



**Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA QUE ACTUAN COMO DISIPADORES DE ENERGÍA DEBIDO AL OLEAJE; UBICADO EN LA ISLA JAMBELÍ, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO”.**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO EN OPCIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR:**

**FAUSTO GERARDO LOOR VELOZ**

**Guayaquil - Ecuador**

**2015**

## DEDICATORIA

La principal dedicatoria está dirigida a nuestro Dios padre celestial, que por su amor y bondad, ha colmado mi espíritu con la suficiente fortaleza para permitirme culminar mi carrera profesional.

A mi mami Blanca también le dedico este trabajo, que pese al haber viajado a los brazos de creador siempre me lleno de fortaleza en los momentos que más la necesite, y su recuerdo ha sido base fundamental para la finalización de mi carrera, ya que en su lecho de dolor le prometí que terminaría la carrera que gracias a ella inicie.

De igual manera le dedico este triunfo a mi padre, ya que gracias a su amor y compañía me ha sabido guiar por buen camino, de esta manera permitiendo que inicie mi sueño el cual se está cumpliendo, haciendo que este logro no solo sea mío sino también el suyo.

A mi mami Tulita, que con la gracia que Dios le concedió ha sabido llenarme con su amor y bondad brindándome su apoyo en todo momento, de esta forma ha sido una base fundamental para mi crecimiento como persona, guiándome a ser un excelente profesional.

Y una especial dedicatoria a mi esposa Mayra y mi hija Bianquita Mayte ya que con su amor, compañía y paciencia me han permitido conocer la convivencia en familia y valorar cada día que nuestro creador nos permite estar juntos.

Además este trabajo está dedicado a toda mi familia que siempre me ha apoyado, llenándome de fuerza y valor para alcanzar este objetivo tan anhelado.

Fausto Gerardo Loor Veloz

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por colmarme de bendiciones para llegar a la culminación de mi carrera.

A mis padres, les agradezco por haberme llenado de los valores necesarios para ser una persona de bien, y gracias a sus sabios consejos siempre he luchado por conseguir las metas que me he propuesto.

Le agradezco infinitamente a mi mami Tulita por el derroche sacrificio brindado en mi formación, ya que gracias a la fortaleza que el creador le ha concedido, siempre ha luchado por el cuidado y unión de toda nuestra familia, siendo el pilar fundamental de la misma.

A mi ñaña Mimí, Elsitita, Doris y Bibi, por su apoyo incondicional, demostrándome la confianza que tienen en mí. Y a toda mi familia por la ayuda que me brindan en todo momento.

A mi esposa Mayra y mi hija Bianquita Mayte por apoyarme incondicionalmente, ya que gracias a su amor y tolerancia he podido superar momentos adversos, ayudándome en la culminación de mi carrera.

Al Ing. Daniel Salazar Sánchez por su total ayuda y valiosa guía en la elaboración de este trabajo.

A la Ing. July Herrera Valencia, directora de mi Trabajo de Investigación, por su valioso asesoramiento en la realización del mismo.

A la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil y su Facultad de Ingeniería Civil, que ha permitido a sus docentes impartir sus conocimientos con los estudiantes, preparándonos como profesionales de excelencia.

Fausto Gerardo Loor Veloz

**CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Guayaquil, 30 de Marzo del 2015.

Yo, Fausto Gerardo Loor Veloz, declaro bajo juramento, que la autoría del presente Proyecto de Investigación me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación que he realizado.

De la misma forma, cedo mi derecho de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

---

Fausto Gerardo Loor Veloz

C.I.: 0925221384

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Guayaquil, 30 de Marzo del 2015.

Certifico, que el Proyecto de Investigación titulado: “ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA QUE ACTUAN COMO DISIPADORES DE ENERGÍA DEBIDO AL OLEAJE; UBICADO EN LA ISLA JAMBELÍ, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO”, ha sido elaborado por el egresado: Fausto Gerardo Loor Veloz bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el Tribunal examinador que se designe al efecto.

---

July Herrera Valencia  
Ingeniero Civil – M. Sc.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación tiene como Objeto el ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA QUE ACTUAN COMO DISIPADORES DE ENERGÍA DEBIDO AL OLEAJE; UBICADO EN LA ISLA JAMBELÍ, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO., para el presente resumen se sintetizan cuatro partes: Proceso de Investigación, Análisis Metodológico Constructivo, Diseño-Calculo de las Estructuras propuestas y Normas Técnicas y Evaluación.

El proceso de investigación es básicamente la recolección de datos en la zona afectada por la agresividad del oleaje y agentes atmosféricos que han ocasionado notables estragos en la parte Sur del balneario en la Isla Jambeli. En cuanto al Análisis Metodológico Constructivo, está basado en la investigación preliminar que permite determinar cuáles son las soluciones concretas para contrarrestar y controlar las afectaciones, aplicando procesos constructivos de una manera técnica, lógica y organizada en otras palabras aplicando una metodología. En lo que concierne al Diseño y Cálculo de las Estructuras propuestas se puede decir que se las ha ideado considerando la realidad del sector; decisiones tomadas del análisis metodológico constructivo, el cual orienta a elaborar una propuesta geométrica estructural con su respectiva cuantificación de materiales, mano de obra y monetaria. Se hace uso de normas técnicas como medio de control de calidad, que garantice la vida útil y buen funcionamiento de las estructuras y que además abra paso a evaluar cualitativamente no solo el proyecto sino también los beneficios que indirectamente la construcción de estas favorecería a los diferentes entornos (sociales, culturales, artesanales, comerciales, industriales, etc...) del sector. Por lo expuesto, esta propuesta investigativa ha sido formulada bajo el modelaje e intervención de los diferentes campos que integran la ingeniería civil, la misma que proporcionara abrigo o protección costera para neutralizar la fuerza de la naturaleza que afecta este sector de la Isla. La ejecución de este trabajo de investigación como un proyecto de seguridad costera es indispensable para la preservación del sector en estudio; la tranquilidad de la comunidad; la prosperidad y desarrollo de los artesanos, comerciantes e industriales, etc...

## ABSTRACT

The present research has as object ANALYSIS OF THE METHODOLOGY FOR BUILDING COASTAL PROTECTION WALLS DUE TO THE SEAS FORCE; LOCATED IN THE JAMBELI ISLAND, CANTON SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO, for this summary are synthesized four parts: Process Research, Methodology Constructive Analysis, Design-Calculus of Structures and Techniques proposals and Evaluation Standards.

The research process is basically data collection in the area affected by the aggressiveness of the waves and atmospheric agents that have caused significant damage in the southern part of the resort on the Jambeli Island. As for the Constructive Methodological Analysis is based on the preliminary research to determine what specific practical solutions and control the damages by applying constructive processes of a technical, logical and organized in other words using a methodology specific ways. In regard to the design and calculation of structural proposal can say that they have been designed considering the reality of the sector; constructive decisions methodological analysis, which aims to develop a geometric structural proposal with their respective quantification of materials, labor and money. Use of technical standards as a means of quality control, to ensure the life and functioning of the structures and also open the way to assess qualitatively not only the project but also the benefits that indirectly the construction of these further those of different backgrounds (social, cultural, craft, commercial, industrial, etc.) sector. For these reasons, this research proposal has been formulated under the modeling and intervention of different fields within civil engineering; it would provide shelter or coastal protection to neutralize the force of nature that affects this sector of the island. The implementation of this research as coastal security project is indispensable for the preservation of the sector under study; the tranquility of the community; prosperity and development of artisans, merchants and industrialists, etc.

## INDICE

<b>1.</b>	<b>MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	1
1.2	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3	OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4	CAMPO DE ACCIÓN.....	6
1.5	OBJETIVOS.....	7
1.6	HIPÓTESIS.....	9
1.7	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.8	PRODUCTOS OBTENIDOS.....	13
1.9	NOVEDADES Y APORTES TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.10	ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	15
<b>2.</b>	<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>16</b>
2.1	CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	16
2.1.1	<i>Descripción General.....</i>	<i>16</i>
2.1.2	<i>Fundamentos Técnicos.....</i>	<i>16</i>
2.1.2.1	El oleaje y sus características.....	17
2.1.2.1.1	Olas en agua profunda.....	18
2.1.2.1.2	Ola teórica.....	18
2.1.2.1.3	Ola de oscilación.....	19
2.1.2.1.4	Olas reales.....	19
2.1.2.2	Corrientes inducidas por el oleaje.....	20
2.1.2.3	Fundamentos técnicos obtenidos a partir de las Rocas.....	21
2.1.2.3.1	Ensayos de resistencia y deformabilidad.....	22
2.1.2.3.2	Ensayos de Clasificación.....	24
2.1.2.3.3	Ensayos de Tracción Indirecta.....	24
2.1.2.3.4	Índice de resistencia al desgaste.....	26
2.1.2.3.5	Permeabilidad de las Rocas.....	27
2.1.2.3.6	Medición de Rugosidad.....	27
<b>2.</b>	<b>CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.....</b>	<b>29</b>
2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	29
2.2	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	29
2.3	ALCANCE.....	30
2.4	COMPONENTES.....	31
2.4.1	<i>Componente socio-económico.....</i>	<i>31</i>

2.4.1.1	Población .....	32
2.4.1.2	Ocupación-empleo .....	32
2.4.2	<i>Componente ambiental</i> .....	33
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LAS ESCOLLERAS</b> .....	<b>35</b>
3.1	CONTEXTO TERRITORIAL – TÉCNICO .....	35
3.1.1	<i>Condiciones del área del proyecto</i> .....	35
3.1.2	<i>Estudios básicos de Ingeniería</i> .....	35
3.1.2.1	Mareas.....	36
3.1.2.1.1	Datos Históricos .....	36
3.1.2.1.2	Procesamiento y Análisis de la Información .....	37
3.1.2.1.3	Resultados .....	38
3.1.2.2	Transporte de sedimentos .....	41
3.1.2.2.1	Objetivo.....	42
3.1.2.2.2	Materiales y Métodos .....	42
3.1.2.2.3	Calculo de Transporte de Sedimentos .....	44
3.1.2.2.4	Equipos Utilizados.....	45
3.1.2.2.5	Mediciones de Campo.....	45
3.1.2.2.6	Datos Históricos .....	46
3.1.2.2.7	Procesamiento y Análisis de la Información .....	47
3.1.2.2.8	Caracterización de la playa de Jambeli .....	49
3.1.2.2.9	Perfiles de playa.....	49
3.1.2.2.10	Mediciones de olas.....	52
3.1.2.2.11	Distribución de sedimentos en las estaciones de medición .....	55
3.1.2.2.12	Transporte de Sedimentos.....	55
3.1.2.2.13	Resultados .....	57
3.1.2.3	Levantamiento Batimétrico.....	59
3.1.2.3.1	Mediciones de Campo.....	59
3.1.2.3.2	Perfiles Batimétricos .....	60
3.1.2.3.3	Observación de la marea .....	61
3.1.2.3.4	Procesamiento y Análisis de la Información .....	62
3.1.2.4	Olas.....	63
3.1.2.4.1	Descripción del Área de Estudio.....	64
3.1.2.4.2	Datos Históricos .....	64
3.1.2.4.3	Procesamiento y Análisis de la Información .....	65
3.1.2.4.4	Resultados .....	70
3.1.2.5	Nivel Medio del Mar .....	76
3.1.2.5.1	Datos Históricos .....	77
3.1.2.5.2	Procesamiento y Análisis de la Información .....	78
3.1.2.5.3	Resultados .....	80

3.1.2.6	Geología.....	83
3.1.2.6.1	Objetivo.....	84
3.1.2.6.2	Descripción del Área de Estudio.....	84
3.1.2.6.3	Datos Históricos .....	84
3.2	FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	87
3.3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN Y SELECCIÓN DE LA OPCIÓN MÁS ADECUADA.....	88
3.3.1	<i>Memoria de Cálculo</i> .....	91
3.3.2	<i>Condiciones del área del Proyecto.</i> .....	92
3.3.3	<i>Diseño Funcional de las Escolleras</i> .....	93
3.3.3.1	Análisis de la altura de rompiente ( $H_b$ ) .....	94
3.3.3.2	Análisis de la Profundidad de rompiente ( $d_b$ ) y distancia de rompiente ( $y_b$ ) .....	95
3.3.3.3	Análisis de la profundidad de la estructura .....	96
3.3.3.4	Diseño de la longitud de las escolleras ( $L_s$ ) y aberturas ( $L_g$ ).....	98
3.3.3.5	Análisis de la respuesta de la línea de costa.....	99
3.3.3.6	Diseño Estructural .....	100
3.3.3.6.1	Selección de Altura de Ola para el Diseño .....	100
3.3.3.6.2	Parámetros de Diseño para el Cálculo del Peso de las Rocas a Utilizarse en las Escolleras	101
3.3.3.6.3	Permeabilidad de la Estructura .....	103
3.3.3.6.4	Calculo del Peso de Roca requerido para la Coraza y sus Segmentos Interiores	104
3.3.3.6.5	Calculo del Peso de Roca requerido para la Coraza y sus Segmentos Interiores	105
3.3.3.7	Diseño del Espigón .....	106
3.3.3.7.1	Diseño Estructural.....	107
3.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES .....	108
3.5	PLANOS .....	116
3.6	CANTIDADES DE OBRA .....	123
3.7	PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO.....	124
	.....	124
3.7.1	<i>Análisis de Precios Unitarios</i> .....	125
3.8	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	151
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO 4: METODOS CONSTRUCTIVOS.....</b>	<b>153</b>
4.1	LOCALIZACIÓN DE MINAS DE ROCAS PARA ESCOLLERAS .....	153
4.1.1	<i>Distancia al sitio de embarque</i> .....	155
4.1.2	<i>Geología de la mina</i> .....	156
4.1.3	<i>Ensayos de Laboratorio de las Rocas</i> .....	157

4.1.4	<i>Análisis de alternativas de perforación, explosivos y mallas de explotación</i>	158
4.1.4.1	Sistemas de Perforación a Percusión .....	159
4.1.4.1.1	Perforación Neumática.....	160
4.1.4.1.2	Perforación Hidráulica.....	165
4.1.4.1.3	Sistemas de Perforación a Rotación .....	169
4.1.4.2	Principios acerca de explosivos y las hipótesis de la Detonación.....	174
4.1.4.2.1	Propiedades y características de los explosivos .....	175
4.1.4.2.2	Concepto básico en el diseño de voladuras .....	175
4.2	TRANSPORTE DE ROCAS .....	179
4.2.1	<i>Equipo a utilizar</i> .....	180
4.2.2	<i>Metodología de cálculo de volúmenes</i> .....	181
4.3	ALTERNATIVAS DE MÉTODOS DE EMBARQUE .....	182
4.4	TRANSPORTE DE ROCAS POR AGUA .....	183
4.4.1	<i>Equipo a utilizar</i> .....	184
4.5	ALTERNATIVAS DE DESCARGA Y COLOCACIÓN DE ROCAS EN ESCOLLERAS.....	185
4.5.1	<i>Batimetrías del lugar</i> .....	186
4.5.2	<i>Estudio de Suelos</i> .....	187
4.5.3	<i>Determinación de Asentamientos por cargas puntuales</i> .....	188
4.5.4	<i>Tablas de Mareas</i> .....	189
4.5.5	<i>Señalización</i> .....	190
4.5.6	<i>Ubicación de BMs</i> .....	191
4.5.7	<i>Descarga de Rocas</i> .....	192
4.6	RE CONFORMACIÓN DE ROCAS EN ESCOLLERAS.....	192
4.6.1	<i>Control de anchos y alturas de capas</i> .....	193
4.7	TRABADO DE ROCAS DE CORAZA .....	194

## 5. CAPÍTULO 5: ESPECIFICACIONES Y NORMAS TÉCNICAS DE LA ALTERNATIVA

### ESCOGIDA 196

5.1	ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	196
5.1.1	<i>Escollera Costa Afuera y Espigones laterales</i> .....	196
5.1.2	<i>Características Estructurales</i> .....	196
5.2	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	197
5.2.1	<i>Metodología General</i> .....	199
5.2.2	<i>Niveles de Referencia</i> .....	200
5.2.3	<i>Control de los Materiales</i> .....	201

<b>6.</b>	<b>CAPÍTULO 6: FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>203</b>
6.1	EVALUACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN .....	203
6.2	ALCANCE .....	205
6.3	RESUMEN .....	206
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>209</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>211</b>

# 1. MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Descripción General

La intención es plantear un proceso organizado, planificado y práctico, con el fin de proteger el sector costero de la Isla Jambeli, partiendo de análisis que nos lleve a medidas técnicas-estratégicas para atenuar los efectos y las consecuencias negativas que produce la violencia de los oleajes sobre este sector. En cuanto a la zona de estudio, la Isla Jambeli del cantón Santa Rosa en la provincia de El Oro, es parte del archipiélago del mismo nombre, y se encuentra frente a la costa continental de la misma provincia. Se encuentra limitada al Norte por el golfo de Guayaquil, al Sur por el canal de Jambeli, al Este por el canal de Santa Rosa, y al Oeste por el océano Pacífico y el golfo de Guayaquil.



Ilustración 1.- Ubicación del Archipiélago de Jambeli ([www.viajandox.com](http://www.viajandox.com))

Jambeli es considerada una de las principales Islas del Archipiélago, el mismo que está separado del continente por un sinnúmero de esteros y canales, entre ellos el canal de Santa Rosa, el cual se caracteriza por su amplitud y profundidad y esta bordeado por las costas de Puerto Bolívar y la costa oriental del Archipiélago de

Jambeli. Los cuales se están azolvando debido al arrastre de sedimentos y otros materiales que llegan a estos lugares debido al transporte producido por el oleaje.

A través del tiempo la Isla Jambeli, la cual consistía originalmente de manglares y playa, ha sufrido notables cambios; en el lado estuarino se produjo la tala de manglares para favorecer a la construcción de piscinas camaroneras, en la zona adyacente al mar se construyeron viviendas y establecimientos comerciales dedicados al turismo, que permanentemente son afectados por los diversos fenómenos naturales que afectan la Isla (oleajes, vientos, etc...).



Ilustración 2.- Isla Jambeli y su entorno  
([http://mattdiaz19.blogspot.com/2010\\_08\\_01\\_archive.html](http://mattdiaz19.blogspot.com/2010_08_01_archive.html))

Las características litorales y transporte de sedimentos, olas, nivel medio del mar, mareas, levantamientos batimétricos, geología, se presentaran como fuentes de diagnóstico para procedimientos de obra civil. Los Estudios que se efectúen sobre este sector, va a tener como consecuencia la utilización de estructuras de protección costera, las cuales deben partir de la realidad del entorno del sitio para que cumplan su función de acuerdo a los requerimientos o exigencias del lugar.

Las Estructuras que dan protección a zonas costeras como los diques, muros de escolleras, etc., los cuales diseñados y ubicados en lugares predeterminados por

los análisis y estudios, disminuirán o reducirán los niveles de riesgos de la Isla y sus habitantes.

Los mecanismos que se establezcan, tienen que cumplir una serie de exigencias técnicas, basados en la realidad del sitio, que entre otros son: topografía, geografía, geología, oceanografía, agentes atmosféricos locales y la agresividad marina... etc. Que en su conjunto nos permitirán obtener los parámetros básicos a fin de seleccionar metodologías que nos facilite y nos permita erigir este tipo de elementos de protección, que además de esta función principal, que es de disminuir el impacto del oleaje, puede tener otros usos o cumplir otras funciones útiles para la comunidad.

## ***1.2 Justificación e Importancia de la Investigación***

La erosión costera que sufre de forma constante la Isla Jambeli, es motivo de preocupación por los daños provocados en sus playas, caminos, viviendas, y más estragos en sus alrededores, que son considerados como puntos turísticos, comerciales, industriales y artesanales.

Con el pasar de los años esta Isla ha experimentado cambios en su extensión de playa debido a los constantes oleajes de la cual es víctima. En el año 2013 se pudo evidenciar grandes daños sufridos en una gran parte del área de playa, ubicado al Sur de la misma debido a una combinación de aguajes y oleajes, los cuales han provocado la reducción de la extensión de la playa y el socavamiento de los cimientos de las viviendas que se encuentran asentadas en este sector, poniendo en peligro una parte de la población de la Isla e interfiriendo en sus habituales actividades.

A continuación se puede evidenciar el grave daño que constantemente sufre la Isla Jambeli producto de los fenómenos naturales que azotan este sector, donde se pone en riesgo además la vida de los comuneros, sus actividades comerciales y más.



Ilustración 3.- Fuertes Vientos y Oleajes azotan la parte Sur de la playa de Jambelí (Macas, 2011)

“Según publicación de diario El Universo del 3 de agosto del 2011, Aguaje afecto playa Sur de Jambeli y dejo sin luz y sin agua a comunidad.

El fuerte aguaje de anoche en el sector sur de la playa de Jambelí dejó sin energía eléctrica y sin agua potable a la comunidad.

Unos 600 metros de playa se afectaron anoche por el aguaje; también se cayeron 18 postes de luz dejando a la comunidad sin servicio eléctrico y sin agua potable ya que las bombas de succión no funcionan por falta de energía.

Técnicos de la Corporación Nacional Eléctrica ya trabajan en levantar los postes que cedieron por el aguaje que empezó ayer.

Autoridades de El Oro evalúan además el riesgo que hay para 35 viviendas que están cercanas a la zona afectada por el aguaje debido a la erosión de la playa.” (Macas, 2011)

La Isla Jambeli en la actualidad recibe constantemente la agresividad de los oleajes marinos debido a las innumerables alteraciones climáticas de los últimos años, lo destructivo de estos oleajes genera además de una importante disminución en la extensión de la playa, la erosión y socavación del perfil costero, lo que mantiene en zozobra a los habitantes del sector.

Las consecuencias ya mencionadas y que son producidas por el oleaje marino, el aguaje, las bruscas variaciones de la presión atmosférica que producen los vientos, han traspasado en este sector las playas y directamente han llegado a los asentamientos de los comuneros, produciendo daños y colapsos en sus viviendas, vías de acceso y su entorno físico. Lo cual representa una situación a la que se le debe encontrar una medida de contingencia adecuada a la magnitud de las características climáticas-ambientales del sector sur de la playa en la Isla.

La actual tendencia mundial, es la presencia de alteración climática a nivel global. Los constantes estragos causados por la naturaleza en la Isla Jambeli, han desencadenado el caos en este sector. Los desequilibrios climáticos-atmosféricos han influido en la conducta marina, el mar al absorber la influencia de los desajustes climáticos-atmosféricos y esa influencia es disipada por la masa marina en forma de olas de características y dimensiones geométricas diferentes a las normales o estándar.

Estas olas se desplazan violentamente llegando a las playas, avanzando a las zonas pobladas de la Isla y a su paso va arrasando paisajes, infraestructura, erosionando el suelo, desapareciendo vegetación y fauna. Lo crítico de estos sucesos, nos lleva a realizar un sin número de análisis e investigaciones.

Con todos estos antecedentes, nuestro deber profesional es brindar la seguridad necesaria a los habitantes con la finalidad de precautelar la integridad física, psicológica, humanística, y económica de las personas que habitan en este sector de la isla

La importancia de efectuar investigaciones radica en que nos permite a través del análisis conocer sobre los problemas que causa las inclemencias climáticas, producidas por las variaciones citadas anteriormente.

La investigación nos dará información elemental, en otras palabras nos ubica en el origen de los desastres y colecciona datos de toda índole y naturaleza.

### **1.3 Objeto de la Investigación**

El objeto de la investigación es identificar, describir daños causados por la violencia marina en la parte Sur de la playa de Jambeli, para lo cual tabularemos y enumeraremos los estragos para sus respectivos estudios-análisis con la idea de que nos proporcione indicios para poder tomar las más acertadas decisiones ingenieriles, con la finalidad encontrar la solución más idónea y que por sobretodo sirva para salvaguardar la vida de las personas que habitan en este sector de la Isla y que recuperen la confianza de un mejor vivir, pudiendo así recuperar sus viviendas y ayudándolos a reactivarse en el comercio, que es su principal fuente de ingresos.

### **1.4 Campo de Acción**

El sector en estudio corresponde al archipiélago de Jambeli, el cual ocupa el extremo Sur de las costas ecuatorianas. Tiene 260 km<sup>2</sup> una extensión aproximadamente, y como ya se lo ha descrito es un área de manglar con características también ya recaladas. Jambeli y su entorno es un sistema de estuario, con una marcada influencia de aguas salinas y aguas dulces, las cuales provienen principalmente de la cuenca del río Guayas, debido a esto la velocidad de las corrientes van dependiendo de la bajamar y pleamar y las condiciones para la deposición o erosión a lo largo de la línea costera de la Isla Jambeli.

Los campos de aplicación de investigación del oleaje marino en la Isla Jambeli, son los escenarios que directa o indirectamente han sido afectados por este fenómeno natural. La investigación demostrara si estos escenarios pueden

estar relacionados en conjunto o de manera aislada. Los campos de aplicación será lo que involucra el desastre, como: el sector poblacional (viviendas y habitantes), medio ambiente, turístico, comercial... etc.



