiza a nivel de cada una de las maquinarias y motonaves que participan en la obra, los cuales deben estar provistos de filtros especiales.

En cuanto al ruido los niveles en el área de la obra se mantiene en niveles normales (85 a 88 decibeles), dado el carácter abierto de las instalaciones.

### Proyectos

Numero de Ficha	Proyecto
Ficha No. 5	Manejo de emisiones

FICHA 5. MANEJO DE EMISIONES

### JUSTIFICACION

En la evaluación de impactos ambientales se estableció que la generación de gases de combustión no era un impacto significativo, en razón que las actividades se realizan en espacio

abierto, los volúmenes y al tipo de combustible usados, y a las condiciones mismas de combustión. Sin embargo se debe mantener un control estricto de estas actividades.

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	COSTO
Supervisión de los sistemas de control de emisiones de las maquinarias y motonaves.	Permanente	Incluido en presupuesto de construcción

### 8.3 PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES

#### ■ Bases

Los materiales que se generan y utilizan en una operación como la recuperación de la construcción del muelle costera son rocas de diferentes tamaños y pesos muy variados en su composición y su origen. Ante todo es necesario proceder al control, manejo y disposición apropiada

#### ■ Proyecto

Numero de Ficha	PROYECTO
Ficha No. 6	Manejo de materiales

#### FICHA 6. MANEJO DE MATERIALES

#### ■ JUSTIFICACION

La actividad de construcción del muelle genera materiales producto de la remoción de materiales y de la excavación. Este material será reutilizado para relleno en otros sitios o para levantar el nivel de la construcción del muelle en forma de un dique perimetral.

El material producto de las actividades de construcción del muelle será dispuesto adecuadamente para evitar impactos negativos sobre los ecosistemas y evitar en lo posible el deterioro del paisaje de sus áreas vecinas.

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	COSTO
Entrenamiento a empleados y contratistas sobre disposición y reutilización de materiales.	Instrucción permanente	Incluido en presupuesto de operaciones
Disposición confinada del nuevo material (rocas)	Permanente	Incluido en presupuesto de operaciones

## 8.4 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

### Bases

Los compromisos del PMA se integrarán a las actividades del proyecto y serán de obligatorio cumplimiento. Para el caso de la construcción del muelle deben tenerse en cuenta los diferentes tipos de riesgos que estas actividades puedan causar si no se observan los controles necesarios.

En la práctica podrá esperarse contingencias por construcciones defectuosas o por accidentes de terceros, o personal vinculado a las obras, en el área de influencia directa de la mina.

Es esencial mantener comunicaciones con todas las instituciones de socorro correspondientes y durante el tiempo que se adelantan los trabajos se requiere una buena señalización. En general siempre que ocurra un accidente o un evento desfavorable, quien lo detecte deberá dar aviso para iniciar acciones de control e informará al Jefe de seguridad quien se pondrá al frente de la situación.

El Programa de seguimiento consiste en observaciones e información del cumplimiento de las diferentes actividades y compromisos previstos en el PMA y en las normas ambientales.

Básicamente cubre los siguientes aspectos:

- Verificación del cumplimiento de la estrategia de capacitación e información.
- Verificación del cumplimiento del PMA como Política ambiental
- Verificación del cumplimiento de los programas y proyectos del PMA (Fichas)

Dentro de este programa se debe adelantar una interventoría Ambiental que tendrá como función controlar el cumplimiento de las actividades previstas en el PMA, mediante un Plan de Trabajo que se acordará con la autoridad ambiental.

Inicialmente se comprometerá con la entrega de informes de seguimiento de todo el plan de manejo junto con la ficha técnica ambiental. El costo de esta Interventoría ambiental se ha calculado en Dos millones de pesos.