Ilustración 4.- Mapa de Ubicación de la zona de estudio (earth)

Debido a que los procesos erosivos, de transporte y sedimentación de acuerdo a su intensidad afecta al volumen, profundidad y superficie de un terreno, lo que se ve reflejado en la perturbación de los asentamientos humanos existentes en esta zona, lugar donde los efectos de sedimentación y erosión son muy acentuados, por lo que el campo de acción de la investigación será el área de estudio del mismo.

Las zonas de estudio que se encuentran correlacionadas debido a su exposición a las acciones del oleaje marino son: Bajo Alto, la parte Sur de la Isla Puna, y la Isla Jambeli, siendo las costas de la Isla Jambeli, sector en el cual recae la mayor incidencia del entorno.

## 1.5 *Objetivos*

La gran tarea es atenuar los efectos de este fenómeno, por lo cual además de lo antes dicho se hará una abstracción objetiva de las cuales categóricamente se debe proponer planteamientos concretos que nos lleven a:

**Mitigar la fuerza del oleaje.-** Con la finalidad de disminuir la intensidad de la fuerza de las olas, a fin de que estas sean menos peligrosas y agresivas para el entorno, logrando que no sean una amenaza para el medio físico, social, comercial y económico.

**Detener la socavación de suelo en la línea costera.-** Se intenta obstruir el movimiento y la transportación de un lugar a otro de partículas, sedimentos de materiales geológicos especialmente finos provenientes de gravillas, areniscas, limos orgánicos e inorgánicos, finos de suelo en suspensión, etc.

**Recuperación del ancho de playa.-** Se puede recuperar e incrementar el ancho y longitud de las playas del sector, obstruyendo el constante tránsito de los trenes de olas que producen con su agresividad el ablandamiento del suelo del entorno y su posterior desintegración, lo que da como resultado la disminución de sus costas.

**Disminución de la agresividad marina.-** Se pretende reducir un gran porcentaje de la violencia generada por la fuerza marina, que es el conjunto de efectos atmosféricos y climáticos, como la presión atmosférica, que generan vientos que impulsan y dan la fuerza a las olas; la temperatura solar, que vaporiza y recalienta las aguas oceánicas y que influye en el estado variable del nivel del mar y de las mareas, dándole una protección costera a este proyecto.

**Encausamiento de la franja marina.-** Se procura Orientar y dirigir por el camino adecuado la franja marina, ya que esta tiene trayectoria errática debido a que los trenes de olas que constantemente llegan a la playa y que debido a su fuerza socavan en múltiples direcciones el fondo marino haciendo que el flujo de la masa marina cambie su curso normal que es paralelo a la playa a un curso anormal que es perpendicular a ella, en otras palabras, la masa de mar entra a la playa, con su fuerza rompe la estructura molecular de la masa del suelo, generando caos como lo son la contaminación, la interrupción de servicios básicos

(eléctrico, sanitario y agua potable), y también atacando y destruyendo el medio ambiente, las viviendas y bienes materiales de los pobladores.

**Restauración y preservación del medio ambiente.**- Este proyecto se perfila como solución para reparar, reconstruir y reconformar los inconvenientes que el entorno marino y especialmente la fuerza de las olas provocan a la naturaleza y de manera especial al ecosistema, que es constantemente debilitado además de la fuerza que desencadenan los oleajes por los ácidos y minerales que contiene el agua marina que al salirse de curso e internarse playa adentro, afecta y contamina flora y fauna local.

**Creación de un ambiente favorable y sustentable para los habitantes del sector.**- Controlar la violencia de las olas permite el bienestar de la población, ya que se crearía un ambiente menos conflictivo para el desarrollo sus actividades (comercio, turismo, industria, etc...), las cuales no se verían afectadas por los eventos desfavorables que genera la fuerza marina.

## **1.6 Hipótesis**

Existen criterios o hipótesis para interpretar proyectos o emergencias costeras las cuales son:

**Efecto de una estructura en el oleaje.**- Se supone que una estructura de protección costera, tenga como efecto soportar el impacto de la fuerza del oleaje marino, con la finalidad de que no se propague o transmita la fuerza destructiva playa adentro.

**Deformabilidad de una estructura de protección.**- De acuerdo a los datos recogidos se diseña la estructura costera para que sea indeformable a fin de que resista a la fuerzas de la naturaleza (oleaje, vientos, corrientes marinas, etc...), para que cumpla el tiempo de vida útil para el que fuere diseñada.

**Posición de la estructura con respecto de la línea costera.-** Del análisis de los parámetros investigados se puede determinar cuál sería la alineación con respecto a la playa, eligiéndose la ubicación más favorable para el desarrollo del proyecto (paralela o perpendicular a la playa, con rotación o inclinación a la corriente marina).

**Relación de los diferentes daños, inconvenientes, que se puedan atenuar o solucionar por medio de esta estructura de protección.-** Los daños pueden ser atenuados con relación a como se proyecte la estructura; entonces se dirá que a mayor proyección técnica de la estructura, se reducirían los daños e inconvenientes. Por lo que se puede decir, que a mayores proporciones geométricas que sea proyectada la estructura, esta en forma directamente proporcional, atenuaría la fuerza del oleaje. Pero la escala de la proyección del proyecto, se ve controlada directamente por la relación costo-beneficio o de condiciones netamente presupuestarias que determinen la verdadera idoneidad del proyecto.

**Cálculos de cada una de las partes para formar un diseño.-** El proyecto consta de diferentes elementos estructurales, los cuales son proyectados con la ayuda de las diferentes ramas que integran la ingeniería civil pero especialmente en este tipo de proyectos es necesario utilizar las hipótesis que brinda la ingeniería portuaria o de costas, las cuales tienen sus fórmulas o ecuaciones que se emplean para construir elementos de protección costera, y mediante las formulas establecidas por esta rama de la ingeniería, podemos calcular de manera confiable las diversas variables que inciden en la construcción de este tipo de obras.

Por lo tanto, la hipótesis es el marco teórico-técnico, que supone que los eventos son interpretados y manejados con ayuda del tecnicismo de la ingeniería portuaria o costera. Estableciéndose un proceso disciplinario multi-tecnico, que involucrara a diferentes profesionales de la ingeniería civil (geólogos, estructuristas, topógrafos, etc...).

## **1.7 Metodología de la Investigación**

Los diferentes eventos desastrosos de este sector de la Isla Jambeli, nos conduce a utilizar diversas formas de investigación a fin de poder comprender la naturaleza de cada uno de los problemas, por ejemplo, para saber el grado de erosión y cantidad de sedimentos, se procederá a investigar, realizando test provenientes de la mecánica de suelos como: calicatas, clasificación del suelo, sondeos geológicos... etc., que nos podría determinar si a un mismo propósito se podría aplicar varios modelos de investigaciones, sean de campo, analítica o laboratorio.

La metodología preliminar de la investigación que nos dará un bosquejo superficial de la situación se iniciará con un recorrido a la zona del desastre, tratando de abarcar en forma progresiva o inmediata para obtener las primeras percepciones de los sectores donde se generan estos eventos.

Este recorrido se lo realiza utilizando instrumentación y herramientas básicas, tales como: cinta, flexómetro, nivel, teodolito, GPS, herramientas menores, etc., además de encuestas domiciliarias que nos permita conocer a detalle la problemática y preparar acciones de campo más profundas que enriquezca la investigación. En este trayecto preliminar encontramos que la erosión en la playa, ha alterado el normal curso de la línea costera, alteración en las viviendas de los pobladores, reducción de la playa, contaminación ambiental, etc.

El método empleado para medir la longitud costera afectada y su prolongación, fue con el uso de estaciones para formar una poligonal topográfica cerrada. Se realizó la identificación de los daños a las viviendas, donde presentaban pérdidas de sus cubiertas, destrucción de cerramientos y paredes, socavación en los cimientos, deficiencia de los servicios básicos, etc. Debido a la socavación que sufren las viviendas, la red sanitaria se ve afectada y su identificación se da por la emanación de olores fétidos. A continuación se detalla en la tabla 1, la matriz obtenida a partir de las actividades realizadas:

**Tabla 1.- Matriz Preliminar de las actividades efectuadas en función de la Metodología**

Actividades	Rama Ingenieril	Herramientas y/o instrumentación básica	Metodología Utilizada
Reconocimiento de daños in situ	Exploración de campo	Global positioning system (GPS), equipos multimedia (foto, video, voz, audio)	Reconocimiento de zonas afectadas. Ubicación de coordenadas por medio de GPS. Registro fotográfico y
Medición de longitudes de playa afectadas, pérdida de volumen de material arenoso	Topografía	Flexómetro, cinta, estacas, piolas, jalones, combo o martillo, nivel de mano.	Se procede a medir en forma lineal la zona afectada para poder delimitar mediante estacas, que han sido alineadas usando
Enumeración de daños y afectaciones causados a la comunidad	Estructuras	Flexómetro, cinta	Medición mediante el uso de flexómetro a elementos estructurales afectados.

Por lo tanto, en la matriz preliminar citada se indican los métodos que se requieren para confrontar una situación de acuerdo a las circunstancias.

## **1.8 Productos Obtenidos**

El marco general de la investigación para desarrollar el proyecto de construcción de muros de escolleras que actúan como disipadores de energía del oleaje marítimo ubicado en la Isla Jambeli Cantón Santa Rosa. Provincia de El Oro, nos arroja datos importantes, tales como: constantes físicas, variables atmosféricas indeterminadas, variables vibracionales ondulatorias indefinidas, variables aleatorias del flujo marino transportadas por la energía de las olas; Toda esta recopilación nos lleva a obtener un producto buscado mediante la investigación que es una colección de parámetros y variables técnicas.

Sobre las recopilaciones de datos, se puede decir que se obtuvo:

**Altura de la Ola.**- Es el máximo nivel que alcanza la ola en un tiempo y posición determinado. La altura de la ola es el parámetro esencial para diseñar muros de escolleras, espigones, o cualquier otra estructura de protección costera.

**Nivel medio del mar.**- Es el promedio de las bajamares en los periodos de marea de sicigia.

**Tiempos de aguaje.**- Es el periodo que dura el incremento de nivel del mar por efectos atmosféricos, para fines constructivos puede ser este, favorable o desfavorable.

**Velocidad de los vientos.**- Influye directamente en la fuerza de las olas, el viento da impulso en proporción directa al conglomerado marino, los cuales se propagan a determinadas velocidades y direcciones y en base a esto el viento nos manifiesta cual podría ser la dirección y fuerza del oleaje.

**Tipos de Ola.**- En base a la investigación realizada se menciona que existen 3 tipos de olas, las cuales se indican a continuación: Las olas superficiales, son provocadas por los vientos. Las olas de translación, son aquellas en las que las partículas de agua suben y bajan en el mismo sitio. Las olas de oscilación, en las

que las partículas de agua siguen un movimiento rotatorio y cada una de las partículas oscila en una distancia corta.

**Fuerza de arrastre de las olas.-** Es la longitud que se puede desplazar una ola, dependiendo de la fuerza con la que es impulsada por los vientos, con lo cual se desplaza a una distancia que puede provocar problemas o desastres.

**Fuerza de impacto de las olas.-** Es la magnitud con que la ola colisiona debido a la energía que transporta. Este parámetro es importante puesto que se diseñan las estructuras de protección con la ola que manifieste mayor fuerza de impacto, o sea la ola crítica.

**Tipos de suelo y su clasificación.-** En base a la geotécnica aplicada al sector en estudio, se procederá en diferentes sitios críticos a realizar perforaciones para así clasificar y saber qué tipo de suelo se encuentra en el área de estudio. Clasificarlo es encontrar sus propiedades de trabajabilidad.

## ***1.9 Novedades y Aportes Teóricos y Prácticos de la Investigación***

Las suposiciones y demás elementos teóricos así como también las acciones concretas y prácticas que se investiga nos han conducido a descifrar las falencias que desencadenan problemas en el sector. Por lo que es deducible que entre más se investiga, mas parámetros técnicos obtenemos que nos permiten manejar, entender, comprender y hasta controlar los orígenes o fuentes que desembocan en riesgos o eventos peligrosos que afectan a la Isla Jambeli, como ya se expuso, mas investigación es directamente proporcional a mas parámetros y variables disponibles, las cuales crecen por lo que tendremos como aporte tanto técnico como practico una base de datos.

Con esta red o base de datos, podemos diseñar, construir, estructurar, el proyecto así también tomar decisiones sean técnicas, administrativas o también de tipo económico.

La cantidad de datos técnicos es directamente proporcional, tanto al número de escenarios involucrado en el desastre o a la cantidad de investigaciones, sea de campo o analítica que se haga para cada evento o situación en riesgo afectada o colapsada del sector costero de la Isla.

Siendo el más significativo aporte que produce la investigación de esta causa es la configuración de una compilación de datos que se alimenta o se retroalimenta en base de cada una de las múltiples ramas de la ingeniería civil que interviene en este proceso de estudio y análisis para dar solución concreta y eficaz a la problemática de este sector costero.

Las evaluaciones y diagnósticos de campo del sector sur de la playa Jambeli que es el lugar más afectado, nos presentan situaciones que necesitan la oportuna medida de contingencia, por lo que la base de datos obtenida en este proceso nos va a permitir realizar estudios y diseños minuciosos a fin de determinar el mejor método de protección costera y con esto prevenir más desastres producidos por los fenómenos ya descritos.

### **1.10 Estructura del Proyecto de Investigación**

La estructura del proyecto investigativo, consiste que a partir de la base de datos, se procederá a organizar, categorizar, y ordenar a fin de equilibrar con acciones ingenieriles las dificultades que plantea el proyecto sirviendo como estructura principal la base de datos, la cual debido al porcentaje de ramas ingenieriles utilizadas, se puede determinar si es un caso estructural, marítimo, geológico, etc.

Estructurar también se refiere a clasificar de las múltiples ramas de la Ingeniería Civil que son necesarias para satisfacer el Proyecto. En base a sus propiedades y características de la utilidad del proyecto. Una vez estructurado y desglosado el proyecto se vuelve más manejable e interpretable. Lo cual se lo utiliza o se lo lleva al lenguaje universal de los planos, especificaciones técnicas y las debidas regulaciones de obra.

## **2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION**

### **2.1 CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1.1 Descripción General**

El sector en estudio motivo de esta investigación tiene dos grandes componentes como lo son: La playa y la franja costera, estos son el contorno donde actúan las fuerzas del mar contra la tierra. Esto se da debido a que en el perfil costero intersectan la tierra, el agua y el aire, los confluente físicos ocurridos en este punto son únicos e incomparables, y muy dificultosas para ser totalmente entendidos. Como resultante de esta breve descripción, un importante segmento del trabajo producto de este análisis es simplemente representativa.

La labor del ingeniero civil que se dedica al análisis de las actividades relacionadas con el mar y sus componentes, se la puede clasificar en tres partes: comprender el medio físico de la playa, la línea costera y sus argumentos; realizar los diseños y la planificación para la construcción de obras de protección costeras que permitan que se logren los propósitos y objetivos previstos, obteniendo sobre la costa un aceptable impacto.

#### **2.1.2 Fundamentos Técnicos**

Los fundamentos técnicos inducen a realizar un breve análisis acerca de los parámetros a ser considerados en el área donde se realiza esta investigación, lo que permite conocer según el curso geografía del mar que menciona lo siguiente: “en el mar se pueden distinguir dos categorías de movimientos”: (Mar, 2014)

La primera categoría la constituye las ondas, las mismas que según el curso geografía del mar menciona “que son oscilaciones periódicas compuestas por una serie regular de crestas y depresiones; la segunda categoría está conformada por las corrientes, las cuales consisten en el flujo de agua en una dirección determinada”. (Mar, 2014)

A continuación se menciona alguno de los parámetros relacionados con el mar y la respectiva reseña de los mismos:

- El oleajes y sus características (Mar, 2014)
- Corrientes provocadas por el oleaje. (Mar, 2014)

### **2.1.2.1 *El oleaje y sus características***

El curso geografía del mar menciona que el responsable de que el oleaje se desplace sobre la superficie del agua es el viento, además que juega un rol muy importante en la modificación de la línea costera. Si se observa el mar durante una tormenta, su superficie parece estar en un estado de desorden y es muy difícil ver que entre el caos es posible detectar los diversos trenes de olas que allí se forman. Las olas son fluctuaciones ondeantes, oscilaciones repetitivas de la superficie del mar, conformadas por picos y depresiones que se desplazan en sentido horizontal. (Mar, 2014)

Además como indica el curso geografía del mar, la clasificación de las olas es indispensable para poder realizar sus estudio o análisis, éstas se dividen en: olas de agua profunda, las mismas que no son influenciadas por el fondo, y se mueven independientemente de él y; olas costeras que debido a la disminución de la profundidad con respecto al fondo marino, su forma y movimiento se ven afectados. (Mar, 2014)

También menciona el curso geografía del mar que las olas están caracterizadas por lo siguiente: longitud de onda, altura, pendiente, periodo, amplitud y velocidad de propagación, variables geométricas y físicas que se definen a continuación: (Mar, 2014)

- Longitud de onda (L): Se denomina así, a la distancia horizontal entre dos crestas o dos depresiones sucesivas.
- Período (T): es el tiempo contado en segundos, entre el paso de dos crestas sucesivas por un mismo punto.

- Altura (H): Determinada por la distancia entre la cresta de la ola y el nivel medio del mar.
- Pendiente: Esta, está relacionada entre la altura y la longitud de onda ( $H/l$ )
- Amplitud (A): distancia entre la cresta y el valle de la ola.
- Velocidad de propagación:  $V = l/\text{Período}$
- Amplitud de la onda: es la distancia vertical entre el nivel de aguas tranquilas y una cresta de ola. (Mar, 2014)

El curso geografía del mar, menciona que debido a que las olas son muy cambiantes para su análisis y descripción, se utilizan métodos estadísticos. Así, para la altura, normalmente se refiere a la altura significativa, esto es el promedio de 1/3 de las olas más altas observadas en una serie en un período de tiempo establecido. (Mar, 2014)

#### **2.1.2.1.1 *Olas en agua profunda***

En el curso geografía del mar se menciona que estas olas generan un movimiento casi regular en la superficie del océano, denominado oleaje, donde la altura de la ola es relativamente frágil en relación con el largo de la onda. El oleaje se propaga en el océano por lo general muy lejos del lugar donde se origina, llegando finalmente a las costas de continentes o islas; aquí la ola se transforma, ya sea por efecto el roce con el fondo o alguna península o extremo de una obra artificial que se interna en el mar (por ejemplo, un molo o un muelle). (Mar, 2014)

#### **2.1.2.1.2 *Ola teórica***

Con simples observaciones podemos evidenciar según dice el curso geografía del mar, que los objetos que permanecen flotando en el mar, al paso de unas olas estas suben y bajan. Esto se da debido a que la onda provoca que las partículas respondan a su paso, y se generen movimientos en forma circular cuyo diámetro se reduce con la profundidad. (Mar, 2014)

Esto supone que:

- La ola en agua profunda corresponde a una onda de superficie. Al llegar a la costa se transforma en ola costera.
- El perfil del oleaje corresponde a un trocoide, que es la curva descrita por un punto de un disco que rueda sobre una recta.
- El diámetro de las trayectorias disminuye con la profundidad y es prácticamente nulo en profundidad.
- Las partículas de la superficie del mar describen círculos cuyo radio depende de la profundidad. (Mar, 2014)

#### **2.1.2.1.3 Ola de oscilación**

De la misma manera el curso geografía del mar señala que la ola de oscilación, a una profundidad igual a la mitad de la longitud de onda, el diámetro de las órbitas de las partículas de agua es 1/25 veces del diámetro de la superficie y para motivos prácticos, se considera este nivel como la máxima profundidad del movimiento del oleaje. En aguas más profundas que la mitad de la longitud de onda, las partículas orbitantes no entran en contacto con el fondo oceánico, mientras que a profundidades menores que la mitad de la longitud de onda, las órbitas son achatadas por la resistencia debida a la fricción, pierden energía y se dice que la ola "siente el fondo". Se reconoce esta profundidad como el máximo nivel en que las olas pueden mover partículas de los sedimentos marinos. (Mar, 2014)

#### **2.1.2.1.4 Olas reales**

Estas olas se alejan bastante de las olas teóricas, según dice el curso geografía del mar, en las áreas donde sopla el viento que las genera. En las áreas donde se origina el oleaje hay una agitación aparentemente anárquica de la superficie. Con ciertos vientos sobre 9° de la Escala de Beaufort, se observan montañas desordenadas de agua de alturas muy variables, sobre estas grandes olas se forman otras más pequeñas. Así, la estructura superficial del océano es el resultado de la superposición de varios trenes de olas que se interfieren resultando depresiones y

cumbres. La interferencia puede dar anulación o un reforzamiento. Si la velocidad del viento es mayor a 5 m/seg, la altura de la ola crece más rápido que la longitud de onda, la pendiente aumenta y si sobrepasa el límite, las olas revientan independientemente de toda influencia del fondo generándose cabritos o corderitos (olas forzadas). (Mar, 2014)

Las áreas de generación poseen tal como indica en el curso geografía del mar, espectros de olas muy variadas, de diferente longitud de onda. Como la velocidad aumenta con la longitud de onda, las olas que salen de esta zona de generación no progresan a la misma velocidad. A medida que el oleaje sale de esta área se va clasificando, simplificando, tomando el aspecto de ondulaciones paralelas y disminuyendo la pendiente. (Mar, 2014)

Si seguimos las olas tal como dice el curso de geografía del mar, desde que el viento las produce en el mar, viajan miles de kilómetros y rompen finalmente contra la costa. El desarrollo de las olas se atribuye a tres factores principales: (Mar, 2014)

- La velocidad media del viento
- La duración del tiempo en que actúa
- La distancia sobre la que ha soplado

#### **2.1.2.2 Corrientes inducidas por el oleaje**

Según lo menciona el curso geografía del mar, el oleaje en la costa también genera corrientes que influyen considerablemente en el movimiento de los materiales sedimentarios a lo largo del litoral y es una causa fundamental de la erosión o progradación de la costa. (Mar, 2014)

Dicho curso de geografía del mar, indica que la corriente de deriva litoral: se produce cuando las olas llegan oblicuas a una costa rectilínea, generalmente en ángulo inferior a 10° (el ángulo nunca puede ser mayor debido a la refracción), esto da nacimiento a una corriente paralela al litoral, entre la zona de rompiente y

la orilla. La velocidad de la deriva es mínima fuera de la zona de rompiente, lo que demuestra claramente que es inducida por el oleaje y no puede ser atribuida a corrientes oceánicas o corrientes de marea. (Mar, 2014)

También el curso geografía del mar dice que el sistema de circulación costera produce un intercambio continuo de agua entre la zona de rompiente y la de aguas libres, actuando como un mecanismo de distribución de nutrientes y de dispersión para el escurrimiento terrestre. (Mar, 2014)

### **2.1.2.3 Fundamentos técnicos obtenidos a partir de las Rocas**

En los proyectos de abrigo y protección costera, donde se utilicen estructuras tales como, escolleras y espigones. El material de construcción predominante son las rocas, las cuales se utilizan en estas estructuras en diversos tamaños, formas, pesos y calidad, pero antes de su selección deberán ser sometidas a una serie de análisis en laboratorio, para obtener las características físicas y comportamiento mecánico que nos permita conocer acerca de su constitución y cuál podría ser su comportamiento al ser expuestas a la fuerza de los oleajes marinos, como así también a las sales minerales y ácidos disueltos en el ambiente de mar.

A partir de los ensayos que se realizan a las rocas, podemos obtener fundamentos técnicos que nos permitirá saber cuál será la utilización de este material en la construcción de estas estructuras, los fundamentos técnicos son necesarios para distribuir en qué nivel sería o podría ser utilizado en la conformación de esta estructura de protección.

A continuación se detallan los ensayos a realizar a las rocas para obtener correlaciones y parámetros técnicos, según se menciona en la publicación ensayo de rocas: (Controls, Mecanica de las rocas)

- Ensayos de resistencia y deformabilidad
- Ensayos de clasificación
- Ensayo de tracción indirecta

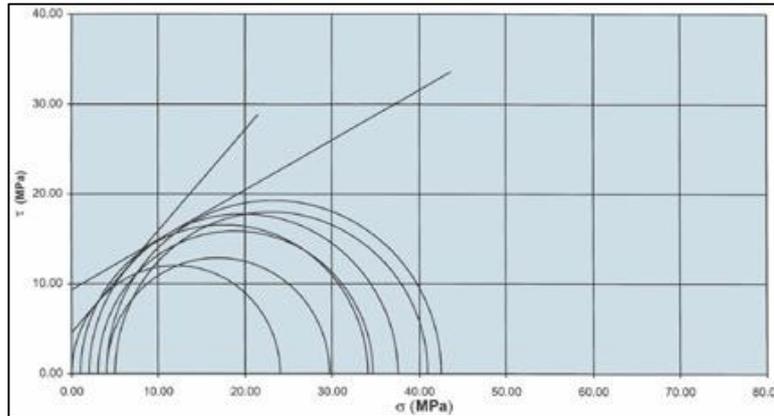
- Índice de resistencia al desgaste
- Permeabilidad de las rocas
- Medición de la rugosidad

#### **2.1.2.3.1 Ensayos de resistencia y deformabilidad**

De acuerdo como indica la revista Ensayo de Rocas, la mayor parte de la información obtenida en los ensayos de laboratorio está relacionada fundamentalmente con las características de tensión y deformación de los materiales probados. Los ensayos que se ejecutan generalmente en muestras cilíndricas de rocas son los siguientes: (Controls, Ensayos de resistencia y deformabilidad)

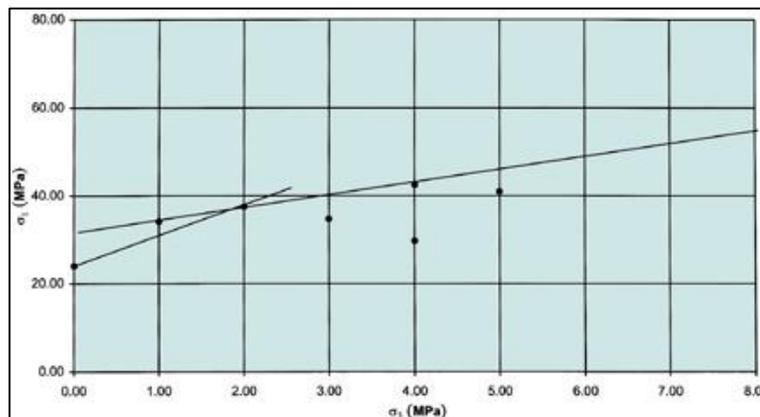
- Evaluación de la deformación y la resistencia a la compresión en condiciones uniaxiales
- Evaluación de la deformación y la resistencia a la compresión en condiciones triaxiales

El ensayo uniaxial según menciona la revista Ensayo de rocas, se lleva a cabo aplicando una carga creciente a velocidad de tensión constante entre 0,5 y 1,0 MPa/s. Los valores de deformación axial y radial se miden con gran precisión (alrededor de  $5 \times 10^{-6}$ ). A continuación se ejecutan también ciclos de carga y descarga para obtener una evaluación correcta de las propiedades de compresibilidad (NORMAS ASTM D3148, D2938 ISRM: Métodos sugeridos para determinar la resistencia a la compresión y la deformabilidad uniaxial de materiales rocosos) (Controls, Ensayos de resistencia y deformabilidad)



**Ilustración 5.- Ensayo triaxial en materiales rocosos con medición de las deformaciones axiales. Envoltura de rotura típica (diagrama  $\tau$  vs  $\sigma$ ) (Controls, Ensayos de resistencia y deformabilidad)**

Para el ensayo triaxial, de acuerdo a lo indicado en la revista Ensayo de rocas, se ejecuta en muestras de rocas contenidas en una membrana de goma que se colocan dentro de una célula triaxial y se someten a una presión isotrópica (normalmente entre 5 y 60 MPa) que se mantiene constante para todo el ensayo. A continuación se aplica una carga axial. Los ensayos y mediciones se realizan de la misma forma que en los ensayos uniaxiales. (NORMAS ASTM D2664, D5407 ISRM: Métodos sugeridos para determinar la resistencia de los materiales rocosos en compresión triaxial) (Controls, Ensayos de resistencia y deformabilidad)



**Ilustración 6.- Ensayo triaxial en materiales rocosos con medición de las deformaciones axiales. Envoltura de resistencia máxima típica (diagrama  $\sigma_2$  vs  $\sigma_1$ ) (Controls, Ensayos de resistencia y deformabilidad)**

Otro importante parámetro investigado en los ensayos triaxiales según menciona la revista Ensayo de rocas, son las características de permeabilidad de las rocas y el comportamiento de la roca cuando se ve sometida a una presión de agua elevada, especialmente para el estudio de cimentaciones de presas, y normalmente para túneles y cavidades subterráneas. A partir de las mediciones registradas durante el ensayo, se obtiene la siguiente información:

- Velocidad de tensión en función de la deformación axial y radial
- Tensión máxima de rotura
- Módulo de Young tangente y secante medido en la curva de tensión-deformación axial
- Proporción entre la deformación radial y la deformación axial para obtener el coeficiente de Poisson.
- Tensión máxima respecto a la presión de la célula (en los ensayos triaxiales) para definir la de envolvente de rotura y las propiedades correspondientes (cohesión y Ensayo Triaxial

#### **2.1.2.3.2 Ensayos de Clasificación**

La clasificación de estos ensayos se da mediante dos componentes como lo son: El ensayos de tracción indirecta y el índice de resistencia al desgaste; a continuación se mencionan breves detalles de cada uno de ellos.

#### **2.1.2.3.3 Ensayos de Tracción Indirecta**

De acuerdo a lo mencionado en la revista Ensayo de rocas, este método de ensayo ha sido desarrollado para medir la tracción uniaxial de las muestras de roca mediante la compresión diametral de un disco. (Controls, Ensayos de Clasificación)

Asimismo lo menciona la revista Ensayo de rocas, que la resistencia a la tracción indirecta se calcula mediante la fórmula siguiente: (Controls, Ensayos de Clasificación)

$$\sigma = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{P}{LxD} \text{ (Controls, Ensayos de Clasificación)}$$

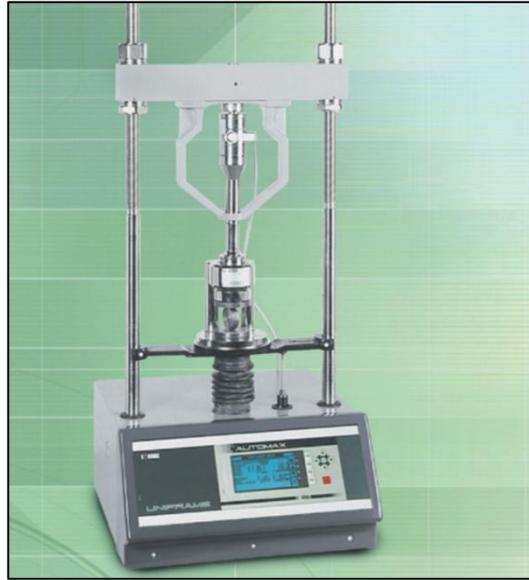
**Dónde:**

- P= fuerza de compresión máxima
- L, D= espesor y diámetro del disco de roca

Las muestras de ensayo deberán ser discos como menciona la revista Ensayo de rocas, con una relación espesor-diámetro (E/D) comprendida entre 0,2 y 0,75. El diámetro de la muestra deberá ser al menos 10 veces mayor que el grano más grande del mineral constituyente. Generalmente, un diámetro de 54 mm (NX) cumplirá el anterior criterio. Teniendo en cuenta que el valor medio de resistencia a la tracción indirecta de los diferentes tipos de roca oscila entre 3 y 14 MPa, se consideran adecuados los bastidores de 50 kN de capacidad máxima. (Controls, Ensayos de Clasificación)

También se muestra en la revista Ensayo de rocas el Dispositivo de compresión/tracción indirecta para muestras de roca de 54 mm de diámetro. Este aparato puede utilizarse para medir la resistencia a la tracción indirecta en discos de roca de 54 mm de diámetro. (Controls, Ensayos de Clasificación)

- Diámetro de placa, 75 mm.
- Altura total 188 mm.
- Peso aproximado: 8 kg



**Ilustración 7.-** Equipo para realizar ensayos de tracción indirecta en discos de rocas  
(Controls, Ensayos de Clasificación)

#### **2.1.2.3.4 Índice de resistencia al desgaste**

Este método de ensayo según la revista Ensayo de rocas ha sido desarrollado para evaluar el deterioro de las rocas sometidas a inmersión en agua durante un periodo de tiempo determinado. El aparato consta de una unidad de accionamiento de motor montada en una placa base que hace girar a dos o cuatro tambores a una velocidad de 20 rpm. Los tanques se llenan con agua hasta un nivel 20 mm por debajo del eje del tambor. Los tambores están fabricados en tela metálica de 2,00 mm, 140 mm de diámetro x 100 mm de longitud., y un peso aproximado de 15 kg. (Controls, Ensayos de Clasificación)



**Ilustración 8.-** Aparato para medir el desgaste de la roca (Controls, Ensayos de Clasificación)

### **2.1.2.3.5 Permeabilidad de las Rocas**

Este ensayo según la revista Ensayo de rocas, se realiza para medir el flujo de agua a través de una muestra de roca introducida en una célula de Hoek y sometida a elevada presión de confinamiento. El gradiente hidráulico en el interior de la muestra de roca se obtiene mediante un aparato de presión constante. El agua que traspasa la muestra se recoge en una bureta. El aparato de presión constante de aceite y agua para presiones de hasta 3500 KPa. Este aparato proporciona una presión constante infinitamente variable y se utiliza junto con una célula de Hoek con tapas de permeabilidad para investigar la permeabilidad de las rocas sometidas a altas presiones de confinamiento en el laboratorio. El aparato se compone de los siguientes elementos: bomba hidráulica de motor; conjunto de pistón/muelle rectificado, manómetro de precisión para ensayos con escala de 0 a 3 .500 kPa; célula cilíndrica de intercambio de aceite y agua; válvulas y 2 kg de aceite de gran viscosidad. (Controls, Permeabilidad de las rocas).

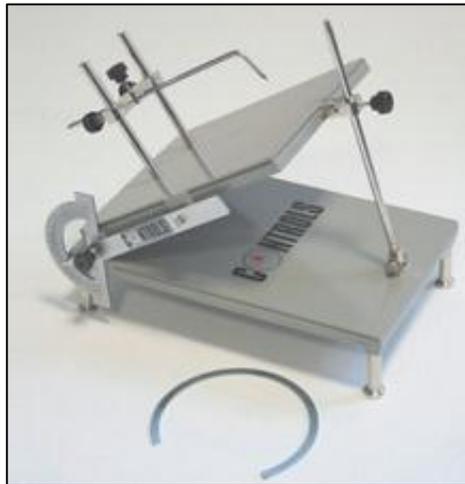


**Ilustración 9.-** Equipo con célula de Hoek, tapas de permeabilidad, bureta, base y manguito de metal y vidrio (Controls, Permeabilidad de las rocas)

### **2.1.2.3.6 Medición de Rugosidad**

De acuerdo a lo que se menciona en la revista Ensayo de rocas, Se utiliza para calcular la JCR de una roca o una junta. El equipo consta de un plano inclinado ajustable, sobre el que se coloca la muestra de roca (de 100 mm de diámetro máximo), separada a lo largo de la superficie en la que se medirá la rugosidad. A

continuación se inclina lentamente el plano hasta que se produce el deslizamiento de la parte superior de la muestra sobre la inferior. El índice de rugosidad se calcula a partir del ángulo de inclinación medido. (Controls, Comportamiento de las juntas)



**Ilustración 10.- Aparato para la medición del coeficiente de rugosidad de la junta**  
(Controls, Comportamiento de las juntas)

## **2. CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA**

### **2.1 Descripción General**

La preservación de la playa de la Isla Jambeli es importante para el entorno del archipiélago del mismo nombre, ya que está asociado con el desenvolvimiento, socio económico-cultural de las demás islas que forman dicho archipiélago. La inestabilidad y efectos ya expuestos de los fenómenos climatológicos-marítimos pueden causar un efecto de reacción en cadena a las demás islas que conforman el archipiélago. Es probable que los mismos efectos generados en la parte Sur de la playa de la Isla Jambeli, se transmitan con las mismas características a las islas del entorno. Siendo Jambeli la más representativa de todas las islas que conforman el archipiélago, se debe dar prioridad a sus necesidades de infraestructura, de abrigo y protección costera, que a su vez fortalecería el entorno isleño, sus sistemas de canales, que sirven de vías para llegar a cada una de ellas y al mismo tiempo acentuaría con este proyecto la importancia de ser factor de productividad y generador de atracción turística, comercial e industrial.

### **2.2 Ubicación del Proyecto**

En cuanto al área de estudio, se encuentra ubicado en la parte Sur de la playa de la Isla Jambeli, a unos 1.000 metros de la zona comercial de la misma, dicha isla se localiza ubicada en el Sur Oeste del Ecuador, en una posición estratégica ya que es cercana al vecino país del Perú, siendo un lugar de concurrencia tanto de la zona sur del Ecuador como norte del Perú.

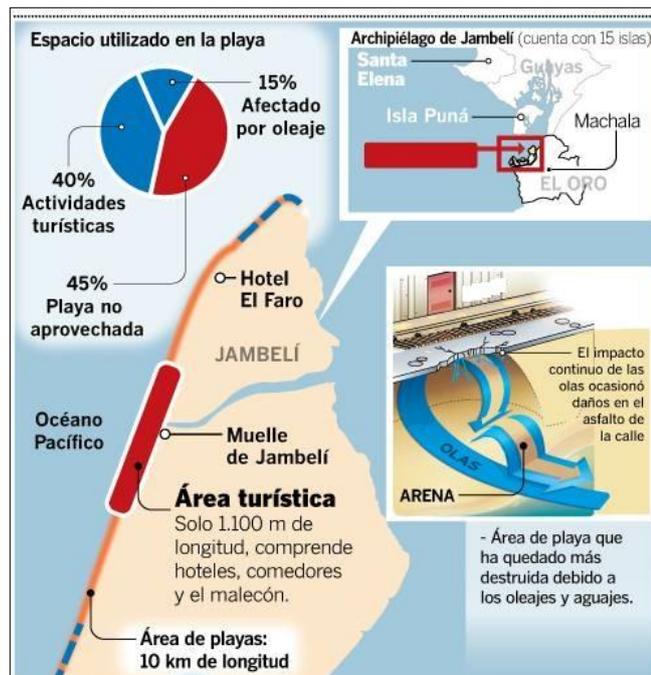


Ilustración 11.- Ubicación del proyecto y problemática presentada (MACAS, 2014)

### 2.3 Alcance

Es la suma de beneficios obtenidos a partir de la implementación de la obra civil, es decir que además de los objetivos técnicos generaría otras ventajas tangibles y no tangibles, como:

**Bloquear e interceptar la violencia destructiva de las olas que se internan en la parte Sur de la playa de la Isla Jambelí.-** Las estructura de protección costera sirven para contener trenes de olas, impediría que estas debido a energías dinámicas que poseen provoquen estragos en la parte Sur de la playa de la Isla Jambelí.

**Controlar la reducción de playa en la zona de incidencia.-** Se intenta equilibrar la violencia destructiva producida por los oleajes para evitar la continua pérdida de la plataforma playera.

**Impedir colapsos de viviendas.-** Las constantes masas de agua que llegan a las viviendas afecta directamente a sus cimientos, desestabilizando la estructura y

su posterior desplome. Por lo que se intentara impedir la circulación de estas masas de agua con la ayuda de algún elemento de protección costera.

**Incrementar la oferta eco-turística.-** La zona registra una baja demanda turística por los desastres locales generados debido a fuerza de las olas y otros fenómenos atmosféricos. Por lo que se pretende incrementar la oferta turística a partir de la recuperación del ancho de playa como así también de la reconstrucción del entorno habitacional y ambiental.

**Reactivación comercial e industrial.-** Al incrementarse la oferta turística, generara demandas de carácter comercial e industrial, ya que el turismo mueve alimentación, hospedaje, productos masivos de procedencia industrializada, transporte, etc..., con todo esto se reactivaría la economía de la zona para el beneficio de sus habitantes.

## ***2.4 Componentes***

Son componentes asociados a la obra civil de protección en la isla Jambeli que impulsan el desarrollo sostenible para la generación de recursos y el mantenimiento de la comunidad, los cuales describen como están relacionadas con las diversas actividades del entorno.

### ***2.4.1 Componente socio-económico***

Las actividades económicas del sector están compuestas por la industria camaronera, la práctica del comercio turístico, etc... Estas actividades son rubros trascendentales las cuales son parte fundamental de los ingresos económicos de la población, las mismas que se verían favorecidas con la consecución de un proyecto de protección costera.

La implementación de la obra civil, fomentaría entre otras cosas confianza empresarial, ya que mediante la ejecución de esta importante obra de protección costera garantizaría el retorno de capitales de inversión, en otras palabras los empresarios de cualquier sector (camaronero, pesquero, turístico, etc...) podrán

tomar riesgos calculados con la seguridad de que los desastres producidos por las olas son controlados por estas estructuras sin que les perjudique ni afecte a cada una de sus actividades.

#### **2.4.1.1 Población**

La Isla Jambeli posee una población significativa, la misma que se ha venido acrecentando en los últimos años debido las bondades que ofrece el sector para poder desarrollarse y habitar en un ambiente agradable.

En la Isla Jambeli la población realiza mayoritariamente actividades artesanales, donde sobresalen la pesca y el comercio, esta última actividad es la que más se ha acentuado en vista del flujo turístico, el cual se ha reducido por los problemas ya mencionados (aguajes, destrucción de viviendas, reducción de playa, etc...). La población constituye la fuerza productiva del sector que espera un ambiente favorable para producir y generar recursos; los desastres naturales provocados por la problemática descrita además de danos materiales y perdidas económicas conlleva un estado de intranquilidad y zozobra en la población ya que en muchos casos el nativo tiene que ausentarse a otros lugares para conseguir su bienestar.

Por lo que el proyecto en estudio, tratara de solucionar algunos de estos inconvenientes, procurando establecer con esto un ambiente favorable y de superación para el progreso de la población.

#### **2.4.1.2 Ocupación-empleo**

Los habitantes de la isla Jambeli, en su mayoría se dedican a las actividades artesanales, sobresaliendo la actividad de la pesca, la cual se concentra principalmente en la captura de larva de camarón, pero también pesca blanca, recolección de conchas, extracción de cangrejo y el cultivo y comercialización de camarón. Además de la oferta turística por los recursos naturales que posee la isla.

Las expectativas de generación de fuentes de trabajo, pueden ser impulsadas directa e indirectamente por una obra de protección costera; la obra civil incidiría directamente debido a que genera fuentes de trabajo para la población local, sabemos que la obra brinda empleo a mano de obra calificada y no calificada así también incrementaría la demanda de la industria de la construcción e indirectamente demandaría servicios complementarios por la implementación de la obra.

Por todo lo dicho se verá fortalecida la ocupación-empleo del sector en cuestión.

#### ***2.4.2 Componente ambiental***

La isla Jambeli y su entorno está compuesta por diversos factores ambientales que lo hace atractivo para propios y extraños, de los cuales están los manglares, canales y esteros, paisajes, extensas playas, mar con recursos pesqueros, etc.

Estos recursos naturales mencionados, constituyen un rubro económico importante para el sector turístico debido al interés de visitantes por los entornos ambientales, los cuales para que sean sustentables deben cumplir estándares adecuados. Entre las normas de protección y prevención del entorno ambiental se destaca el cuidado o precaución que este medio ecológico debe tener con respecto a las perturbaciones marinas, oleajes, aguajes, etc., a fin de evitar contaminación, destrucción y desaparición de estos recursos naturales.

Se puede relacionar lo expuesto en este capítulo mediante una matriz de FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas), que sintetiza la tendencia de este entorno.

**Tabla 2.- Matriz de FODA**

<b>MATRIZ DE FODA</b>	
<p>Fuente de Ingresos económicos por el turismo                      La biodiversidad con que cuenta la zona                      La amabilidad de los comuneros hacia los turistas que visitan la isla                      Recursos naturales: manglares, paisajes, esteros, canales, playas.                      Buena ubicación geográfica                      Destino turístico de la región sur del Ecuador y norte del Perú                      Reconocida gastronomía (mariscos)                      Rutas de accesos a lugares turísticos                      Medios de transportación: terrestre, marítima-fluvial, aérea.                      Deseo de superación de los pobladores</p>	<p>Proyecto de protección costera a construirse                      Capacidad para la actividad eco turística                      Incrementar y mejorar la calidad de servicios                      Organización de eventos                      Mejoras en incrementos de unidades de transportaron                      Plan de desarrollo estratégico cantonal                      Plan de reordenamiento territorial en la isla Jambeli y el resto del archipiélago.</p>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p>Carencia total de control ambiental                      Insuficiencia de servicios y falta de infraestructura turística                      Dificultades de ingreso por la Sedimentación de los canales de ingreso                      La erosión de la playa de la isla Jambeli, permite que se pierda anualmente un metro de playa                      Escases de proyectos</p>	<p>Inclémencia de la naturaleza                      Incremento de la población                      Disminución de la propaganda turística                      Disminución de presupuesto para inversión de obras en la Isla.                      Presencia de fenómenos climatológicos-atmosféricos                      Incompleta y mala difusión de los acontecimientos y de los atractivos turísticos</p>

## **3. CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LAS ESCOLLERAS**

### **3.1 Contexto Territorial – Técnico**

#### **3.1.1 Condiciones del área del proyecto**

El área que comprende el proyecto está condicionada a ciertos factores que desencadenan eventos desfavorables en el sector, las condiciones de estos factores relevantes, entre otros son:

- La erosividad, meteorización e inestabilidad del suelo.

Tiene fenómenos actuantes climatológicos, van desde el viento, la fuerza calorífica del sol, la violencia de las olas, el transporte de energía del mar hacia las costas mediante las ondas que son efecto de mareas y el zigzagueante e inestable nivel medio del mar.

Las características antes mencionadas hacen que se acumulen sedimentos en ciertas zonas en indeterminados lugares del fondo oceánico, creando mínimas depresiones, que es un acontecimiento que se está dando mayoritaria y repetitivamente en la zona sur del archipiélago de Jambeli, haciendo que esta crezca progresivamente hacia el Sur. En cambio en el área de estudio ocurre lo contrario, por tener esta zona mayor exposición a la fuerza de corrientes marinas y del oleaje, sus costas están siendo fuertemente erosionadas. Este es un fenómeno que aparentemente siempre se ha dado, pero en la actualidad tiene una mayor relevancia en vista que está afectando directamente a la población en esta parte de la Isla Jambeli.

#### **3.1.2 Estudios básicos de Ingeniería**

Debido a los condicionantes antes mencionados y la debida indagación e investigación, nos lleva al desenlace que se necesitan realizar procedimientos y

ensayos básicos a los componentes de algunas de las ramas de la ingeniería civil, las cuales son:

### **3.1.2.1 Mareas**

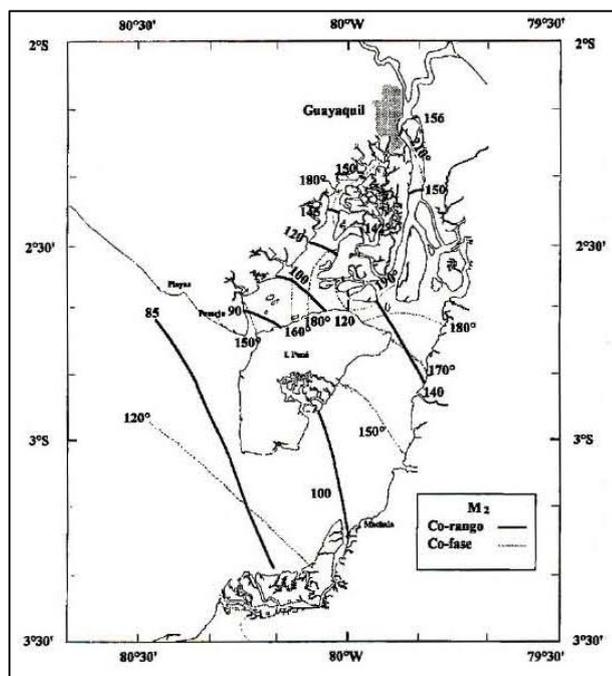
El estudio de las mareas, como soporte a los estudios de Ingeniería básica de la presente investigación, tiene como objetivo central la obtención de los planos de referencias aplicables a la playa Jambeli y de los niveles máximos de la marea, de acuerdo al análisis armónico ejecutado al registro mareográfico referencial para el sitio.

El mareógrafo de Puerto Bolívar sirve como referencia para este estudio. Además la predicción de mareas provista en la tabla de mareas (publicación INOCAR) permite también revisar los niveles máximos de mareas para dicho Puerto.

#### **3.1.2.1.1 Datos Históricos**

El régimen de mareas en el Ecuador son del tipo “semi-diurno”, siendo la componente armónica semidiurna  $M_2=12.42$  horas la más importante. Esta obedece a la atracción gravitacional de la luna; por lo que se obtienen dos ciclos de marea cada día lunar, es decir, dos pleamares y dos bajamares cada 24.8 horas (CAAM, 1996). La onda de marea muestra pequeñas desigualdades diurnas, ya que las amplitudes de ambos ciclos de mareas no son iguales: se presenta una pleamar más baja y una más alta alternadamente; igual comportamiento ocurre en las bajamares. Sin embargo, estas desigualdades no exceden en 5% del rango (Murray S., 1974).

Las líneas de co-rango (igual rango de marea) y co-fase (igual hora de ocurrencia de una fase de marea) en el estuario interno del río Guayas son como se muestran en la Ilustración 19. Según lo anotado en Chavarría (1988), las líneas de co-rango se presentan de manera casi-paralela a la costa, con la consecuente respuesta en dirección del flujo de agua este-oeste según la marea se desplace entre una fase y otra (Chavarria, 1988).