	No.	Meses	Dedicación	Salario Mes	Valor Total
<b>PERSONAL</b>					
Profesional	1	1	1	5.000.000	5.000.000
Total Costo De Personal					5.000.000
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
Documentación, papelería y fotocopias					1.500.000
Total Costos Directos					1.500.000
<b>TOTAL INTERVENTORIA AMBIENTAL</b>					<b>6.500.000*</b>

## 8.5 PROGRAMA DE MONITOREO

### Bases

El programa de monitoreo se ha diseñado con base en la importancia ambiental de cada uno de los impactos potenciales, de acuerdo con la evaluación realizada y presenta una serie de indicadores de cumplimiento, para definir la eficiencia y eficacia del plan de Manejo Ambiental.

#### 1. PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIAL

PROYECTO	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	INDICADOR
Información y comunicación de la recuperación de las estructuras de construcción del muelle costera	Visitas informativas a los vecinos del proyecto	Antes del inicio de operaciones	Número de personas visitadas
	Señalización informativa	Permanente	Número de accidentes registrados por problemas de señalización.
	Charlas de sensibilización ambiental al personal de la obra	Antes del inicio de operaciones	Número de personas capacitadas
Inducción y sensibilización al personal vinculado	Entrevistas de inducción y de evaluación de conocimientos del Plan de Manejo Ambiental.	Periódicamente	Número de inducciones y evaluaciones realizadas
	Medicina preventiva, del trabajo, higiene industrial y seguridad industrial	Permanente	Número de personas registradas como enfermas Número de baños ecológicos dispuestos Número de personas que utilizan todo el equipo reglamentario
Salud ocupacional y seguridad industrial	Panoramas de riesgos	Periódico	Número y tipo de accidentes registrados
	Difusión de medidas preventivas	Permanente	Número de accidentes a terceros
	Reconstrucción de infraestructuras afectadas	Según la afectación	Estado de las vías

#### 2. PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES

PROYECTO	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	INDICADOR
Manejo de emisiones	Supervisión de los sistemas de control de emisiones en las maquinarias y motonaves.	Permanente	Número de embarcaciones con equipo de control de emisiones Calidad de las emisiones de las maquinarias

## 5. PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES

PROYECTO	ACTIVIDAD	CRONOGRAMA	INDICADOR
Manejo de materiales	Entrenamiento a empleados y contratistas sobre reutilización de materiales	Instrucción permanente	Número de personas capacitadas Volumen de material reutilizado

### 8.6 Costo del Plan de Manejo

Como política muchas de las acciones que se realizan en el PMA se han incluido en el presupuesto de la construcción del muelle turístico. Se ha asignado la suma de SIETE MILLONES DE PESOS como rubros específicos, para cumplir con las actividades de los siguientes proyectos:

PROYECTOS	MILLONES DE PESOS
TALLERES INFORMATIVOS	1.500.000
INTERVENTORIA AMBIENTAL	6.500.000
TOTAL	7.000.000

## 9 Plan de Contingencias

El Plan de Contingencias es una de las condiciones para el éxito de las operaciones de un siniestro, ya que la improvisación y la falta de información harán muy difícil la toma de decisiones adecuadas. Por lo tanto se requiere la adopción de políticas y programas orientados a disminuir la incidencia de los riesgos que puedan amenazar a la población que en forma permanente u ocasional desarrollen actividades en el Parque Regional Natural Johnny Cay.

El Plan de Contingencias<sup>1</sup> suele confundirse como un plan de prevención, pero es un plan de atención inmediata ante eventualidades de accidentes o emergencias propias de la construcción del muelle turístico del Parque Regional Natural Johnny Cay.

En caso de producirse algún evento de riesgo, la población debe estar preparada para asumir las lesiones, pérdidas o trauma al normal funcionamiento de las actividades del Cayo. Para estos casos se ha establecido una herramienta de respuesta rápida que es "Plan de emergencias".

### 9.1 Plan de Emergencias

El Plan de emergencia es una herramienta de planificación, que permitirá diseñar de una manera uniforme y racional, una estructura de respuesta a los siniestros que puedan ocurrir. Este plan contiene la estructura, funciones y procedimientos para mitigar preparar la respuesta a una emergencia.

#### Contenido

El desarrollo del procedimiento del Plan de Emergencias, establece como herramienta la forma adecuada para responder ante la presentación de un evento de emergencia, originado por factores de riesgo internos o externos que pueden afectar la construcción del muelle.