**Ilustración 12.- Líneas de co-rango y co-fase de la constituyente M<sub>2</sub> de la marea (cm y grados). (Chavarria, 1988)**

Las mareas juegan un rol importante en la circulación muy cercana a la costa, y en los canales formados entre islas y el continente. Estudios anteriores han reportado previamente esta influencia (Lucero, 1992), (Andrade G., 1992), (Vera L. , 2000), (ESPOL, 2000), (Abata, 2010).

Para la identificación de las mareas en el área de estudio, el mareógrafo de Puerto Bolívar, el mismo que se encuentra ubicado en las instalaciones de la Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar se presenta como el referente. Según la información provista en el sitio, este fue instalado a inicios de los años 1960s por el INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada) y aún sigue en funcionamiento.

### **3.1.2.1.2 *Procesamiento y Análisis de la Información***

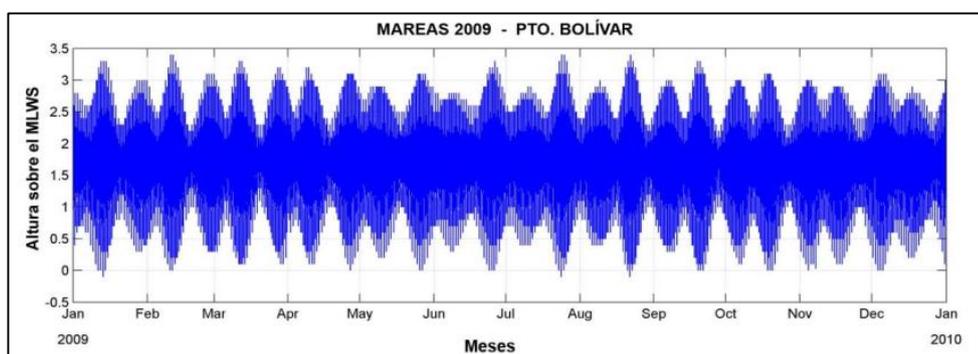
Se analizó la información histórica presente en reportes técnicos del área, siendo los más importantes el informe INOCAR (1998) “Cambio Climático en la zona Costera del Golfo de Guayaquil y la Cuenca Baja del Rio Guayas, y del informe CAAM (1996) sobre Procesos Biofísicos en el Golfo de Guayaquil”

Paralelamente, se digitalizo la tabla de mareas de Puerto Bolívar del año 2009, para contrastar los rangos de marcas con las referencias bibliográficas. Además, se analizó la información de mareas de dos días en Jambeli, la cual fue proporcionada por el grupo de trabajo de Batimetría, con el fin de encontrar una diferencia referencial de la altura de marea con respecto a la de Puerto Bolívar.

Se estableció como principal producto de este informe la definición de los planos referencia de marea para Puerto Bolívar, lo que permitiría ubicar el rango de marea, así como los niveles máximos de marea para sicigia (luna nueva y luna llena) y cuadratura (cuarto creciente y cuarto menguante).

### 3.1.2.1.3 Resultados

Según lo anotado en el registró de altura de marcas en Puerto Bolívar, que correspondería al puerto patrón para la zona descrita, el rango máximo de marea es cercano a los 3.25m, esto tomando en cuenta los valores máximos y mínimos que se dan durante las mareas de sicigia (Ilustración 13). En contraste, el rango de marea estimado como la diferencia entre el MHWS y MLWS promedio, es de 2.97m, según las referencias dadas en la carta náutica I.O.A. 1081 aproximación a Puerto Bolívar. (Tabla 1).

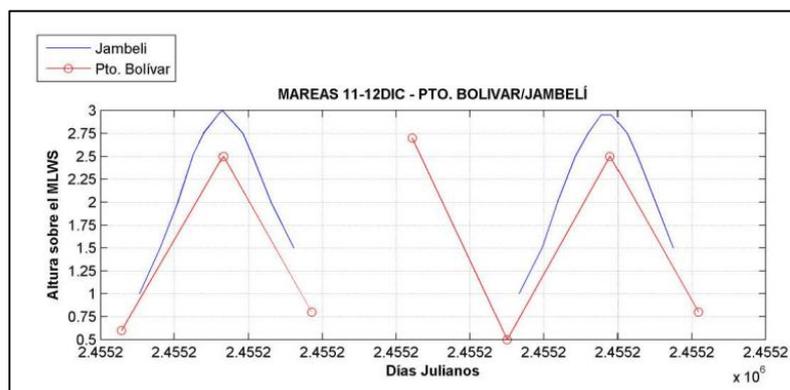


**Ilustración 13.-** Altura de mareas en Puerto Bolívar según tabla de mareas 2009.

**Tabla 3.- Referencias de MHWS (Altura Media de las Pleamares de Sicigia), Cuadratura MHWN (Altura Media de las Pleamares de Cuadratura), MLWN (Altura Media de las Bajamares de Cuadratura) y MLWS (Altura Media de las Bajamares de Sicigia) para Puerto Bolívar Referencias de MHWS (Altura Media de las Pleamares de Sicigia), Cuadratura MHWN (Altura Media de las Pleamares de Cuadratura), MLWN (Altura Media de las Bajamares de Cuadratura) y MLWS (Altura Media de las Bajamares de Sicigia) para Puerto Bolívar**

	Atura en metros sobre el datum			
	Pleamar Promedio		Bajamar Promedio	
	MHWS	MHWN	MLWN	MLWS
Puerto Bolívar	2.97	2.66	0.31	0.0

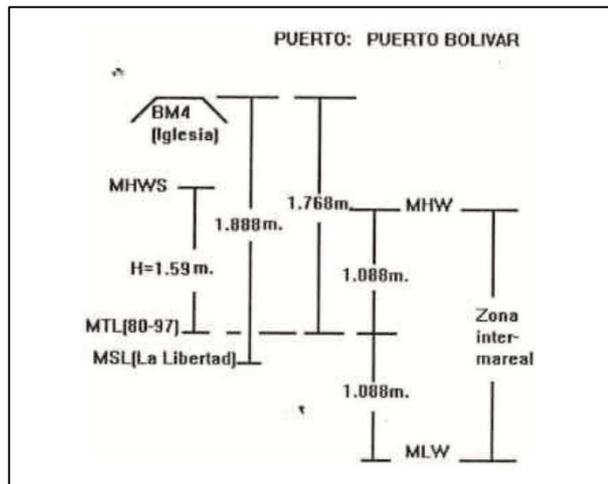
Las observaciones de marea realizadas por el grupo de Batimetría fueron hechas en el muelle de Jambeli, el cual está sobre el estero del mismo nombre (al otro lado del poblado). Al observar la altura de marea del sitio en mención respecto a la altura de marea en Pto. Bolívar, uno puede anotar que hay una diferencia, para esos días, de 0.50m en la Pleamar y 0.45m en la bajamar (la altura de las bajamares y pleamares son más altas que en Pto. Bolívar). Esto puede estar explicado por el hecho de que el brazo de mar en donde se encuentra el muelle de Jambeli amplifica el rango de marea, tal como lo hace las alturas y rangos de marea en la estación “Guayaquil-Rio Guayas”, ubicada sobre el Rio Guayas, con respecto a “Posorja”, en la entrada al estuario interno de Guayas. El desfase en tiempo, tomado como el tiempo que tarda en arribar la onda de pleamar y bajamar con respecto a Pto. Bolívar, fue estimado en 10 minutos. El rango de marea, según las observaciones estudiadas, se mantiene en el orden de los 3.25m (Ilustración 14).



**Ilustración 14.- Mareas para Jambeli y Puerto Bolívar, durante los días 11 y 12 de diciembre del 2010. Los datos de marea de Jambeli fueron tomados del informe preliminar de batimetría del proyecto Jambeli (Rosero, 2010).**

En cuanto a la referencia histórica encontrada y analizada, se presentan también los resultados relativos a mareas del estudio “Cambio Climático en la Zona Costera del Golfo de Guayaquil y la Cuenca Baja del Rio Guayas” de INOCAR (1998). En la Ilustración 22 se muestran los planos de referencia para Puerto Bolívar, durante el periodo correspondiente a 1980-1997. Se puede notar que la zona inter-mareal, que se encuentra entre el nivel de pleamar promedio (MHW-Mean High Water, por sus siglas en ingles) y bajamar promedio (MLW-Mean Low Water, por sus siglas en ingles), se encuentra comprendida en el rango de  $\pm 1.088\text{m}$ .

La altura de marea máxima comprendida desde el nivel medio del mar en Puerto Bolívar hasta en MHWS (Mean High Water Springs, por sus siglas en inglés) respectivo, se ubica en los  $1.59\text{m}$  (Ilustración 15).



**Ilustración 15.- Planos de referencia de marea para Puerto Bolívar, Fuente: INOCAR (1998).**

### **3.1.2.2 Transporte de sedimentos**

Los cambios que se producen en las playas se deben a la acción combinada de los eventos naturales y antropogénicos en diferentes escalas de tiempo y espacio. Sin embargo, en qué medida uno u otro factor predominan en la dinámica de los procesos costeros no es fácil de determinar por la superposición de eventos y las respectivas consecuencias sobre las playas.

Uno de los principales parámetros, que forma parte de las características litorales y transporte de sedimentos, y que influye en la configuración de las playas, es el oleaje incidente, el cual dependiendo de su energía y dirección, cambia la morfología costera al destruir las formaciones rocosas o trasladar material hacia y desde la playa o a lo largo de esta. La playa Jambeli, alineada en dirección NNE-SSW, está sometida principalmente a la acción de las olas provenientes de zonas lejanas del norte y sur del Océano Pacífico.

El área de estudio de esta componente, comprende la franja litoral de dirección noreste-sureste de 10 km de longitud, comprendida entre las coordenadas UTM: 9636000 hasta 9645200 N y 603000 a 608000 E.

### **3.1.2.2.1 Objetivo**

Identificar las características litorales y determinar la dirección predominante del transporte de sedimentos en la zona de estudio.

### **3.1.2.2.2 Materiales y Métodos**

El estudio de esta componente comprende tres fases, la primera consiste en una recopilación documental de la bibliografía publicada, cuya revisión permite determinar un punto de partida, previo al inicio de la recopilación de la información en campo. Una vez determinado el estado del conocimiento de las características litorales de la zona, en la segunda fase se recopila información de campo. Se efectúan mediciones a lo largo de la zona de estudio y se seleccionan puntos de acuerdo a la metodología sugerida en el Coastal Engineering Manual (2006), en donde se recomienda que se determinan puntos de medición con características morfológicas relevantes, y en caso de tratarse de costas sin mayores variaciones, los puntos deberán estar espaciados regularmente. Se desarrollaron cuatro campanas de medición entre diciembre/09 y enero/10, con dos salidas por mes, una en sicigia y otra en cuadratura. Los datos correspondientes a los parámetros litorales: altura, periodo y dirección de olas y corrientes litorales se midieron durante 8 horas continuas en 5 estaciones distribuidas a lo largo de la zona intermareal.

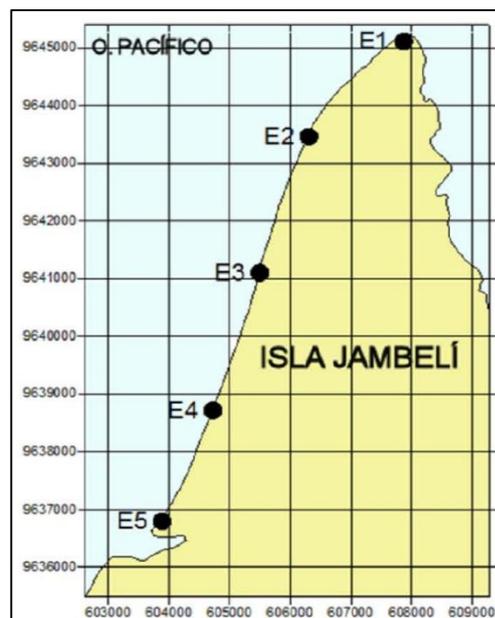
En cada estación, se mide la alineación de la zona de playa, tomando como valor inicial 0(cero), el norte magnético. El ángulo es mayor a medida que se avanza en el sentido de las manecillas del reloj.

Las observaciones de olas se realizaron visualmente, y los valores de altura obtenidos, de acuerdo a la literatura sobre mediciones de olas, se ajustan a la altura significativa ( $H_s$ ), que estadísticamente es el promedio del tercio de olas más altas, pues el ojo humano tiende a observar las olas de mayor energía. Respecto a las direcciones, los ángulos reportados indican su proveniencia y al igual que la alineación de playa, están referidos al norte magnético, aumentando los valores en sentido de las manecillas del reloj; de tal forma que las olas que

vienen del norte tienen dirección  $0^\circ$ , las olas del este,  $90^\circ$ ; las del sur,  $180^\circ$  y las del oeste,  $270^\circ$ .

La pendiente de la playa para cada estación corresponde a la tangente del ángulo que forma la línea del perfil con la horizontal, se obtiene al dividir una porción de la distancia vertical sobre la distancia horizontal correspondiente. Se ha establecido además, que el transporte dirigido a la derecha del observador mirando al mar, tenga el signo positivo y hacia la izquierda, negativo. En el presente caso por la posición de la Isla Jambelí, el valor positivo de transporte de sedimentos significa hacia el noreste. Adicionalmente en cada estación, se tomaron muestras de sedimentos para determinar el tamaño del sedimento, la concentración de sedimentos en la zona de rompiente, y se realizaron perfiles de playa de acuerdo al método propuesto por Emery, que fue publicado por primera vez en 1961.

Una vez recopilada la información, se realiza el análisis de la información mediante el tratamiento estadístico de los datos recolectados, y finalmente se obtienen los resultados de la tasa de transporte anual para cada estación.



**Ilustración 16.- Ubicación de las Estaciones de Medición de Características Litorales, en coordenadas UTM.**

### 3.1.2.2.3 *Calculo de Transporte de Sedimentos*

En cada estación se obtiene la tasa “potencial” de transporte de sedimentos, término que se utiliza, porque se asume que existe suficiente disponibilidad de sedimentos para ser transportados y que ninguna obstrucción retardara o impedirá el transporte litoral.

La tasa potencial se transporte de sedimentos a lo largo de la línea de costa es expresada como la tasa de transporte volumétricas,  $Q_e$ , en  $m^3$  por año, este volumen corresponde a 40% de espacio intersticial y 60% de material.

Otra forma de representar el transporte de sedimento lateral, es como la tasa de transporte de peso sumergido,  $I_e$ , el mismo que se relaciona con la tasa potencial de transporte volumétrico, mediante la ecuación:

$$I_e = (\rho_s - \rho) g (1 - n) Q_e \quad (1)$$

Siendo  $n$  una medida de la porosidad del sedimento,  $(1 - n) Q_e$  representa el transporte del material solido solamente. Una ventaja del uso de  $I_e$  es que se incorporan los efectos de la densidad del sedimento a través del factor  $(\rho_s - \rho)$  que considera la boyantes de las partículas en el agua.

Paralelamente, se conoce que el flujo de energía o potencia de la ola, paralelo a la línea de costa, está determinado por la ecuación:

$$P_e = (EC_{gb}) \sin\alpha_b \cos\alpha_b \quad (2) ;$$

$$E_b = \frac{\rho g H_b^2}{8} \quad (3)$$

$$C_{gb} = \sqrt{g d_b} = \left( g \frac{H_b}{\kappa} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Entonces dado que  $I^e$  y  $P^e$  tienen las mismas unidades (N/sec), se relacionan mediante la fórmula:

$$I_e = KP_e$$

(5) conocida como la fórmula de CERC, que finalmente se convierte en:

$$Q_e = K \left( \frac{\rho \sqrt{g}}{16 \kappa^{\frac{1}{2}} (\rho_s - \rho)(1 - n)} \right) H_{brms}^{\frac{5}{2}} \sin(2\alpha_b) \quad (6)$$

Que es la fórmula utilizada en la determinación del transporte de sedimentos y se denomina también método del flujo de energía, en la cual la constante K, es un valor empírico, que muchos autores han resuelto mediante ecuaciones que la relacionan con la velocidad de caída del sedimento (Bailard, 1981 y 1984), con el diámetro del sedimento (Del Valle, Medina y Losada, 1993) o con la pendiente de la playa (Kamphius y Readshaw, 1978). Sin embargo en este trabajo se prefiere utilizar K igual a 0.77 que es el valor que Kommar e Imman introdujeron en 1970 y que es utilizado en la mayoría de estos cálculos.

#### **3.1.2.2.4 Equipos Utilizados**

Para las mediciones en campo, 5 observadores ubicados en cada una de las estaciones, utilizaron cronómetros, flotadores de plástico, brújulas, estacas graduadas, GPS y cintas métricas para las mediciones de los parámetros de playa. La altura de olas se obtuvo con el método visual.

#### **3.1.2.2.5 Mediciones de Campo**

Las mediciones realizadas en el campo permitieron obtener series de tiempo de altura, periodo y dirección de olas de corrientes litoral. Se tomaron tres muestras de sedimentos en cada estación, en la línea de bajamar, media marea y pleamar. Las mediciones se realizaron en meses representativos de las épocas con ausencia de lluvias (diciembre/09) y con presencia de ellas (enero/10). En cada

época, se desarrollaron las mediciones en cuadratura y sicigia, de acuerdo al cronograma presentado en la tabla 2.

**Tabla 4.- Programación de mediciones de características litorales**

	<b>Cuadratura</b>	<b>Sicigia</b>
<b>Epoca sin lluvias (Enero)</b>	8-9 de diciembre	16-17 de diciembre
<b>Epoca sin lluvias (Enero)</b>	7-8 de enero	15-16 de enero

Para la realización de los perfiles de playa, en cada estación, se aplicó el método de Emery (1961), que consiste en utilizar un par de estacas y una cinta graduadas, que permiten medir distancias horizontales y verticales y por tanto definir el perfil de la playa. El inicio de los perfiles fue determinado en base a la morfología de cada estación, considerando un punto fácilmente identificable para las mediciones posteriores, el final de perfil se lo ubico en la línea de bajamar.

### **3.1.2.2.6 Datos Históricos**

Los problemas erosivos de la Isla Jambeli han sido reportados en algunos estudios anteriores, que se resumen a continuación:

Soledispa, 2004, indica que la Isla jambeli, por su forma convexa hacia el mar, es susceptible a procesos erosivos, los cuales son producidos especialmente por los agujajes y por los oleajes, que en ocasiones, se presentan con mucha energía. Sobre la erosión causada durante el agujaje de diciembre del 2003 en un sector de la Isla Jambeli, señala que ocurrió por la colocación de un muro de estacas paralelo a la línea de playa, las cuales cubrían una longitud aproximada de 150m. Estas estacas, colocadas para impedir que la fuerza del mar erosione la parte poblada, aparentemente protegieron la zona detrás de ellas, pero ocasionaron danos severos en la parte del malecón situada al final o noreste del muro. La destrucción de la estructura se atribuye a la fuerte corriente litoral que con dirección hacia el noreste, gano energía a lo largo de las estacas y luego actuó con energía en el sector del malecón mencionado. (Soledispa, 2004)

En conclusión, Soledispa anota que los destrozos ocasionados en el malecón durante los aguajes de diciembre del 2002, se produjeron por factores antropogenicos, al haberse colocado una estructura sin realizar los estudios técnicos correspondientes. (Soledispa, 2004)

Vera, 2005, realiza el cálculo del transporte de sedimentos en la zona de Jambeli, en estaciones colocadas frente a la población, utilizando las siguientes formulaciones: Método de Flujo de energía, con el coeficiente K constante y K variando con el diámetro del sedimento (CERC, 1970), Método de la corriente litoral (Walton, 1982), y Método del análisis dimensional (Kamphius, 1991). Los resultados mostraron que la mayor tasa de transporte anual se obtuvo con la formulación de flujo de energía con K constante y la mínima, con la misma fórmula, pero con K variable, siendo la primera mayor 1.8 veces que la segunda. En este estudio se concluye que la dirección del transporte de sedimentos tiene dirección noreste con una tasa anual promedio de 72183 m<sup>3</sup>/año, según la fórmula aplicada. (Vera, 2005)

Soledispa y Chávez, 2009, realizaron un estudio multitemporal de la línea de playa de la parte norte de Jambeli y proyectan un retroceso de la Línea de Costa de 13 metros cada 3 años, y concluyen que a lo largo de toda la zona evaluada, que corresponde a la zona poblada hasta la Punta norte, los procesos erosivos son evidentes. Realizan además mediciones de deriva litoral y reportan una corriente litoral de sur a norte. (Chávez, 2009)

#### **3.1.2.2.7 Procesamiento y Análisis de la Información**

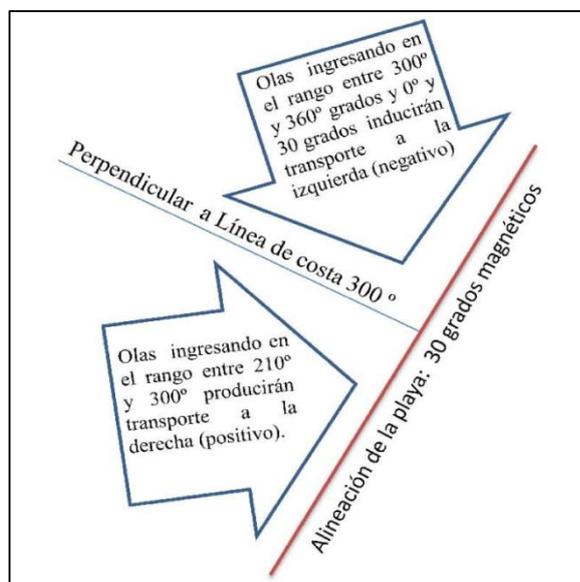
En primer lugar se realiza una caracterización cualitativa de la playa de Jambeli, apoyando en las observaciones de las características litorales, realizadas en las estaciones de muestreo.

Se realizan comparaciones de los perfiles de playa y se identifican las zonas con mayores problemas de erosión.

La información recolectada en campo es ordenada a fin de obtener una serie de tiempo diaria de altura, dirección, periodo y corriente litoral, a cada serie se le realiza una estadística descriptiva para obtener la media, máximo, mínimo y descartar valores fuera de rango o incongruentes.

Para el análisis de la altura de olas, se recomienda el Coastal Engineering Manual (2006), las alturas medidas por los observadores en cada estación corresponden a la altura conocida como  $H_s$  o  $H_{1/3}$ , y que estadísticamente corresponde al promedio del 33% de olas más altas en un registro de  $N$  olas. Para cada punto de monitoreo, se obtiene una altura promedio que representa el comportamiento de la altura en esa estación

En cada estación se obtiene la alineación de la playa, la cual junto con la dirección del oleaje muestra la tendencia del transporte de sedimentos, clasificándose como ángulos negativos los que dirigen la corriente litoral hacia la izquierda y positivos hacia la derecha en la Ilustración 24, se muestra un ejemplo de esta relación. Para cada estación se calcula el porcentaje de ocurrencia de ángulos positivos, negativos, valores utilizados en la formulación del transporte de sedimentos para el cálculo del transporte neto anual.



**Ilustración 17.- Dirección del transporte litoral relacionado con la alineación de la playa y el ángulo de ingreso de olas.**

### **3.1.2.2.8 Caracterización de la playa de Jambeli**

La estación 1, con una posición de línea de costa de 50 grados, medidos desde el norte magnético y ubicada cerca de la punta de la zona de estudio, es la de mayor ancho de playa, descubre en bajamar hasta 140 m, contados desde la zona de pleamar, es de pendiente suave (0.016), la zona de rompiente es amplia y las olas ingresan, en su mayoría con direcciones entre 270 y 360°.

La estación 2, tiene un ancho de playa máximo de 60 m, medidos desde la pleamar, con una pendiente de 0.054, las olas ingresan, en su mayoría del oeste, y su línea de costa tiene una dirección de 20 grados, medidos desde el norte magnético.

La estación 3, ubicada en la zona de desarrollo poblacional presento durante las mediciones un ancho de playa máximo de 50 m, con la pendiente más pronunciada, comparada con las otras estaciones, con una razón de cambio de 1 m en sentido vertical por cada 26 m en sentido horizontal (0.077). El oleaje tiene una dirección del oeste y la costa tiene una dirección de 15 grados.

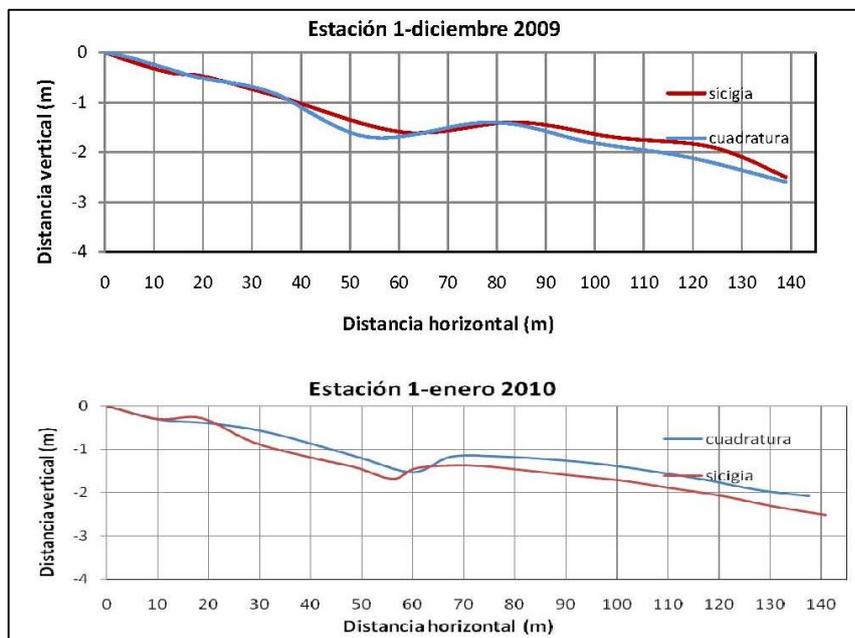
La estación 4, tiene un ancho de playa de 55 m aproximadamente, con una pendiente de 0.065 m e ingreso de olas del noroeste, con una dirección de línea de costa de 15 grados.

La estación 5, ubicada en la parte sur de la isla, tiene una dirección de línea de costa de 30°, ancho de playa de 55 m con pendiente de 0.073 y las olas arribando desde el noroeste.

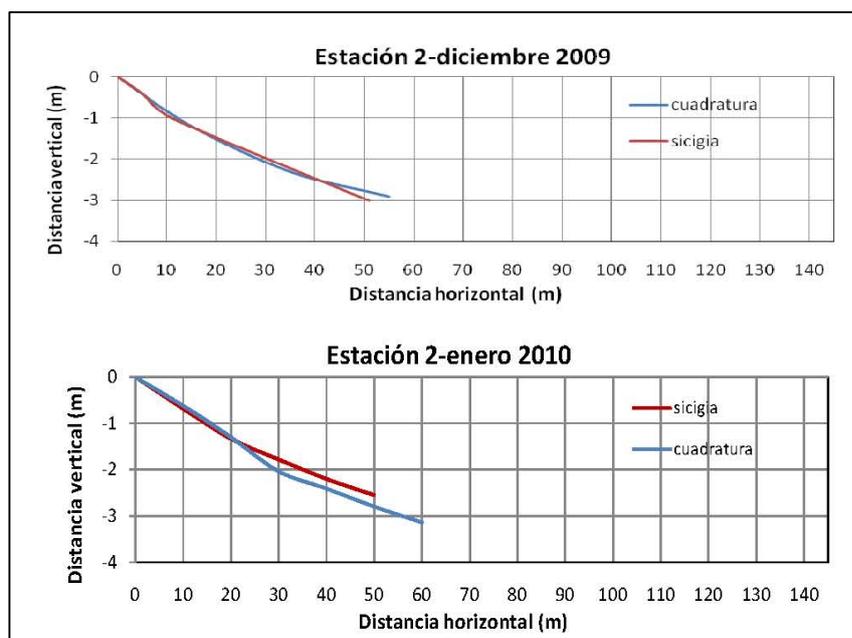
### **3.1.2.2.9 Perfiles de playa**

Comparando las variaciones de los perfiles entre sicigia y cuadratura, se evidencia que la estación 3, es la que sufre la mayor erosión en época, de aguaje, el cual se incrementó por la coincidencia del arribo de olas de intensidad fuerte, como lo ocurrido el 16 de enero del 2010, el mismo día que se hicieron las mediciones de perfiles. En las ilustraciones desde 25 hasta 29 se muestran los

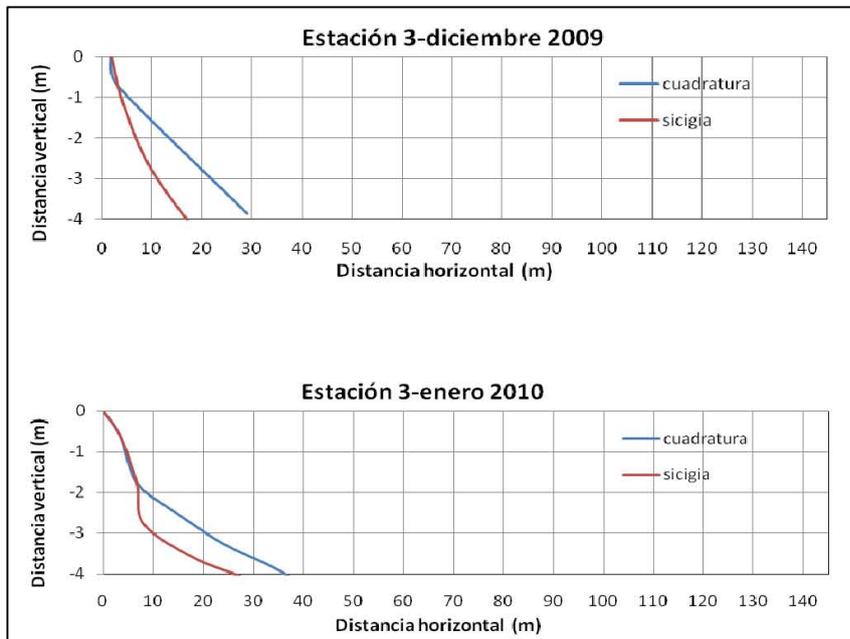
cambios ocurridos en los perfiles, en cada estación, durante la sicigia y cuadratura.



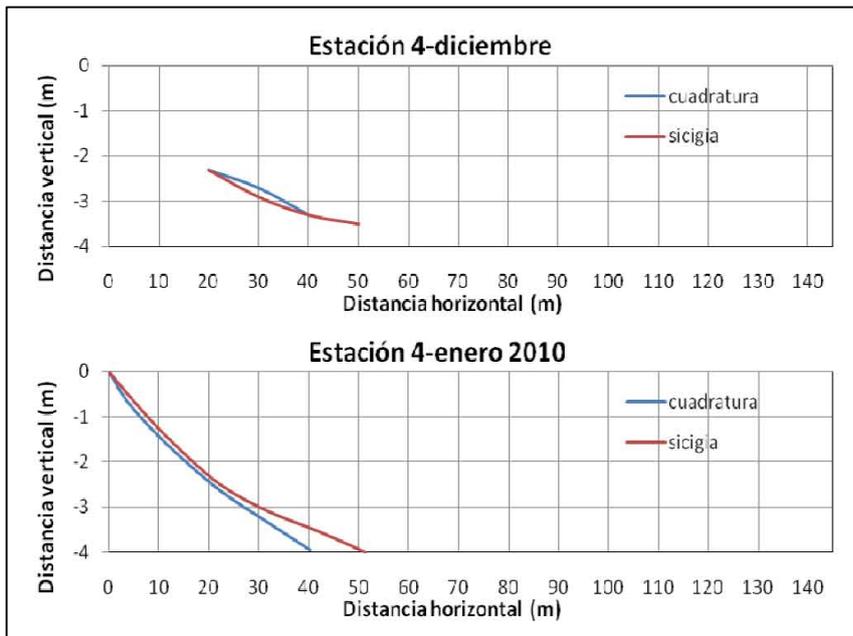
**Ilustración 18.- Perfiles de playa en estación 1**



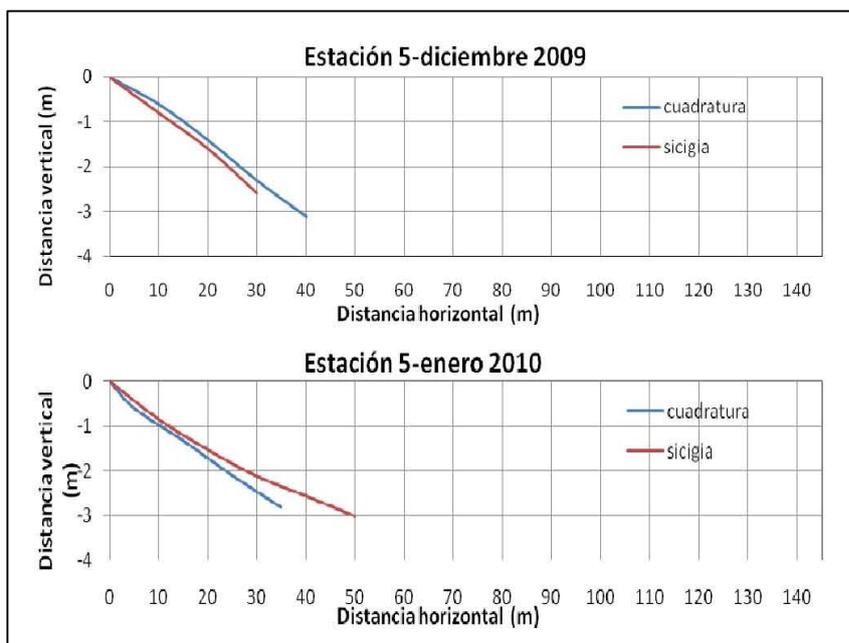
**Ilustración 19.- Perfiles de playa en estación 2**



**Ilustración 20.- Perfiles de playa en estación 3**

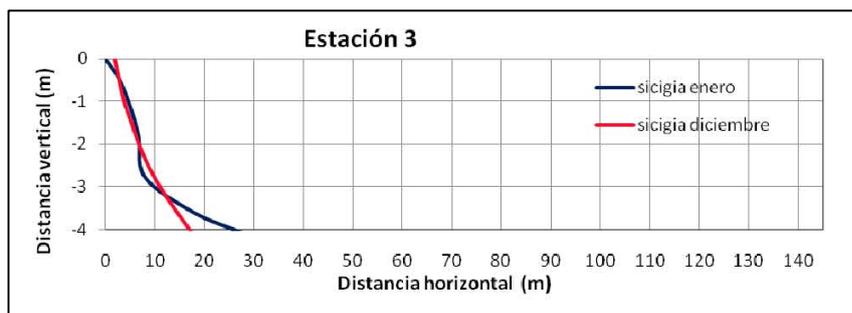


**Ilustración 21.- Perfiles de playa en estación 4**



**Ilustración 22.- Perfiles de playa en estación 5**

A fin de establecer los cambios ocurridos entre estaciones del año, en la Ilustración 30 se han graficado los perfiles de la estación 3 durante las sicigias de diciembre y enero, en los que se observa que no hay mayor variación.



**Ilustración 23.- Perfiles de playa en estación 3 durante las sicigias de diciembre y enero**

### 3.1.2.2.10 Mediciones de olas

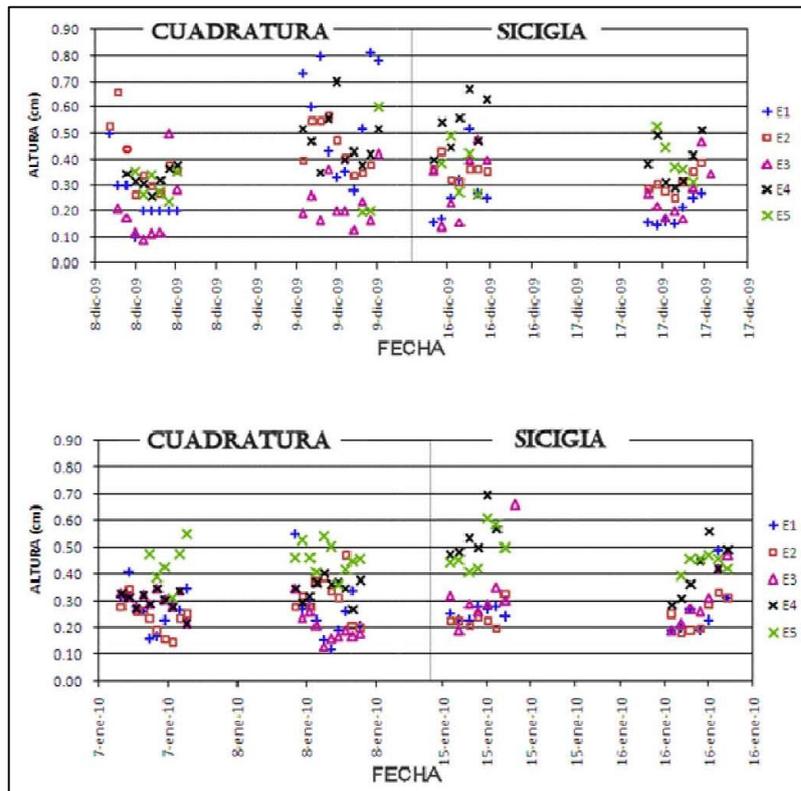
Los resultados de las mediciones de olas por estación no muestran gran variabilidad, el menor valor observado fue de 0.1 m, en la estación 1, y el mayor valor fue de 0.85 m, en la estación 4 (cuadratura de enero del 2010). En la tabla 3.6.3.1, se resume la estadística descriptiva de la serie de datos obtenidos en cada

estación y se observa que la altura media (Hs) es mayor en las estaciones 4 y 5, ubicadas hacia el sur de la isla.

**Tabla 5.- Estadística descriptiva de las series de tiempo de altura de olas en cada estación de muestreo**

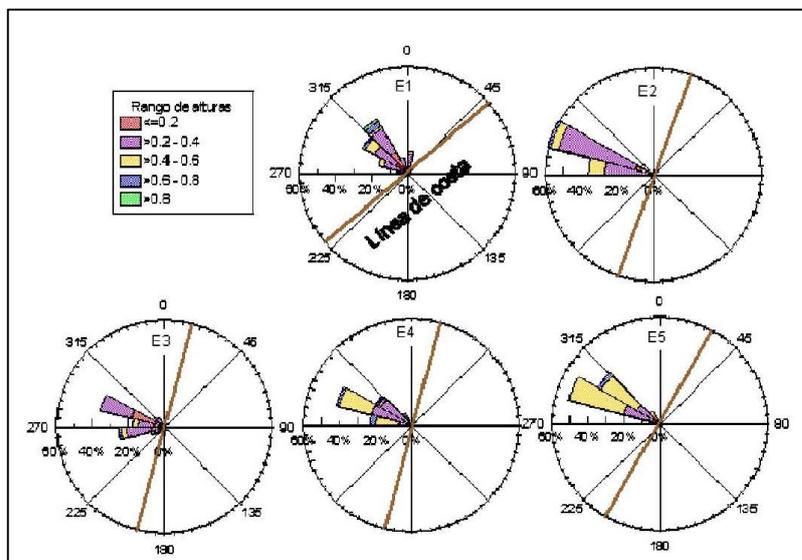
	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
Media (m)	0.300	0.321	0.267	0.415	0.416
Desviación estándar	0.161	0.104	0.108	0.124	0.099
Varianza de la muestra	0.026	0.011	0.012	0.015	0.010
Rango (m)	0.710	0.515	0.570	0.630	0.415
Mínimo (m)	0.100	0.145	0.090	0.220	0.195
Máximo (m)	0.810	0.660	0.660	0.850	0.610

En la Ilustración 24, se muestra el comportamiento de la altura significativa (Hs o H1/3) de ola en cada una de las estaciones, tanto en la fase de sicigia como en la de cuadratura. El grafico de la parte superior es representativo de la época sin lluvias (diciembre) y el grafico en la parte inferior de la época de lluvias enero. No se observan cambios notorios en las alturas de olas entre cuadratura y sicigia ni entre diciembre y enero. La estación con mayor variabilidad en las alturas es la 1. La estación 3, tiene la menor Hs media.



**Ilustración 24.-** Distribución de las alturas de olas en cada estación de muestreo

Respecto a la dirección de olas, en todas las estaciones se agrupan casi perpendiculares a la línea de costa, las estaciones con mayor variabilidad en dirección son la 3 y la 1, ver Ilustración 25.



**Ilustración 25.-** Distribución de dirección de olas en cada estación de muestreo

### 3.1.2.2.11 Distribución de sedimentos en las estaciones de medición

En el presente caso, considerando una energía del oleaje similar en las 5 estaciones y la no existencia de aportes importantes de sedimentos de fuentes terrígenas, la distribución del tamaño de grano, señala un transporte de material con tendencia a desplazarse desde la estación 3, hacia las demás estaciones. La excepción a este comportamiento se lo encontró durante la baja de sicigia, ver Ilustración 33.

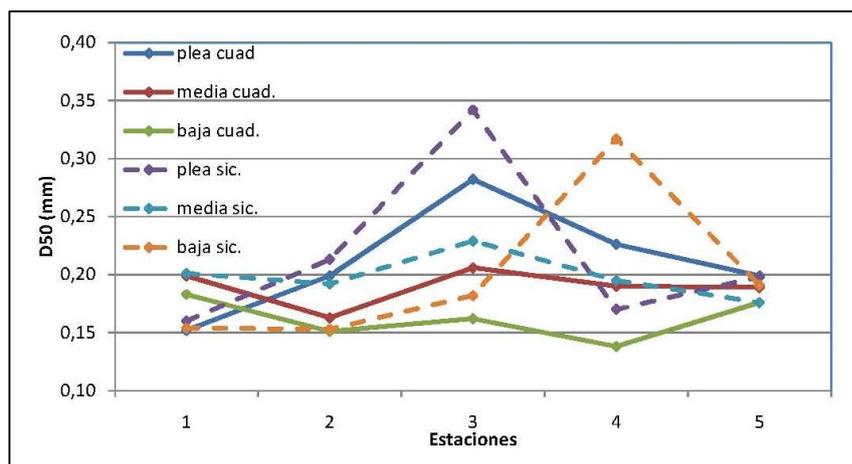


Ilustración 26.- Distribución de sedimento en las estaciones de muestreo

### 3.1.2.2.12 Transporte de Sedimentos

Para la aplicación de la fórmula del transporte de sedimentos se utilizan los valores indicados en la tabla 6.

Tabla 6.- Términos utilizados en la ecuación de transporte de sedimentos

Término	Definición	Valor (en caso de ser constante)
$\rho_s$	densidad de la arena	2650.0 kg/m <sup>3</sup>
$\rho$	densidad del agua	1025.0 kg/m <sup>3</sup>
$g$	aceleración de la gravedad	9.8 m/s <sup>2</sup>
$n$	factor de porosidad	( $n \approx 0.4$ )
$E_b$	es la energía de la ola en la línea de rompiente.	
$C_{gb}$	la velocidad de grupo en la línea de rompiente	
$\kappa$	índice de rompiente, $H_b / d_b$ .	
$\alpha_b$	es el ángulo de la rompiente relativo a la línea de costa.	

En la tabla 7 se resumen los valores utilizados en cada estación, la altura requerida por la formulación es la Hrms, que es la raíz cuadrada del promedio de la suma de las alturas al cuadrado y que se deduce de la Hs, mediante la relación: Hrms=1.42 Hs, se indica también en porcentaje las veces que el transporte de sedimentos se dirigió a la derecha e izquierda.

**Tabla 7.- Valores utilizados en la resolución de la ecuación de transporte**

Estación	Altura de ola Hrms (m)	Ángulo promedio de la rompiente a la derecha (grados magnéticos)	Ángulo promedio de la rompiente a la izquierda (grados magnéticos)	Índice de rompiente	Porcentaje de ocurrencia a la derecha	Porcentaje de ocurrencia a la izquierda
<b>1</b>	0.43	12.5	23	0.99	45 %	30%
<b>2</b>	0.46	9	9	0.59	82 %	8%
<b>3</b>	0.38	18	10.5	0.41	50 %	50%
<b>4</b>	0.59	9	12	0.55	26 %	60%
<b>5</b>	0.59	-	12	0.68	0 %	48%

El porcentaje que no consta en tablas, corresponde a las veces en que la ola se dirigió perpendicular a la playa, por lo tanto no se produjo ninguna tendencia de dirección del sedimento.

La fórmula aplicada entrega resultados en m<sup>3</sup>/seg., los cuales son proyectados a m<sup>3</sup>/año. En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos por estación.

**Tabla 8.- Tasa de transporte de sedimentos por estación**

	E1	E2	E3	E4	E5
<b>Volumen transportado (derecha) m<sup>3</sup>/año</b>	115350	236126	204266	145661	-
<b>Transporte neto de sedimentos (izquierda) m<sup>3</sup>/año</b>	130600	21938	124539	439899	315838
<b>Transporte neto anual m<sup>3</sup>/año</b>	- 15250*	214188	79727	-294238*	-315838

\*El signo menos significa que el transporte es a la izquierda del observador.

En las estaciones 2 y 3 la tendencia del transporte litoral es de dirigirse hacia la derecha (noreste), en las estaciones 1, 4 y 5 el transporte de sedimentos tiene dirección hacia la izquierda (suroeste). La estación con mayor transporte neto es la estación 4.

El mayor volumen calculado en la estación 5, 315838 m<sup>3</sup>/año para propósitos de comprensión, puede ser comparado con el volumen de un cubo de 69m de lado y el menor valor en la estación 1, 15250 m<sup>3</sup>/año, con un cubo de 25m de lado.

### **3.1.2.2.13 Resultados**

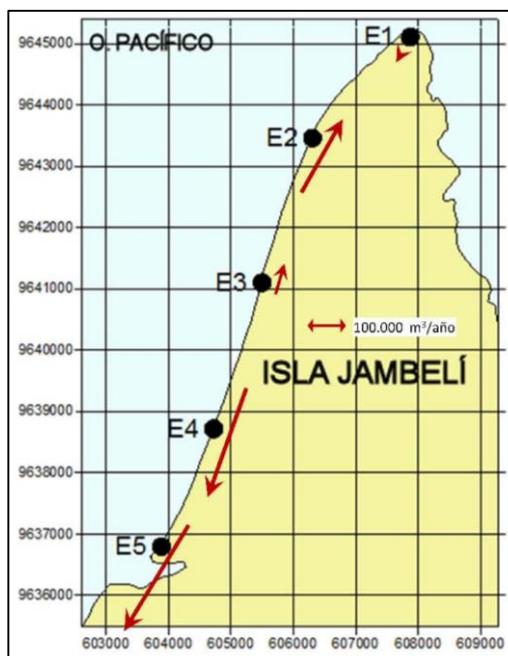
Las características litorales de la zona de Jambeli, dirección de olas, deriva litoral, pendiente de playa, muestran una playa con tendencia a procesos erosivos, que se acentúan ante eventos de oleajes fuertes.

La pendiente de la playa es un indicador de su dinámica, a mayor pendiente mayor movimiento de arenas y de transporte de sedimentos y en consecuencia mayores procesos erosivos. En este contexto, la estación de mayor erosión es la 3, seguida por la estación 4.

El cálculo de transporte de sedimentos se ha realizado con información obtenida en el periodo de invierno del Hemisferio Norte, en el cual predominaron a lo largo de toda la costa ecuatoriana oleajes provenientes del Pacífico Norte. Esta dirección, también se presentó en la zona de Jambeli, pues de acuerdo al estudio de oleaje realizado por Cedeño (2010), un tren de olas de aguas profundas aproximándose con dirección de 300° hacia la costa, continua con esa tendencia y llega al sector de Jambeli, con dirección noroeste, lo que induciría transporte de sedimentos hacia el suroeste o izquierda del observador.

En las estaciones 1, 4 y 5, la tasa anual de sedimentos transportados, evidencia que la dirección noroeste del oleaje, tuvo influencia en la dirección neta del transporte de sedimentos, el mismo que fue hacia el suroeste. La estación 5, se presenta como la de mayor volumen neto de transporte igual a 315838 m<sup>3</sup>/año,

con dirección suroeste o izquierda del observador, seguida por la estación 4 con 294238 m<sup>3</sup>/año, en el mismo sentido. La estación 1 presenta la menor cantidad de sedimento transportado con 15.250 m<sup>3</sup>/año.



**Ilustración 27.- Transporte de sedimentos en las estaciones de muestreo**

En las estaciones 2 y 3, el transporte neto tiene dirección noreste o derecha del observador, dirección que ya fue reportada por Soledispa, 2003 y 2009; y por Vera 2005. En estas estaciones los valores de tasa de sedimentos fueron de 214188 m<sup>3</sup>/año respectivamente. Este último valor comparado con el de la estación 5, es hasta 4 veces inferior.

Considerando todo el perfil de la isla, se deduce que existe un desequilibrio de la dirección del transporte de sedimentos, siendo mayor el material transportado hacia la dirección suroeste. En la ilustración 27 se esquematiza los procesos que predominan en el sector y se puede determinar como primera aproximación que se dan mayores procesos erosivos en la parte central de la isla, entre las estaciones 3 y 4.

Es importante recalcar que de acuerdo a la literatura sobre este tema, la fórmula aplicada de flujo de energía suele magnificar los resultados, por lo que sus valores deben tomarse como la cota máxima de transporte.

Otro tema que se debe considerar en el presente trabajo, es que las tasas anuales de transporte calculadas en cada estación responden al cálculo obtenido a través de una fórmula que entrega resultados en  $m^3/seg.$ , por lo que la estacionalidad de los parámetros de entrada, como altura y dirección de ola, van a influenciar en el resultado total.

### **3.1.2.3 Levantamiento Batimétrico**

La metodología para este levantamiento batimétrico se basa mediante el uso de equipo de alta tecnología para obtener un posicionamiento casi exacto, con estación base en tierra previamente determinada a partir de la red GPS del IGM y un móvil a bordo de la embarcación instalado sobre el transducer del ecosonda.