El plan establece una estructura organizacional administrativa y operativa encargada de la respuesta al mismo, procedimientos para la actuación dependiendo del tipo de emergencia, recursos disponibles en el ámbito interno y externo.

<sup>1</sup> Se han adoptado las siguientes definiciones:

**Plan de emergencia:** conjunto de actividades y procedimientos tendientes a conservar la vida y la integridad física de las personas en el evento de verse amenazadas, mediante el desplazamiento a través de rutas seguras hasta lugares de menor riesgo.

**Evacuación:** Acción de desplazamiento de un grupo de personas desde las áreas de riesgo, a otras de menor riesgo utilizando rutas seguras para garantizar su integridad.

**Amenaza:** Factor de origen natural o antrópico que puede afectar a una comunidad ocasionando lesiones a sus integrantes, daños en la infraestructura, afectación de líneas vitales, alteración de la normalidad.

**Vulnerabilidad:** Condición propia de una edificación, un grupo comunitario o una persona, los cuales pueden presentar mayor o menor predisposición a ser afectadas por una amenaza. La vulnerabilidad puede ser: física, cultural, económica, política y social.

**Riesgo:** Probabilidad de ocurrencia de un desastre en un lugar determinado con relación a las amenazas existentes y la vulnerabilidad tanto de las personas como de las estructuras.

**Conato:** Accidente de pequeña magnitud, que no afecta la vida, los equipos y la estructura de un área determinada y que es fácilmente controlable.

### Marco Normativo

La elaboración del Plan de Emergencia y Evacuación obedece al cumplimiento de las directrices del Gobierno Nacional, encaminadas a garantizar la construcción del muelle, plasmadas en las siguientes normas:

- Resolución 1016 de 1989.
- Decreto - Ley 1295 de 1994.
- Decreto 919 de 1989.
- Resolución 2400 de 1979.

El procedimiento se encamina a presentar las actividades a realizar y los procedimientos a seguir, en situaciones de emergencia como: Incendio, Sismos, Riesgo de explosión, derrames de hidrocarburos (ACPM) y Atentados terroristas.

### Análisis de Vulnerabilidad

Se identifican los puntos o procesos críticos que debido a sus condiciones pueden llegar a originar una emergencia, relacionado con el panorama de riesgos.

### Recursos disponibles:

Para la adecuada atención de emergencias la empresa cuenta con recursos humanos internos y externos, que deben conformar una estructura organizada, con un respectivo coordinador de los siguientes grupos cuyas funciones son definidas en la siguiente tabla:

SALUD	SEGURIDAD	OPERATIVA	INFRAESTRUCTURA	INFORMACIÓN
Búsqueda y rescate	Búsqueda y desactivación de explosivos	Area de rehabilitación	Reacondicionamiento del área	Elaboración de censos
Atención y clasificación de heridos	Delimitación de zonas operativas	Monitoreo de medidas de seguridad	Manejo de servicios públicos	Servicio de información al público
Traslado de heridos	Vigilancia y control de orden público	Alimentación para el personal	Control de entrada de recursos	
Censo de heridos	Coordinación vehicular	Iluminación de zonas	Remoción de escombros	
Rotación del personal	Rotación del personal	Rotación del personal	Rotación del personal	Rotación del personal
Bioseguridad	Bioseguridad	Bioseguridad	Bioseguridad	Bioseguridad
Monitoreo de riesgos asociados	Monitoreo de riesgos asociados	Monitoreo de riesgos asociados	Monitoreo de riesgos asociados	Monitoreo de riesgos asociados

- BRIGADA

La brigada está conformada por un grupo de personas encargadas de:

Conocer y manejar los elementos técnicos de construcción del muelle  
Actuar de manera ordenada, efectiva y eficaz cuando se informe de cualquier emergencia.  
Se encargaran de realizar la extinción de incendios en su área y en otras si así es requerido.

- COORDINADORES DE EVACUACIÓN

Son los encargados en realizar y dirigir la evacuación del área bajo su responsabilidad, dirigiendo a los compañeros de manera ordenada, segura y sin riesgo. Se debe asignar el compromiso a una persona de cada área con su correspondiente suplente.

- CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Simulación de Derrames de HC  
Simulación de Incendios  
Simulación Derrumbes de Tierra  
Simulación de Comunicación  
Reuniones de todo el personal

- CAPACITACIÓN CONTRA INCENDIO

Se realizará la capacitación en las instalaciones de la estación de bomberos de San Andres, la cual dispone de personal competente que a través de conferencias prepara al personal para cualquier siniestro.

- ACTUALIZACIÓN DEL PLAN

Se debe actualizar el plan cada vez que el encargado (jefe de siniestros), tenga información para agilizar y aumentar la confiabilidad del plan a seguir. Cualquier cambio deberá ser consultado y debatido con personal especializado para cada siniestro. Se deberá hacer una reunión ordinaria para comunicar cualquier cambio en el Plan de Contingencia.

- PLAN DE EVACUACIÓN

En razón de lo abierto del área, el plan de evacuación se realizará, sobre las áreas vecinas. El coordinador de Plan de Evacuación deberá dar instrucciones, precisas claras y objetivas

## ■ RESPONSABILIDAD

- NIVEL DIRECTIVO

Esta integrado por personal administrativo de alto orden jerárquico, quienes serán los máximos representantes en el desarrollo de este plan de emergencias.

Su principal función es garantizar el cumplimiento del programa de preparación asegurando los recursos administrativos y técnicos necesarios para la implantación, mantenimiento y puesta en práctica del Plan de Emergencias.

- CONSEJO DIRECTIVO

Crear una estructura organizacional  
Plan de contingencia  
Asesores  
Jefe de siniestros  
Grupo de apoyo  
Personal (empleados)  
Crear un criterio para activar el plan de contingencia  
Asignar funciones para cada escalón  
Desarrollar un grupo de asesoría  
Defensa Civil  
Cuerpo de Bomberos  
Privados (diversas profesiones)  
Consecución de equipos y capacitación del personal  
Velar por el cumplimiento del plan

- COORDINADOR DE SALUD OCUPACIONAL

Es el encargado de Administrar el programa, asesorar y estimular las actividades realizadas por cada sección en esta materia.

- ASESORES

Ayudar a desarrollar el Plan de Contingencia más adecuado  
Capacitar al personal  
Estar en disposición para cualquier momento  
Apoyar al jefe de siniestros en el momento de activación del plan.

- JEFE DE SINIESTROS

Antes  
Mantener el plan de contingencia actualizado  
Mantener bien definidas las líneas del plan de contingencia  
Revisar continuamente los equipos

Durante  
Activar la alarma  
Evaluar la emergencia y decidir el plan a seguir  
Ordenar la activación del plan  
Dirigir las actividades de respuesta

Realizar un informe sobre el siniestro  
Recoger evidencia que determine el inicio del siniestro

- GRUPO DE RESCATE

Cumplir con cada parte del plan de contingencia  
No improvisar  
No poner en juego su vida  
Asistir a las capacitaciones  
Siempre estar dispuesto a las órdenes del jefe del siniestro.

- INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Se pondrá a disposición una línea telefónica para que los familiares puedan comunicarse, la duración de la llamada será máxima de un minuto y medio y se dirá lo siguiente:

Dar nombre del empleado  
Estado del empleado:  
Sano  
Herido  
Fallecido  
Confirmado  
Ubicación del empleado

- INFORME

Deberá contemplar los siguientes puntos:  
Qué sucedió  
Cuándo sucedió  
Dónde sucedió  
Cómo sucedió  
Tipo de daños bióticos y abióticos  
Cómo evitarlo para que no se repita  
Efectividad del plan de contingencia

- CONTROL DE COSTOS

Recursos humanos utilizados internos y externos  
Equipos dañados  
Productos perdidos  
Remoción de escombros  
Cuánto se invertirá en la recuperación del medio

- DETERMINACIÓN DE UN ÁREA CRÍTICA

Se tendrá en cuenta lo siguiente:  
Su valor económico y/o ecológico  
Su sensibilidad  
Su riesgo de sufrir un siniestro