Medición de la variación del nivel medio del mar durante los días en que se ejecutó el levantamiento batimétrico.

Medición del perfil batimétrico continuo del track mediante la utilización de un ecosonda digital doble frecuencia.

#### **3.1.2.3.1 Mediciones de Campo**

Previo a los trabajos de campo, se planificó la obtención de los perfiles de playa paralelos entre si y perpendiculares a la línea de costa con un espaciamiento de 300 metros y una cobertura de unos 10 km desde la Punta Jambeli, sitio donde está ubicado el faro, hasta la desembocadura del estero El Bravo, al Sur de la mencionada punta. Estos perfiles en formato digital y geo referenciados en el sistema Geodésico GPS fueron ingresados a la libreta controladora del sistema. Se levantaron los perfiles con un intervalo de tiempo constante de 3 segundos. El levantamiento de perfiles cubrió la zona intermareal y tierra adentro hasta donde

fue posible el ingreso del equipo de campo. Se levantaron dos perfiles paralelos a la línea de costa, una en la línea de pleamar y otro en la línea de bajamar.



**Ilustración 28.- Levantamiento de Perfiles de Playa**

La estación base fue instalada en el punto determinado previamente ubicado cerca de las instalaciones del Hotel María Sol de la población de Jambeli.



**Ilustración 29.- Base DGPS en el vértice GPS María Sol**

### **3.1.2.3.2 Perfiles Batimétricos**

Al igual que para el levantamiento de los perfiles de playa, previo a los trabajos de campo, se planifico la obtención de los perfiles batimétricos paralelos entre si y perpendiculares a la línea de costa con un espaciamiento de 100 metros, una longitud promedio de los perfiles de 800 metros aproximadamente y una cobertura de unos 10 km desde la Punta Jambeli, sitio donde está ubicado el faro del mismo nombre, hasta la desembocadura del estero El Bravo, al Sur de la

mencionada punta. Estos perfiles en formato digital y geo referenciados fueron ingresados a la libreta controladora del sistema.

Se levantaron los perfiles con un intervalo de tiempo constante de 1 segundo. El levantamiento batimétrico cubrió la zona marítima desde unos 800 metros costa afuera hasta las proximidades de la playa hasta donde lo permitieron las condiciones de seguridad del personal a bordo, la integridad de los equipos y la embarcación.



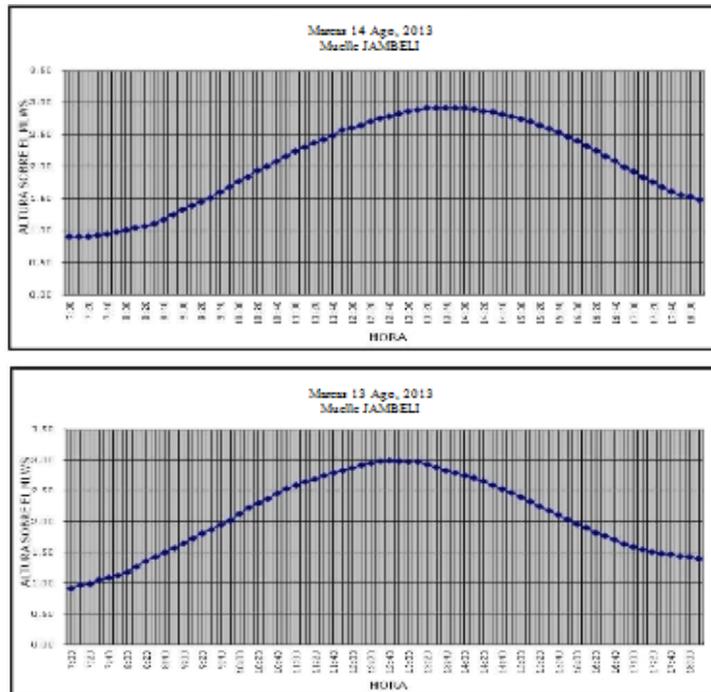
**Ilustración 30.- Sistema batimétrico y de posicionamiento a bordo de la embarcación**

### **3.1.2.3.3 Observación de la marea**

Con el objeto de realizar las correcciones a los sondeos por efecto de la marea, se observó la variación del nivel del mar durante el tiempo en que se realizó el levantamiento batimétrico en el área de estudio. Con esa finalidad se utilizó el muelle de Jambeli para realizar las mediciones, las mismas que se efectuaron cada 10 minutos y sirvieron para elaborar las respectivas curvas de mareas y reducciones a los sondeos. Se calculó una corrección inicial cada 10 minutos y luego por interpolación lineal se determinaron correcciones cada minuto para ser aplicadas a los sondeos.



**Ilustración 31.- Observación de la marea en el muelle de Jambeli**



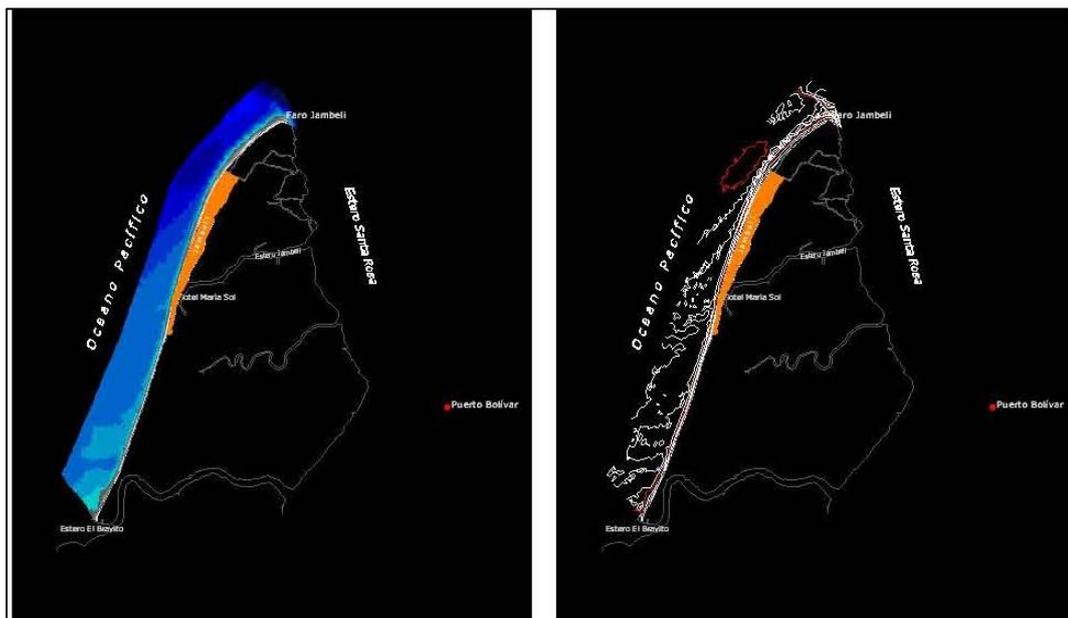
**Ilustración 32.- Curvas de marea. Estación Muelle Jambeli**

### **3.1.2.3.4 Procesamiento y Análisis de la Información**

Los datos fueron procesados y depurados cada 10 segundos. Previamente en cada jornada diaria, se calibro el ecosonda para la velocidad del sonido local. Se aplicaron las correcciones por inmersión del transducer y mareas para obtener la profundidad final referida al MLWS.

El sistema Geodésico utilizado para la recolección y proceso de los datos fue el WGS 84, Elipsoide GRS80. Para la elaboración del plano digital se utilizó la cuadrícula UTM parámetros Carta Nacional IGM es decir Zona 17, MC 81°W, Falso Norte 10'000,000.00m en la Latitud 0° 0' 0'', Falso Este 500,000.00m, Factor de Escala en el MC 0.9996.

Se elaboraron los veriles (curvas de nivel bajo el agua) mediante la elaboración previa del DTM (Digital Terrain Model) con un intervalo de 1 metro.



**Ilustración 33.- Model Digital del Terreno y Veriles cada metro**

### **3.1.2.4 Olas**

El informe de la sección de olas consiste en primera parte, de la revisión de la información histórica del área de estudio. Luego se describe de fuente de datos usada, la metodología de procesamiento y de análisis de la información de olas. Dada la limitante de la no existencia de registros históricos de olas, se ha utilizado las salidas del modelo WAVEWATCH 3 (WW3), las cuales fueron acercadas a la costa según el procedimiento clásico de conversión de oleaje de aguas profundas a aguas rasas descrito en el Manual de Protección Costera del Cuerpo de Ingenieros del Ejército Estadounidense (Shore Protección Manual, U.S. Army Engineering

Corps). Además, se incluyó un análisis de refracción y de olas extremas por el método de Draper, basado en distintos periodos de retorno.

Finalmente, se describen los resultados obtenidos de la estadística básica del registro de olas en aguas profundas, además de la conversión de oleaje y sus análisis dependientes, como son la refracción y el cálculo de olas extremas, teniendo como profundidad de referencia el veril de 6m.

#### **3.1.2.4.1 Descripción del Área de Estudio**

El área de interés de este informe también comprende no solo la zona de Jambeli sino todo el Golfo de Guayaquil, lo que es relevante en términos de que la configuración del suelo marino del Golfo afecta la refracción del oleaje proveniente de aguas profundas.

#### **3.1.2.4.2 Datos Históricos**

Jambeli, al estar situado en la ribera oriental del Golfo de Guayaquil, tiene una protección natural contra ambos oleajes. La singular configuración del fondo y sus veriles en el estuario, además de la relativa protección dada por Punta Blanca en Perú del oleaje proveniente del SW, y por la península de Santa Elena del oleaje proveniente del NNW, hacen que los impactos de los temporales sean menores que en otros sitios. Sin embargo, el embate del oleaje incidente (especialmente en la estación lluviosa, en época de aguajes) ha provocado una socavación de las estructuras al pie del malecón, en conjunto con algunas malas prácticas de defensa del oleaje.

Según la información referida por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), en el sitio no existen datos históricos de olas, es decir, no se han fondeado equipos de medición de olas (oligrafos) que permitirían contar con registros analógicos o digitales para caracterizar el régimen de olas en el sitio.

Para este estudio, y debido a la carencia de datos en jambeli, se contempló el análisis de datos de olas (altura y periodo) provenientes del modelo wavwwacht3,

cuyos resultados son dispuestos en el sitio web buoyweather.com. Como punto de referencia para Jambeli, se determinó la posición  $3^{\circ} \text{ S} - 81.25^{\circ} \text{ W}$ , que es donde el modelo tiene el punto de grilla más cercano al sitio (buoyweather.com) denomina a estos puntos de grilla cercanos a la costa como “boyas virtuales”, (Ilustración 40). La separación de este punto con respecto a la playa de Jambeli es de 135.



**Ilustración 34.- Posición de la boya virtual del servicio “buoyweather.com” relativa al Ecuador ( $3^{\circ}\text{S}-81.25^{\circ}\text{N}$ )**

### **3.1.2.4.3 Procesamiento y Análisis de la Información**

WAVEWATCH III (Tolman 1997, 1999a, 2009) es un modelo de olas de tercera generación desarrollado por la Administración Nacional del Océano y la Atmosfera (NOAA por sus siglas en inglés) y el Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP). Es una evolución del modelo WAVEWATCH desarrollado por el Instituto de Tecnología de Delft (Tolman 1989, 1991a) y WAVEWATCH II, desarrollado en el Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA (Agencia Nacional de la Aeronáutica y el Espacio, por sus siglas en inglés, Tolman 1992).

WAVEWATCH III difiere de sus predecesores en muchos puntos importantes, tales como las ecuaciones de gobierno, la estructura del modelo, los métodos numéricos y las parametrizaciones físicas.

Este modelo resuelve la ecuación de balance de densidad de acción espectral de fase aleatoria para el espectro de dirección del número de ola. La asunción implícita de esta ecuación es que las propiedades del medio (profundidad de la columna de agua y corrientes), así como el campo de olas mismo, varían en escalas de tiempo y espacio de forma mucho más grande que las variaciones de escala de una sola ola. Más detalles acerca de la física del modelo pueden ser encontrados en <http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch/>.

Las variables de entrada al WAVEWATCH III incluyen vientos de GFS (Global Forecasting System), temperaturas cercanas a la superficie, y temperatura superficial del mar (TSM). Todos estos datos son modelados físicamente de la grilla de GFS a la grilla del WAVEWATCH III. Debido a que la variable TSM es medida de manera intensiva por medio de satélites, es casi siempre una de las condiciones iniciadoras de los modelos. En este caso, el WAVEWATCH III utiliza el mismo set de datos que el GFS utiliza como input, que es el análisis de TSM del MMAB (División de Análisis y Modelaje Marino, por sus siglas en inglés), el cual está basado en Reynolds (1988, 1993) y Reynolds y Smith (1994).

Para el presente reporte, se trabajó con las salidas de hindcast (o pronóstico retrospectivo) del modelo WAVEWATCH III, los cuales están disponibles en la página de buoyweather.com. El reporte que buoyweather.com entrega tiene las siguientes variables (Ilustración 41).

YEAR: 2009 MONTH: 1 DAY: 4 HOUR: 0

Chart center: Latitude -3.0 Longitude -81.25 RE-CENTER

-PREVIOUS ZOOM IN ZOOM OUT

-24 hrs -12 hrs -6 hrs -3 hrs +3 hrs +6 hrs +12 hrs

BUOYWEATHER.COM Surf Hindcast  
Location : 3.0S 81.25W

	SURF (m )	SURF DIR (deg)	SWELL (m )	PERIOD (sec)	WIND (kts)	WIND/DIR (deg)
JAN-04-2009 00Z	1 - 3	SW 214	1.8	16.0	9 - 13	WSW 230
JAN-04-2009 03Z	1 - 3	SW 214	1.9	15.8	8 - 11	WSW 232
JAN-04-2009 06Z	1 - 3	SW 216	1.9	15.4	9 - 12	WSW 233
JAN-04-2009 09Z	1 - 3	SW 216	1.9	15.0	10 - 13	WSW 232
JAN-04-2009 12Z	1 - 3	SW 215	1.9	14.8	8 - 11	SW 222
JAN-04-2009 15Z	1 - 3	SW 215	1.8	14.7	5 - 7	SW 225
JAN-04-2009 18Z	1 - 3	SW 215	1.8	14.7	4 - 6	WSW 231
JAN-04-2009 21Z	1 - 3	SW 214	1.8	14.6	11 - 15	WSW 252
JAN-05-2009 00Z	1 - 3	SW 214	1.8	14.6	11 - 15	WSW 235
JAN-05-2009 03Z	1 - 2	SW 213	1.7	14.5	8 - 12	SW 216
JAN-05-2009 06Z	1 - 2	SW 213	1.7	14.4	8 - 10	SW 212
JAN-05-2009 09Z	1 - 2	SW 216	1.6	14.0	6 - 8	SSW 208
JAN-05-2009 12Z	1 - 2	SW 216	1.6	13.6	8 - 11	SSW 199
JAN-05-2009 15Z	1 - 2	SW 215	1.5	13.4	6 - 8	SSW 206
JAN-05-2009 18Z	1 - 2	SW 215	1.5	13.3	9 - 12	SW 222

**Ilustración 35.- Reporte del hindcast de huoyweather.com**

En el Surf, el lado caracteriza a la ola que rompe en la playa después de haber viajado desde su zona de generación (swell), esto como un estimado para las zonas circundantes al punto de grilla elegido. Se presentan tanto el rango de altura de ola (que en la práctica, equivale a HSmax y HSmin), como la dirección en grados magnéticos. Esta variable de salida fue analizada solamente como referencia, puesto la definición geográfica de ola rompiente por parte del modelo WW3 no es clara.

Swell en cambio he pensado para dar una estimación de la altura de las olas que viajan cercanos a la costa, desde su zona de generación, hasta la zona de rompiente. Esta magnitud es equivalente a Hs. Para esta variable se estima, además, el periodo de la ola de *swell*.

En adición, se presenta la variable de viento (**Winds**) como un rango (Vmax y Vmin), además de su dirección, en grados magnéticos.

Para esta investigación, se tiene dos años de registro de ola. Lo que supone un número de datos cercano a 5.840, ya que el modelo es corrido para generar una

salida cada tres horas. Luego de practicar un procedimiento de control de calidad subjetivo y semi-automático, se detectaron algunas inconsistencias en el registro, las más graves de ellas fueron las relacionadas con salidas erróneas del modelo (todas las variables daban tenían valores igual a 0). Al depurar el fichero de datos, se eliminaron 2.075 registros, quedando para su uso 3.765 registros.

El análisis de los datos del hindcast comienza por el cálculo de las medidas de tendencia central (promedios) para cada uno de los parámetros dados por el hindcast de buoyweather.com. Las gráficas mensuales, que constan en el Anexo 4.1, son basadas en la distribución de frecuencias de los datos a través de un simple histograma de frecuencias (histograma de frecuencia angular, en el caso de las indicaciones de dirección del surf y vientos). Las unidades de frecuencia es la frecuencia absoluta.

También se procedió a calcular el porcentaje de ocurrencia de intervalos de clase, definidos a partir de la distribución de los datos; y la probabilidad de excedencia ( $1 - P$ ) de los mismos intervalos de clase. Esto fue realizado para el  $H_s$  promedio y periodo de Swell.

En base a los resultados del análisis previo, se definieron direcciones y periodos preferentes de arribo del tren de olas, lo cual fue el punto de partida para el cálculo de refracción por batimetría según la metodología establecida en el Manual de Protección Costera (Shore Protección Manual, Cuerpo de Ingenieros del Ejército Estadounidense USACE, 1975).

El procedimiento establecido por USACE (1975) está basado, principalmente, en la ley de Snell, y parte de las siguiente asunciones:

- La energía de la onda entre olas ortogonales permanece constante.
- La dirección del avance del tren de onda es perpendicular a la cresta de la onda, esto es, en dirección de la ortogonal.

- La velocidad de una onda a un periodo dado en un lugar determinado depende solo de la profundidad de la locación.
- Los cambios en la topografía de fondo son graduales.
- Los efectos de la corriente, vientos y reflexión de la playa, y las variaciones de la topografía submarina, son considerados insignificantes.

Los ángulos de aproximación fueron trazados tomando como eje de inicio el veril de 100metros, ubicado al oeste de la Isla Santa Clara (El Muerto). La diferencia de los cocientes  $C1/C2$  y  $C2/C1$  con respecto al caso de que las ortogonales sean proyectadas a una profundidad igual a  $(1.56 T2)/2$  es mínimo, escogiéndose de esta manera trabajar desde el veril indicado (100m) por razones prácticas, entre las cuales se enumeran el limite insuficiente de la carta hacia el sur para poder proyectar correctamente las ortogonales desde veriles mayores a 100m (en el caso de que el ángulo de aproximación sea de  $240^\circ$ ).

Los veriles usados para el cálculo de los coeficientes  $C1/C2$  y  $C2/C1$  fueron determinados en base a las cartas náuticas IOA 10 (Cabo Manglares, Punta Malpelo) y IOA 1081 (Golfo de Guayaquil, Isla Santa Clara, Archipiélago de Jambeli), siendo luego “suavizados” para el ajuste de la técnica empleada.

Una vez determinados los valores  $K_r$  (coeficiente de refracción) basados en el espaciamiento entre ortogonales de agua profunda y aguas rasas, es posible hallar la altura de ola  $H$  a una profundidad determinada, es decir, pasar la altura de ola en aguas profundas (las reportadas por [buoyweather.com](http://buoyweather.com)) a aguas rasas. La expresión es la siguiente:

$$\frac{H}{H_o} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{1}{n}\right) \left(\frac{C_o}{C}\right)} \sqrt{\frac{b_o}{b}} \quad (1)$$

En donde el termino  $[(1/2)(1/n)(C_o/C)]^{1/2}$  se refiere al coeficiente de shoaling o de fondo  $K_s$ , y  $(b_o/b)^{1/2}$  el coeficiente de refracción  $K_r$ , que es función de  $b_o$  espaciamiento ortogonal en aguas profundas, y de  $b$  espaciamiento ortogonal en

aguas rasas.  $H_o$  es altura de ola en aguas profundas y  $H$  es altura de ola en aguas rasas.

Entonces, la transformación del oleaje de aguas profundas a aguas rasas va a estar dado por la siguiente expresión:

$$H = K_s K_r H_o \quad (2)$$

Los coeficientes  $K_r$  varían de acuerdo al ángulo de aproximación de la ola y el periodo de la misma, mientras que  $K_s$  lo hace solamente de acuerdo al periodo. La profundidad escogida en aguas rasas para acercar la ola desde aguas profundas es de 6m.

En la fase final de análisis, se estudia la altura de ola recurrente de los periodos de retorno de 1, 10, 25 y 100 años; según el método gráfico de Draper (extrapolación de la probabilidad de altura de ola), siguiendo la metodología propuesta en Espín y Nath (1992), y haciendo uso de la rutina construida en MATLAB <desigwace4.m> para este propósito.

#### **3.1.2.4.4 Resultados**

La tabla 8 muestra los promedios mensuales de las variables de olas y viento en estudio. La altura de swell promedio oscila entre 1.58m y 2.11, encontrándose su máximo en el mes de Agosto. Así mismo, el periodo de la onda ronda los 13-14s, mientras que su ángulo de aproximación es, predominantemente SSW (210 grados magnéticos). En cuanto al viento, se encuentra que existen diferencias importantes entre la estación seca y lluviosa: en la primera, la velocidad es mucho menor (3 m/seg), mientras que en la segunda, oscila entre 5.75 m/seg. Esto se explica debido a que en la estación seca, el Anticiclón del Pacífico Sur se encuentra con mucha mayor actividad que durante la estación invernal, lo que también implica en promedio valores más altos de  $H_s$  del swell en la estación seca (1.96m vs 1.68m) para el punto de grilla del Golfo de Guayaquil, que es donde se ubica geográficamente la salida del modelo.

**Tabla 9.- Resumen del análisis de tendencia central por mes, practicando a los datos de olas y viento**

	<b>H<sub>s</sub> Surf (m)</b>	<b>H<sub>s</sub> Swell (m)</b>	<b>T<sub>s</sub> Swell (s)</b>	<b>Dir Swell (grados)</b>	<b>Viento Vel. (m/s)</b>
<b>Enero</b>	1.59	1.58	13.85	215	3.99
<b>Febrero</b>	1.62	1.60	13.94	215	2.96
<b>Marzo</b>	1.85	1.85	13.70	215	3.00
<b>Abril</b>	1.73	1.77	13.67	210	3.39
<b>Mayo</b>	1.77	1.78	13.58	205	4.38
<b>Junio</b>	2.11	2.04	14.19	215	5.72
<b>Julio</b>	1.97	1.93	13.27	210	5.69
<b>Agosto</b>	2.12	2.11	13.69	205	5.97
<b>Septiembre</b>	1.95	2.03	13.39	210	5.75
<b>Octubre</b>	1.91	1.91	13.85	210	5.43
<b>Noviembre</b>	1.90	1.87	13.37	210	5.36
<b>Diciembre</b>	1.63	1.70	13.53	210	5.53

En las tablas 9, 10 y 11 se puede observar la probabilidad y probabilidad de excedencia de la altura significativa promedio H<sub>s</sub>, periodo significativo T<sub>s</sub>, y dirección de aproximación de la ola. En estos podemos anotar que la mayor frecuencia de H<sub>s</sub> se da en el intervalo de clase 2-1.5m. En cuanto al periodo significativo más frecuente, este se ubica entre el 12-14 (52%) y 14-16 (30%). Para la dirección de aproximación, los intervalos de clase más frecuentes fueron 200-210 y 210-220 (SSW). Ambos suman un 67% de ocurrencia.

**Tabla 10.- Resumen del análisis de tendencia central por mes, practicando a los datos de olas y viento**

<b>Intervalo Max.</b>	<b>Intervalo Min.</b>	<b>Frec.</b>	<b>P</b>	<b>P excedencia</b>
4.0	3.5	0	0.00	1.00
3.5	3.0	0	0.00	1.00
3.0	2.5	86	0.02	0.98
2.5	2.0	982	0.26	0.74
2.0	1.5	1993	0.53	0.47
1.5	1.0	704	0.19	0.81
1.0	0.0	0	0.00	1.00

**Tabla 11.- Resumen del análisis de tendencia central por mes, practicando a los datos de olas y viento**

<b>Intervalo Max.</b>	<b>Intervalo Min.</b>	<b>Frec.</b>	<b>P</b>	<b>P excedencia</b>
8	10	14	0.0037	0.9963
10	12	361	0.0959	0.9041
12	14	1972	0.5238	0.4762
14	16	1136	0.3017	0.6983
16	18	263	0.0699	0.9301
18	20	15	0.0040	0.9960

**Tabla 12.- Dirección de aproximación de swell: probabilidad P y probabilidad de excelencia P dado un intervalo de clase**

<b>Intervalo Min.</b>	<b>Intervalo Max.</b>	<b>Frec.</b>	<b>P</b>	<b>P excedencia</b>
200	210	1249	0.3317	0.6683
210	220	1271	0.3376	0.6624
220	230	412	0.1094	0.8906
230	240	74	0.0197	0.9803
240	250	31	0.0082	0.9918
250	260	12	0.0032	0.9968
260	270	14	0.0037	0.9963
270	280	16	0.0042	0.9958
280	290	14	0.0037	0.9963
290	300	41	0.0109	0.9891
300	310	60	0.0159	0.9841
310	320	1	0.0003	0.9997
320	330	0	0.0000	1.0000
330	340	0	0.0000	1.0000
340	350	0	0.0000	1.0000
350	360	0	0.0000	1.0000

El análisis de refracción en Jambeli se hizo en base a los siguientes planteamientos:

La playa en estudio se encuentra en la parte interior del Golfo de Guayaquil, por lo que buena parte de la energía de las olas se ve propagada de entrada por la disminución progresiva de la profundidad de los veriles desde 80°50' W (oeste de la Isla Santa Clara) hasta 80°03' W (Jambeli). Entre estos puntos descritos, la distancia es de 87 km aproximadamente. Vales destacar que el Golfo de Guayaquil tiene una extensa plataforma submarina.

La Isla Santa Clara (El Muerto) podría producir un efecto de dispersión lateral de energía del oleaje, lo que conlleva en muchos casos a la disminución de la altura del oleaje. Una situación similar fue observada por Allauca (1985) y Allauca y Cardin (1987) en el bajo de Montañita, cuando se estudió el régimen del oleaje en el área de Monteverde.

Se desprecia el efecto de la onda de marea en la disminución o incremento de energía del oleaje. Aunque este apartado no es tomado en cuenta como regla general para el procedimiento de refracción, Jambeli, al encontrarse dentro del golfo, está sujeta a una fuerte acción de las mareas. Dada la configuración del Golfo y la isla Santa Clara en medio de este solo existen dos direcciones por donde pueden venir el oleaje que se propaga desde el agua profunda: 300° y 240°.  
Daños

De acuerdo a estas condiciones, se definió que los ángulos de aproximación de la ola sean 240° (WSW), y 300° (WNW). Aun cuando el rango de ángulos más frecuentes fue entre 200° y 220°, se decidió trabajar con 240° debido a que se comprobó que es imposible que el tren de ondas, al entrar con esa dirección en la boca del canal de Jambeli, pueda refractarse y llegar hasta Jambeli. El siguiente ángulo con que podría aproximarse, y romper en el área de interés del proyecto es 240°, siendo este el ángulo de aproximación SW escogido para el trabajo de refracción.

Los periodos pre-establecidos, en base al análisis de tendencia central descrito en la primera parte de resultados, fueron de 13, 14, 16 y 18 s. Bajo estas condiciones, los coeficientes de refracción ( $K_r$ ) y de shoaling ( $K_s$ -efecto de fondo) son mostrados en las tablas 5 y 6, respectivamente.

**Tabla 13.- Coeficientes de refracción  $K_r$  definidos para los periodos  $T = 13, 14, 16$  y  $18$  s, y para los ángulos de 300 y 240**

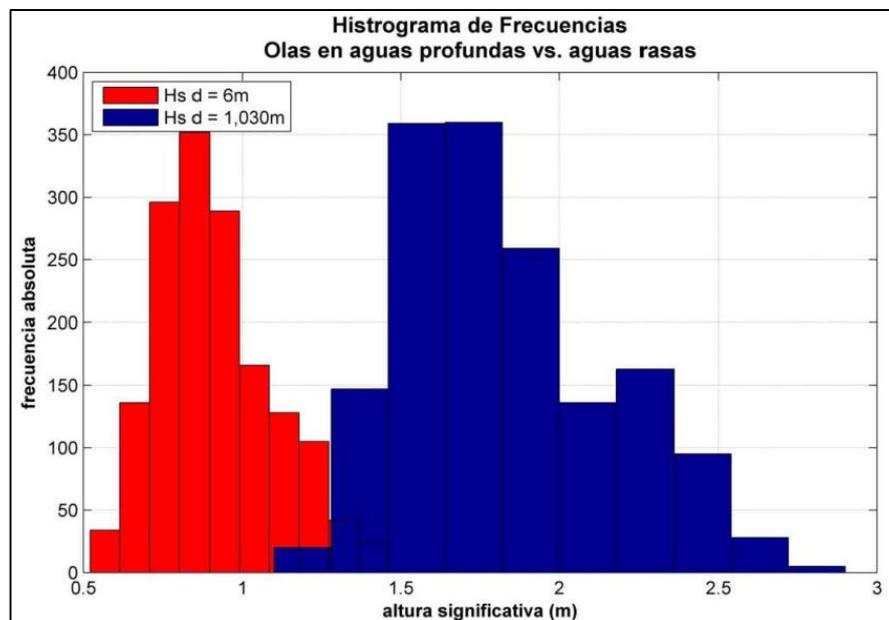
<b>Angulo</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T16</b>	<b>T18</b>
<b>300</b>	0.76	0.67	0.82	0.89
<b>240</b>	0.82	0.76	0.89	0.76

**Tabla 14.- Coeficientes de shoaling  $K_s$  definidos para los periodos  $T = 13, 14, 16$  y  $18$  s**

<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T16</b>	<b>T18</b>
1.38	1.43	1.53	1.62

Una vez establecido los coeficientes  $K_s$  y  $K_r$ , se procedió a la transformación del oleaje de aguas profundas (reportado por buoyweather.com u sus salidas del modelo WW3) ubicada en  $3^\circ$

S-81.25° N –  $d = 1.030\text{m}$ ; a aguas rasas ( $d=6\text{m}$ ). El histograma de frecuencias, de los datos de aguas profundas vs. Los datos transformados a aguas rasas son indicados en la Ilustración 42.



**Ilustración 36.- Comparación entre el registro de olas original provisto por las salidas del modelo WW3 en aguas profundas versus el oleaje transformado a aguas rasas**

Para el análisis de la ola de largo periodo, se escogió el método de Draper (Tabla 15) para hallar la altura de la ola según intervalos de recurrencia previamente especificados (1, 10, 25, 50 y 100 años). Espín y Nath (1992), en su estudio denominado “Caracterización del régimen de Oleaje en San Cristóbal, Islas Galápagos”, determinaron que la aproximación de Draper fue la más

realística, mientras que los otros métodos clásicos en el estudio de olas extremas (Weibull, Log-Log y Log-Ln) arrojaron órdenes de magnitud exagerados.

El procedimiento de Draper para la estimación de las alturas significativas de acuerdo a intervalos de recurrencia, se tiene que primero se debe de obtener la frecuencia relativa de la altura de olas con su respectiva marca de clase. Luego, se la procede a ordenar de mayor a menor, y a calcular el logaritmo base-10 a la probabilidad de altura de ola (que es igual al porcentaje de ocurrencia de eventos en un intervalo de clase). Con este par de valores, es construida una recta de regresión según el método de mínimos cuadrados (Reed 1989 y Reed 1992).

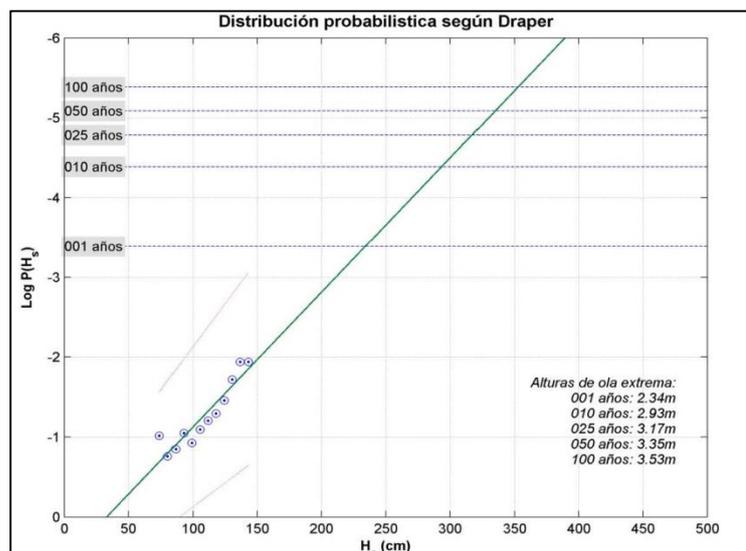
Para hallar las probabilidades de los periodos de retorno establecidos, se plantea que las salidas del modelo WW3 son cada tres horas, lo que resultaría en un total de ocho datos para un día y 2.920 datos en un año. Luego, la ola anual (intervalo de recurrencia de un año) correspondería a la ola con probabilidad de excedencia de  $1/(1*2.920)$ , que es igual a  $3.42 \times 10^{-4}$ . De modo similar, la ola de 10 años tendrá una probabilidad de  $3.42 \times 10^{-5}$ . La de 25 años  $1.37 \times 10^{-5}$ , y la de 100 años  $3.42 \times 10^{-6}$ .

Dada la ecuación de regresión estimada por el método de mínimos cuadrados, se calcula la altura de ola teniendo en consideración la probabilidad de los periodos de retorno. En la tabla 7 se presentan los valores de  $H_s$  para olas de 1, 10, 25, 50 y 100 años, a la profundidad especificada ( $d = 6m$ )

**Tabla 15.- Altura significativa dados intervalos de recurrencia de 10, 25, 50 y 100 años.**

**Método de Draper**

<b>Intervalo de recurrencia</b>	<b>Altura significativa (m)</b>
<b>1</b>	2.34
<b>10</b>	2.93
<b>25</b>	3.17
<b>50</b>	3.35
<b>100</b>	3.53



**Ilustración 37.- Solución grafica por método de Draper para hallar la  $H_s$ , dado un periodo de recurrencia. La línea de color verde especifica la recta de regresión, y las de color rojo los intervalos de confianza**

### 3.1.2.5 Nivel Medio del Mar

La determinación del nivel medio del mar para los estudios e construcción de infraestructuras costeras es importante debido a que de su análisis, se puede derivar la elevación de este nivel con respecto a registros históricos, además de que se podrían formular teorías acerca de la relación de esta variación con el retroceso de las playas que han sufrido algunos sitios costeros del Ecuador, entre ellos Jambeli.

El nivel medio del mar en un punto dado es obtenido a partir de un registro mareografico, del cual puede ser derivado la anomalía del nivel medio del mar. Esto es importante para detectar máximos de elevación, como los ocurridos en los fenómenos de El Niño, en donde el mar se elevó hasta 47cm (Morcano et al., 1986). Para Ecuador, el datum vertical nacional es el de La Libertad, manejado desde su establecimiento en el año de 1948 hasta 1970 por el Instituto Geográfico Militar (IGM), y luego por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR – Paredes, 1986). Más cercano al sitio de interés, se encuentra el mareógrafo de Puerto Bolívar, con registros desde comienzos de los años 1960 (Vera, 2003).

El informe de la sección de nivel medio del mar (NMM) consiste en su primera parte, de la revisión de las referencias históricas de esta componente en el área de Jambeli y Puerto Bolívar. Debido a la limitante de no contar con datos del mareógrafo más cercano (Puerto Bolívar), se realizó un intenso análisis de los informes de INOCAR (1998) que detallan ciertos escenarios de elevación del NMM, además del informe de Vera (2003), que trato de manera independiente el registro de mareas de Puerto Bolívar, aplicando un severo control de calidad y corrección de nivelaciones, para obtener luego una tendencia multi-anual de la serie.

#### **3.1.2.5.1 Datos Históricos**

Para referir el nivel medio del mar en el área cercana a Jambeli, se utilizó las referencias históricas disponibles en estudios previos, siendo el trabajo más detallado en esta temática el proyecto “Cambio Climático en la Zona Costera del Golfo de Guayaquil y la Cuenca Baja del Rio Guayas” (INOCAR, 1998) que en 1998 el Instituto Oceanográfico de la Armada ejecutó con el Ministerio del Ambiente.

Entre otros, se detallan aspectos acerca de las diferencias entre el mareógrafo de La Libertad, el cual sirve de nivel e cota para la topografía de la zona costera y continental (Paredes, 1986), la determinación de las diferencias entre el nivel medio de la marea (NMm) de la red de mareógrafos del Ecuador, entre ellos el de Puerto Bolívar (Tabla 1), que es el punto más cercano a el área de estudio. Para efectos de estudios de ingeniería base, y a la falta de un reporte técnico por parte del Instituto Oceanográfico que determine oficialmente el NMM actualizado del puerto patrón “La Libertad”, aun se debe de remitir al trabajo de Paredes (1986).

**Tabla 16.- Ubicación del mareógrafo de Puerto Bolívar, y periodo de años en estudio**

Estación	Latitud	Longitud	Periodo de datos
Puerto Bolívar	03°42' S	80°00' W	1980 - 1997

El reporte INOCAR (1998) sobre cambio Climático presenta información relativa a variaciones en el nivel medio del mar por efectos de cambio climático, manejándose dos escenarios: LANM1 (Levantamiento Acelerado del Nivel del Mar) y LANM2, así como el periodo de retorno o intervalo de recurrencia de los niveles máximos anuales. Adicionalmente, Vera (2003) analizo el registro de altura de mareas en Puerto Bolívar, durante el periodo de 1970-2002.

#### **3.1.2.5.2 *Procesamiento y Análisis de la Información***

En el estudio del nivel medio del mar, se establecen cuatro parámetros fundamentales a presentar:

- El nivel medio del mar de La Libertad (puerto patrón)
- El nivel medio del mar en Puerto Bolívar
- El Levantamiento Acelerado del Nivel Medio del Mar (LANM)
- Calculo de los periodos de retorno

En el estudio referido (INOCAR, 1998), el nivel medio del mar fue establecido en base a datos de altura horaria diaria provenientes de las estaciones mareograficas. Luego se usó el promedio aritmético de 24 horas para de esta forma establecer los promedios diarios, los promedios mensuales y los promedios anuales. Ya que el Datum vertical para el Ecuador es el nivel medio de la marea en La Libertad, es necesario referenciar en términos de “Nivel Medio del Mar” toda estación mareografica en estudio (Puerto Bolívar), lo que incluye conocer las diferencias entre esta estación y La Libertad.

Para calcular el levantamiento acelerado del nivel del mar en cada una de las estaciones, se utilizó la fórmula sugerida por el Ministerio del Ambiente (Moreano, 1986).

**Tabla 17.- Formulas para el cálculo de LANM1 Y LANM2 usadas en INOCAR, 1998**

Variable	Fórmula
LANM1	$= a + H + e1$
LANM2	$= a + H + e2$

Siendo:

- LANM1: Levantamiento acelerado del nivel del mar, primera alternativa
- LANM2: Levantamiento acelerado del nivel del mar, segunda alternativa
- H: Distancia vertical entre NMM de La Libertad y el promedio de las pleamares de sicigia (MHWS) de Puerto Bolívar
- A: Diferencia entre el NMM de la Libertad y el NMM de Puerto Bolívar
- e1: Altura del escenario No. 1 o excedencia igual a 0.30m
- e2: Altura del escenario No. 2 o excedencia igual a 1.00m

Las alturas del escenario No. 1 y No. 2 fueron establecidas en base a sugerencias hechas por el Ministerio del Ambiente u su “Programa de Adaptación al Cambio Climático”.

Escenario 1: Moderado.- El incremento del NM del mar de 0.30m, precipitación moderada a escasa (igual o inferior a los valores estadísticos normales)

Escenario 2: Severo.- El incremento del NM del mar de 1.00m, precipitación superior a valores estadísticos normales

El periodo de retorno o intervalo de recurrencia en el nivel medio del mar fue calculado a partir de la expresión:

$$Pr = (N + 1) / m$$

Siendo:

- Pr: Periodo de retorno
- N: Numero de eventos
- M: Ordenes de eventos del mayor a menor

### 3.1.2.5.3 Resultados

INOCAR (1998) estableció que los niveles de diferencia entre el nivel medio del mar en La Libertad y Jambeli (a) fue de 0.12m, y la distancia entre el nivel medio de la marea y el promedio de pleamares de sicigia en Puerto Bolívar (H) fue de 0.50m. Dado estos valores, se estimó los LANM1 y 2, teniendo como resultado un incremento de 2.01m y 2.71m en el nivel medio del mar (Tabla 18).

**Tabla 18.- Tabla de resultados de LANM para Puerto Bolívar, Fuente: INOCAR (1998)**

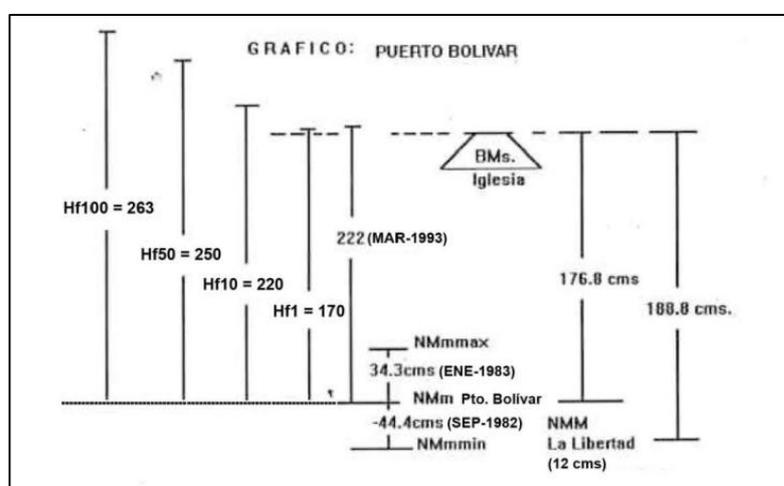
Estación	Lat.	Long.	a	H	e1	e2	LAN M1	LAN M2
Puerto Bolívar	03°18' S	80°00' W	0.12	1.59 (80-97)	0.30	1.00	2.01	2.71

**Tabla 19.-** Tabla de resultados de análisis de periodo de retorno (Pr) para Puerto Bolívar, Se indican los valores de altura futura de marea (Hfm) en metros (m). Fuente: INOCAR

Estación	Lat.	Long.	e2	LAN M1	LAN M2
Puerto Bolívar	03°18' S	80°00' W	1.00	2.01	2.71

El análisis del periodo de retorno dio como resultado que la predicción de la altura futura de marea (Hfm) tiene como valores que oscilan entre los 1.70m y 2.63m.

En la Ilustración 43 se muestran la Hfm graficada versus el nivel medio del mar en Puerto Bolívar con respecto a una placa de control vertical (BM, Bench Mark por sus siglas en ingles). En este sitio, los pobladores indican que existen inundaciones cuando se dan las mareas “vivas” o de sicigia, y esto se confirma cuando en un evento de sicigia graficado en la Ilustración 43 (marzo de 1993), el nivel de la marea sobrepaso el BM referencial (Iglesia). En adición, nótese los niveles que alcanzaría el nivel medio del mar proyectados a través de la altura futura de marea.



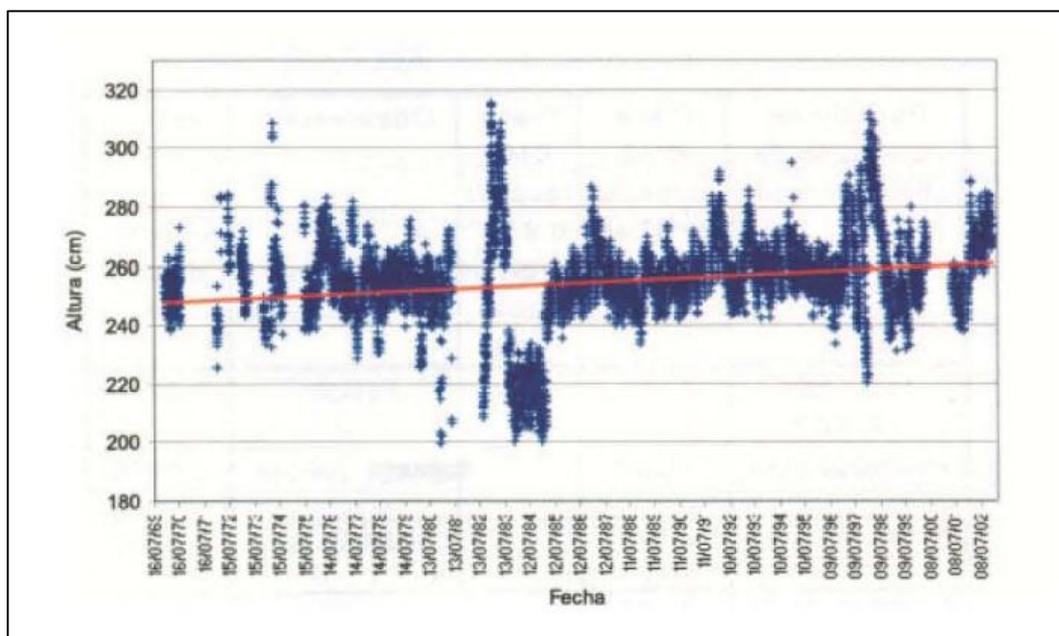
**Ilustración 38.-** Altura futura de marea (Hf) versus nivel medio de marea (NMm) en Puerto Bolívar. Fuente: INOCAR (1998)

Leyendas:

- NMm: Nivel medio del mar para Pto. Bolívar: Los años base de cálculo se encuentran indicados por los dos últimos dígitos del año inicial y final, dentro de los paréntesis, después cada indicación.
- NMmmax: Nivel medio máximo del mar.
- NMmmin: Nivel medio mínimo del mar. Hf: Altura futura de marea.

Además de lo expresado anteriormente, Cornejo y Enfield (1987) a través de un análisis de la relación existente entre el nivel medio del mar y vientos para el periodo 1980-1985 en el pacífico ecuatorial, anotaron que las variaciones en el nivel medio del mar en La Libertad responden a un forzamiento remoto y no a la influencia del viento local. Esto significaría que la propagación desde el oeste hacia el este de ondas como la Kelvin y Yanai, incide directamente en las variaciones del nivel medio del mar. Las ondas Kelvin durante eventos El Niño han llegado a generar una elevación del nivel medio del mar en el Ecuador (ref. La Libertad) de alrededor de 40cm, lo que implicaría que las zonas bajas se vean expuestas a inundaciones, así como que la zona costera sea erosionada por efectos de que las olas romperían más arriba que durante épocas normales (ESPOL, 2000).

En cuanto al reporte denominado “Estudio del Nivel Medio del Mar en Puerto Bolívar”, Vera (2003) encontró que en la serie de datos utilizada (que tiene un registro de 32 años de medición, lo que representa un promedio de 0.50cm por año (Ilustración 39). Según estos estimados, el autor indica que de mantenerse esta tendencia, en cinco años existe la posibilidad de un aumento de 2.5cm del NMM (Nivel Medio del Mar).



**Ilustración 39.- registro de datos horarios corregidos del NMM en Puerto Bolívar. Nótese la tendencia positiva de la serie Tomado de Vera (2003).**

### 3.1.2.6 Geología

Los estudios son típicamente áreas de sedimentación activa, donde la acumulación de sedimentos marinos cuaternarios esta progresivamente llenando y contrayendo en volumen, profundidad y superficie dichas zonas.

Pero también son zonas de alta erosión donde los sedimentos son desplazados por la acción de las corrientes y las olas, las cuales hacen rodar y saltar los granos de arena a lo largo del piso del estuario y manteniendo los sedimentos más finos en suspensión. Estos procesos hacen que los sedimentos se desplacen y se acumulen en diferentes lugares, formando bancos de arena a lo largo y ancho del estuario.

En los sectores de Jambeli, Bajo Alto e Isla Puna son muy notorios los efectos de los procesos de erosión y sedimentación propios de los sistemas estuarinos. En la zona noroeste del Archipiélago de Jambeli los procesos de erosión, transporte y sedimentación de las arenas y limos son muy intensos en comparación con otras playas del Ecuador. Esto ha propiciado que el mar invada en gran medida los

manglares y demás zonas costeras de este sector, poniendo en riesgo los asentamientos humanos a lo largo del perfil litoral.

Ante esta situación se realizaron estudios geológicos, granulométricos, y mineralógicos del sector Noroeste del Archipiélago de Jambeli tendientes a valorar los procesos erosivos que se dan en la playa de esta zona. Como resultado de estos análisis se determinó que existe una tendencia a la erosión en dicha playa, siendo mayor esta tendencia hacia la parte Sur pasando por el retén naval del Archipiélago.

#### **3.1.2.6.1 *Objetivo***

El objetivo principal de este trabajo es hacer un estudio geológico, granulométricos, y mineralógicos de la playa ubicada al Sur de la Isla para determinar zonas de mayor o menor erosión y/o depositación de sedimentos.

#### **3.1.2.6.2 *Descripción del Área de Estudio***

Este archipiélago ocupa el extremo sur de la costa ecuatoriana. Tiene una extensión de 260 km. Es área de manglares, con características acentuadas de progradación de la línea de cota hacia el norte (INOCAR, 1984).

Las características de esta zona como lo son los fuertes oleajes, corrientes marinas y vientos agresivos que afectan directamente a este sector hacen que sus costas estén siendo fuertemente erosionadas. Este fenómeno aparentemente siempre ha venido sucediendo pero en la actualidad tiene una mayor relevancia en vista de que está afectando directamente a las poblaciones que están asentadas en ese sector de la Isla.

#### **3.1.2.6.3 *Datos Históricos***

A continuación se hace exposición de algunos de los trabajos anteriormente realizados sobre los sectores en estudio. En 1980 Vicente Coronel y Héctor Ayón publicaron un informe, en el Acta Oceanográfica del Pacífico (publicación del Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR), sobre los minerales arcillosos

en el Archipiélago de Jambeli. En este trabajos presentan los resultados de análisis térmico-diferenciales, realizados por los citados autores, para la identificación de minerales de arcillas en el Archipiélago. La distribución de los minerales de arcilla refleja el área de influencia d los principales ríos que drenan áreas de diferente composición mineralógica. De acuerdo a este trabajo las illitas están distribuidas en todo el Archipiélago. Las smectitas son abundantes en las zonas periféricas. Las cloritas están restringidas a las desembocaduras de los ríos que drenan terrenos metamórficos.

En 1987, Mariana Jácome y Liliana Llanos presentan, en el Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR) un “Estudio Geoquímico de los Sedimentos en el Canal de Jambeli”. En este estudio se presentaron las características geoquímicas del Canal Jambeli en base al análisis de 41 muestras de sedimentos del fondo marino recolectadas durante marzo y junio de 1986. Como conclusión se identificó la presencia de dos dominios de sedimentación, el uno de tipo fluvial, caracterizado por sedimentos finos (limo a limo-arcilla), asociado a bajos valores de carbonato de calcio y altos porcentajes de carbono y materia orgánica; según los autores al parecer la principal fuente de este material proviene del Río Guayas y de aquellos ríos que desembocan en la línea de costa de la Provincia de el Oro. El otro dominio es de tipo marino; proveniente presumiblemente de la plataforma continental y de la parte norte de la costa peruana, caracterizado por sedimentos relativamente más gruesos, con porcentajes de carbonato de calcio superiores al 2% y bajos valores de carbono y materia orgánica. El límite entre estos dos dominios estaría dado aproximadamente por una línea que uniría al Estero grande de la Isla Puna con Puerto Bolívar. También señalan una posible tendencia de avance del sistema fluvial sobre el sedimento marino. Se estableció además que la concentración de los constituyentes orgánicos se encontraban dentro de rangos normales y guardando relación con la texturas del sedimentos.

En 2002, Carlos Martillo realiza una interpretación estratigráfica regional de los materiales del Cuaternario asentados sobre el sector de Bajo Alto. El

mencionado autor hace una descripción de los aspectos geológicos, oceanográficos y meteorológicos de Bajo Alto y analiza la dinámica litoral del sector. En este estudio se concluyó que los principales drenes en la zona de Bajo Alto son el río Guayas, el Río Jubones y el Río Pagua con un sentido general E-O y como desembocaduras las costas del Canal de Jambeli. En el Canal de Jambeli las mareas son el principal agente modificador y el sentido de la corriente de marea va hacia el Norte en pleamar y hacia el Sur en bajamar. El oleaje proviene principalmente del Suroeste, y en Bajo Alto es de tipo derrame (spilling) al sur, y de tipo volteo (plunging) al norte. La corriente “offshore” en Bajo Alto cuando sube la marea va en sentido NE en la desembocadura del río Jubones, siguiendo la línea de costa hasta tomar sentido casi norte en la puntilla, cuando la marea baja el sentido es inverso. Los sedimentos de playa son, en un gran porcentaje arenas medias moderadamente bien clasificadas con tendencia hacia los tamaños gruesos; y los sedimentos superficiales de fondo estuarino son, en un gran porcentaje limosos, mal clasificados y con tendencia hacia los gruesos. En los sedimentos predominan los fragmentos de roca (ácida y básica) sobre los minerales de cuarzo y feldespato.

Bolívar Soledispa y Leonor Vera realizaron, en septiembre del 2004, un reconocimiento geológico-oceanográfico del sector de Bajo Alto debido a los continuos problemas de erosión provocados por lo oleajes. En este trabajo se menciona que una de las causas de la erosión en la playa de Bajo Alto es el delta del Río Jubones el mismo que por su acreción viene actuando como un dique de contención del material sedimentario transportado por las corrientes litorales. También se menciona que las características físicas de la playa de Bajo Alto, indican que la erosión continuara, y no se avizora recuperación natural a corto plazo, por lo tanto su regeneración será posible únicamente mediante la instalación de algún tipo de estructura, previo a la realización del estudio técnico correspondiente.

En el 2004, Bolívar Soledispa realiza otro estudio, esta vez sobre la erosión acelerada de la playa del balneario de Jambeli. Este trabajo es un reconocimiento

del sector para evaluar los danos ocasionados por la erosión, determinar las posibles causas e indicar las medidas que podrían tomarse para minimizar el efecto de este proceso natural. Se determinó que el muro de contención colocado por los moradores para disminuir el impacto erosivo de las olas sobre las playas, fue en cambio la principal causa de la erosión.

Leonor Vera, en el 2004 presenta un trabajo en el que se realiza una comparación de las metodologías propuestas por varios autores para el cálculo de la tasa de transporte de sedimentos en la zona de la Playa de Jambeli. Se analizaron 3 métodos: método del flujo de energía, método de corriente litoral costera y el método del análisis dimensional. En este estudio se concluye que los valores obtenidos para el transporte de sedimentos son referenciales, considerando que se han utilizado parámetros de una sola época del año y sin contar con una serie tiempo de datos de largo periodo. También que, de acuerdo a la información con la que se ha trabajado el transporte de sedimentos en Jambeli tiene dirección norte, sin embargo la carencia de información no permitió definir variaciones de la tasa de transporte anual.

En el 2009, Bolívar Soledispa y Ángel Chávez realizan un nuevo informe sobre los procesos de erosión que afectan la Isla Jambeli incluyéndose un análisis multitemporal. En este informe se concluye que las condiciones geomorfológicas de la Isla, es decir, altura, forma, ubicación, así como material que lo conforma, juegan un papel fundamental en la erosión, acelerando este proceso. El análisis multitemporal determinó que se ha dado un retroceso progresivo lineal de 13 metros promedio cada 3 años, identificado desde el año 2000.

### **3.2 *Formulación de alternativas***

Después de haber realizado el diagnóstico físico y ambiental de las condiciones actuales en la Isla de Jambeli, se analizaron potenciales soluciones técnicas que permitan proteger y recuperar la parte Sur de la playa erosionada de la Isla Jambeli.

A parte de los parámetros oceanográficos se analizaron otros factores como disponibilidad de materiales, resultados de obras similares hechas en otros lugares, costos e impacto ambiental, entre otros.

Entre las soluciones técnicamente factibles se escogieron las siguientes:

- a) Escolleras mar adentro paralelos a la playa
- b) Espigones perpendiculares a la playa.
- c) Geotubos rellenos con arena
- d) Rompeolas flotante
- e) Una combinación de las opciones a y b

### ***3.3 Análisis de alternativas de solución y selección de la opción más adecuada.***

Analizando cada alternativa planteada, nos damos cuenta que la alternativa (a) se refiere a la implantación off shore de muros de escollera que son una opción adecuada que solucionara en un alto porcentaje los problemas que las olas generan en este sector, pero se debe decir que debido a su posición paralela con respecto a la línea de playa, esta alternativa solamente controla el oleaje perpendicular a los muros de escollera proyectados, por lo que esta opción tiene limitaciones debido a que solo puede proteger en un solo sentido del plano que se proyectan las olas, mientras que el otro sentido del plano donde se proyectan las olas en sentido lateral y las que por efectos hidrodinámicos se filtran y tienen la misma trayectoria con relación a la playa no son controladas por esta estructura, por lo que esta alternativa es incompleta.

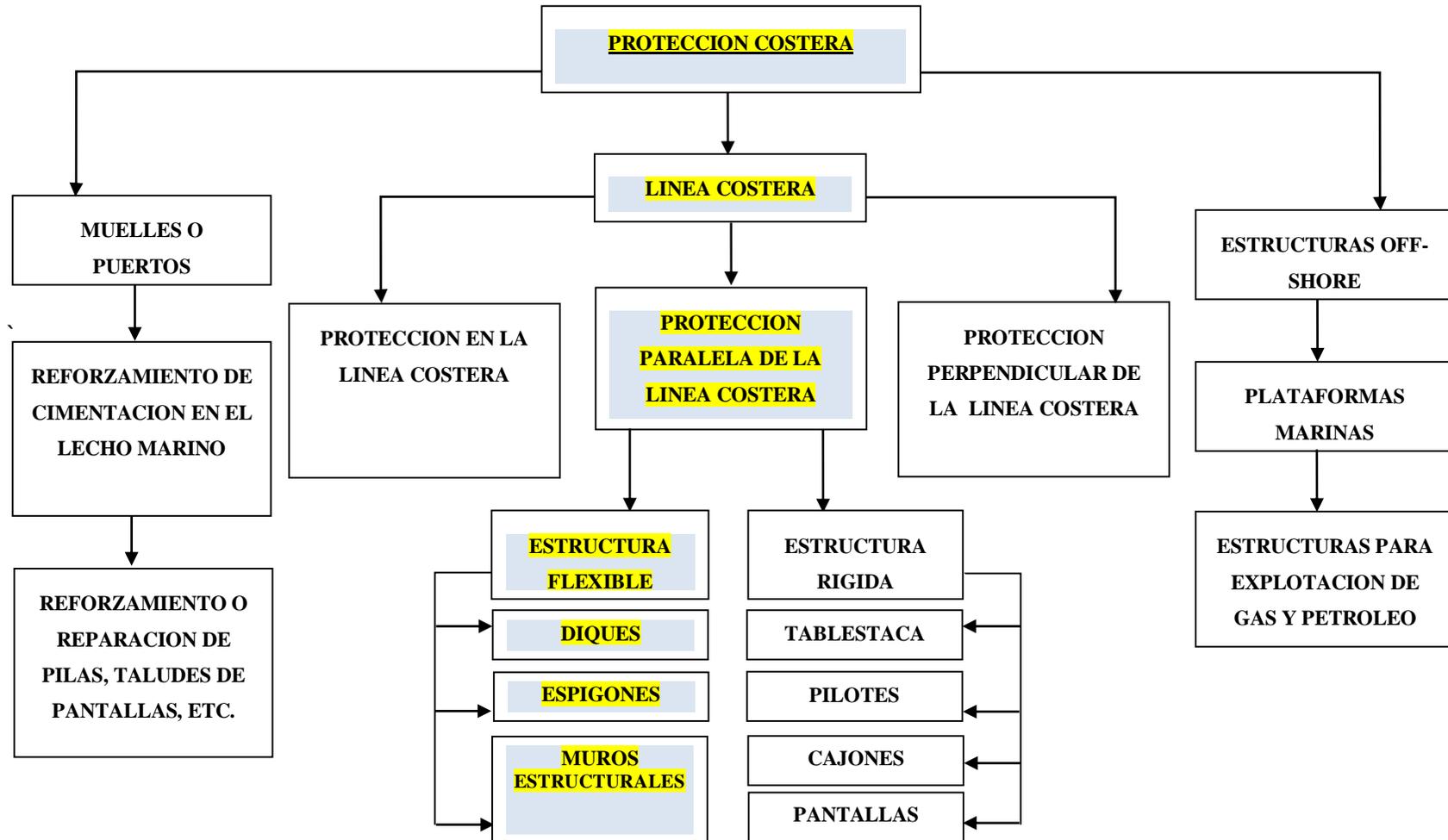
La elección (b) se refiere a la construcción de espigones, los cuales sirven para protección exclusivamente de las orillas del mar, por lo que debemos decir que al no haber muros de escolleras las olas seguirán llegando a la playa, y consecuentemente producirá el colapso de los espigones.

La alternativa (c) funciona mecánicamente como una barrera que impide de forma limitada la socavación de la playa; este sistema es inconsistente, limitado e incierto. El funcionamiento mecánico del sistema, consiste en colocar geotubo(s) rellenos de arena, tomando en cuenta que el diámetro de los mismos es en función de la necesidad de detener la erosión. La alternativa descrita no detiene la trayectoria ni perpendicular ni lateral de las olas, solamente las enfrenta de tenue forma, por lo que la vida útil del sistema puede verse afectado de acuerdo a las características del oleaje; fabricantes, proveedores e instaladores de este sistema han estimado una vida útil mayor cuando está bajo tierra y mientras que cuando permanece en un ambiente libre, está expuesto a los agentes atmosféricos (sol, viento, presión atmosférica, cambios de temperatura, ambiente salino, etc...), su tiempo de vida útil será menor.

La opción (d) se refiere a un sistema de bloqueo de la fuerza de las olas, que bloquea parcialmente su fuerza, es decir, es un sistema montable que tiene una similitud a un barco suficientemente anclado que contiene una gran carga de rocas de diferente granulometría, las limitaciones de esta alternativa hace que sea totalmente descartada por lo siguiente: El anclaje puede fallar debido a las olas, movimiento del fondo marino, oxidación del herraje de anclaje; el barco puede hasta llegar al colapso debido a la carga que produce el peso muerto de las rocas que están al continuo vaivén de las olas, produciendo vibraciones capaces de provocar fisuras. Este método no es aplicable para grandes extensiones marinas donde se desarrollen olas de gran tamaño y fuerza.

Por todo lo expuesto, se recomienda combinar los criterios de las alternativas a y b, puesto que estas se complementan entre sí, dando una fusión que resuelve de manera conjunta los efectos de la fuerza del oleaje en la parte Sur de la playa en la Isla Jambeli, al trabajar las dos alternativas logramos controlar el flujo destructivo que circula alrededor del plano de acción de las olas con trayectorias perpendiculares y laterales.

## ESQUEMA DE PROTECCION COSTERA



### 3.3.1 Memoria de Cálculo

El área de estudio, cubre toda la zona costera occidental de la Isla de Jambeli, desde la punta norte hacia el sur abarcando unos 10 km. De longitud de playa entre las coordenadas 603784 E, 9636634 N y 607941 E, 9645215 N, esto es entre en sector del faro al norte y el estero El Bravito al Sur.

Jambeli está limitada al norte por el Golfo de Guayaquil, al sur por el canal de Jambeli, al este por el canal Santa Rosa y al Oeste por el Golfo de Guayaquil y el océano Pacífico.

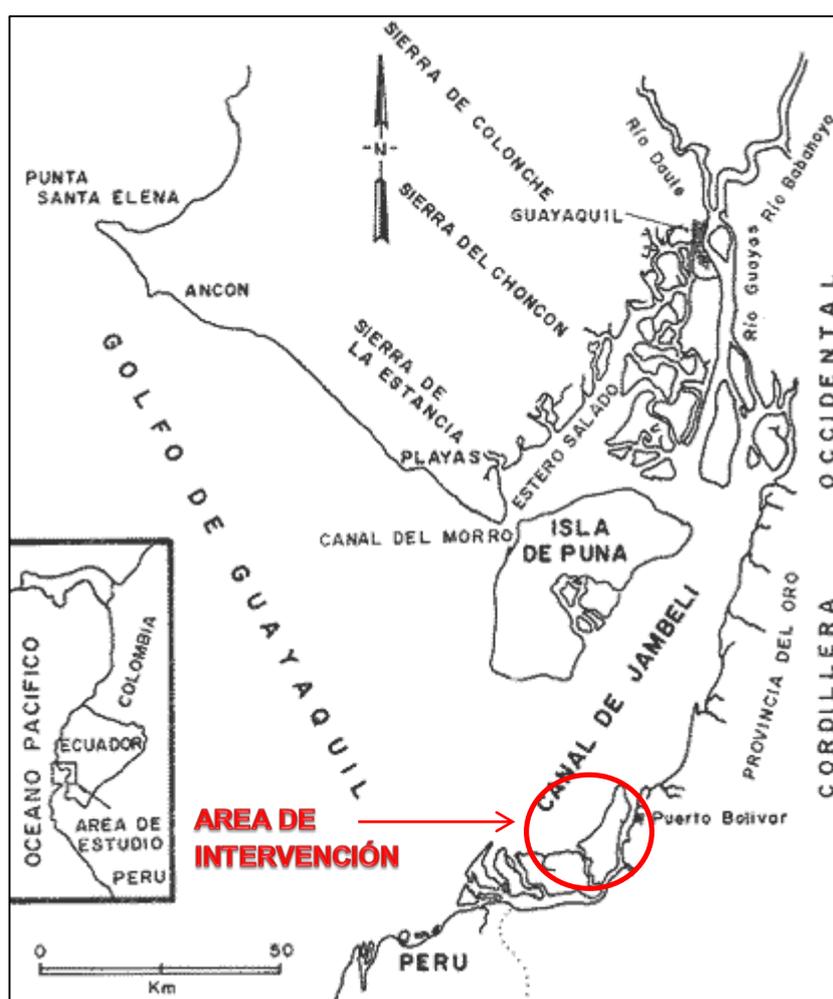


Ilustración 40.- Localización de la Isla Jambeli dentro del Golfo de Guayaquil (CRUZ-OROZCO, 1978)

La Isla de Jambeli es la principal isla del archipiélago del mismo nombre, En los últimos años esta isla ha sido ocupada por estanques o piscinas para la cría de camarones. Desde hace muchos años a esta porción de la costa ecuatoriana, se la conoce como muy cambiante, por el efecto de los procesos de erosión y acumulación de sedimentos que varían periódicamente. La primera indicación se encontró en la carta de navegación 22112 “Approaches to Rio Guayas” from U.S. Navy surveys to 1943, en la que se indica que la línea de costa entre la Boca de Payana y la Boca de Pagua cambia constantemente. Un rasgo importante que se observa en dicha carta es la conexión o unión directa del estero Jambeli con el mar, hoy esta conexión ha desaparecido debido a la acumulación de arena en el filo costero.

### ***3.3.2 Condiciones del área del Proyecto.***

La parte de la isla que es el objeto del presente estudio tiene una extensión aproximada de 10 km de playa entre el estero El Bravito y la punta del Faro, de los cuales las estructuras cubrirán alrededor de 1.100 metros, que corresponde al sector de línea de costa densamente ocupado con viviendas.

El sector que se va a proteger y recuperar mira hacia el oeste y está expuesto a un régimen predominante de mares de leva que provienen del suroeste, durante la mayor parte del año, mientras que las olas generadas por los vientos locales no son de mayor relevancia, por cuanto los vientos son de baja intensidad y el área sobre la cual actúan es reducida.

Del histograma de frecuencia de olas en aguas profundas versus el oleaje transformado a aguas rasas determina que las olas significativas no sobrepasan los 2.60 metros de altura con periodos entre 12 y 16 segundos.

Para el presente diseño se utilizó una proyección a 50 años, que corresponde a una altura de ola de 3.10 metros.

Del análisis morfológico del sector, de las profundidades frente a la isla y de otros factores conexos se deduce que la playa frente a Jambeli, se encuentra relativamente bien protegida de los swells que se generan en el norte. Su ubicación, en la parte protegida del Golfo de Guayaquil hace que las direcciones del tren de ondas se reduzcan a un espacio comprendido entre los ángulos de 240 y 270°.

Los diagramas de refracción indican que las ortogonales proyectadas con un ángulo de 240° tienden a abrirse al llegar a la playa, mientras que a 270° estas llegan con muy poca refracción a la playa.

La temporada invernal está asociada con oleajes procedentes del Noroeste, las cuales tienen una frecuencia de ocurrencia muy baja. Sin embargo, cuando las tormentas ocurren lo suficientemente alejadas del continente, suelen producir una importante erosión en la playa, puesto que las olas se refractan muy poco.

En cuanto a mareas se ha determinado que la máxima marea alcanza los 3.25 metros, la media de las mareas más altas de sicigia MHWS, es de 2.97 metros y la media de las mareas altas de cuadratura (MHWS) es de 2.66 metros.

Además de los factores mencionados, también influyen en el diseño parámetros mencionados en el estudio básico de ingeniería, tales como:

- Levantamiento batimétrico
- Geología
- Olas, mareas y nivel medio del mar
- Características litorales y transporte de sedimentos

### ***3.3.3 Diseño Funcional de las Escolleras***

Una primera aproximación para estimar las condiciones de las olas en la zona de rompiente, consiste en determinar la probable altura de rompiente ( $H_b$ ),

profundidad de rompiente ( $d_b$ ) y la distancia desde la línea de playa a la que las olas romperían ( $y_b$ ).

### **3.3.3.1 Análisis de la altura de rompiente ( $H_b$ )**

La estadística de las olas obtenida de la boya virtual, indica que los periodos  $T$  de las olas más frecuentes oscilan entre los 12 y 16 seg, con un periodo significativo  $T_s = 14$  seg.

Para determinar las alturas de las rompientes se analizaron los posibles resultados a partir de los tres valores de periodos.

- Para nuestro caso  $H_s = H_o$ . Tomando en cuenta que:
- $H'_o/H_o = K_r = 0.76$  (Shore protection manual, capítulo 2)

Se obtiene que  $H'_o = 1.33m$

La relación para estimar la altura de rompiente ( $H_b$ ) es función de la pendiente del fondo ( $m$ ), el periodo de la ola ( $T$ ) y la altura de la ola en aguas profundas ( $H_o$ ).

Se desarrolla la relación  $H'_o/gt^2$  con la figura 7.3 mostrada en el shore protection manual, capítulo 7, y  $H_b/H'_o$ , primero para las olas obtenidas en la estadística y luego con la ola observada, la pendiente del fondo es  $m=3\%$ .

En que:

- $H'_o = 1.33m$  (estadística); 0.7 m (observado)
- $H_b =$  altura de rompiente
- $G =$  valor de la gravedad
- $T =$  periodo de la ola

Con estos criterios se obtiene:

T (seg)	Altura de rompiente (H <sub>b</sub> ) m	
	Estadística	Observado
12	2.4	1.50
14	2.6	1.64
16	2.8	1.75

Los resultados sugieren que las olas romperían con alturas entre 1.5 y 2.8 m, siendo las alturas entre 1.6 y 2.6m las rompientes más frecuentes. Sin embargo, se debe mencionar que rompientes menores a 1.6 son frecuentes en las playas de Jambeli.

### 3.3.3.2 Análisis de la Profundidad de rompiente ( $d_b$ ) y distancia de rompiente ( $y_b$ )

Primero se desarrolla la relación  $H_b/gT^2$  con la figura 7.2 mostrada en el Shore Protection Manual, capítulo 7 junto con las relaciones  $d_b/H_b$  y  $y_b = (d_b/H_b)/m$  para los tres periodos de la ola en análisis. Luego se realiza el mismo desarrollo para la ola observada, los resultados son los siguientes:

T (seg)	Estadística		Observada	
	Profundidad de rompiente ( $d_b$ )	Distancia de rompiente ( $y_b$ )	Profundidad de rompiente ( $d_b$ )	Distancia de rompiente ( $y_b$ )
12	2.5 m	83 m	1.02	51
14	2.6 m	86 m	1.70	56
16	2.8 m	95 m	1.75	58

Otro criterio de análisis asume el criterio del promedio del 10% de las olas más altas ( $H_{10}$ ) expresada con la relación  $H_{10} = 1.27 H_s$ .

Por lo que, para este caso, la altura de la ola de diseño está dada por:

$$H_{10} = 1.27 (1.75) = 2.2\text{m.}, \text{ este valor es el nuevo } H_{s10}$$

Entonces, la profundidad de rompiente ( $d_b$ ) sería:

$$d_b = 1.3 H_s; \quad d_b = 1.3 * 2.2 = 2.8\text{m}$$

Con este criterio, las olas romperían a la profundidad de 2.8m.

Tomando en cuenta que  $m = 3\%$ , entonces la distancia de rompiente es

$$y_b = 2.8 / 0.3 = 93\text{m}$$

Los valores de  $d_b$  y  $y_b$  encontrados con este criterio, caen dentro de los valores presentados en la tabla anterior, confirmando de cierta forma que los rangos determinados están dentro de lo esperado estadísticamente para la playa de Jambeli.

### **3.3.3.3 *Análisis de la profundidad de la estructura***

Comúnmente se asumen que una estructura situada a una profundidad  $d_s$  estará afectada por la rompiente de la ola si:

$$d_s < 1.3 H_s$$

Para este caso  $d_s = 1.3 * 1.75 = 2.3\text{m}$ ., lo que indica que para profundidades menores de 2.3m la estructura será afectada por la rompiente de la ola.

Los resultados anteriores indican que las relaciones proporcionadas por los manuales, sugieren que las olas inician el proceso de rotura cuando la profundidad esta entre 2.8 y 2.6m. Utilizando las mismas relaciones pero con el valor de ola observando en el sitio, estas indican que la profundidad de rompiente es de 1.02m. Este valor se confirma con mediciones directas de la ola ya rota que indican que esto ocurre cuando la profundidad es entre 1.5 y 1m durante la marea baja, es decir a una distancia entre 50 y 33 m desde la línea de baja marea.

En el cuadro resumen se compara los diferentes cálculos, así como la distancia de la estructura comparada con la distancia en que ocurrirían las rompientes.

Criterio	$d_b$	$y_b$	$y_s$ (marea baja)	$y_s$ (marea alta)
$D_b = 1.3 H_s$	2.8	93	110	160
$H'o = 0.7$ m	1.4	46	110	160
$H_b/gT^2$	2.6	87	110	160
Observado	1.0 – 1.5	33 - 50	110	160

- $d_b$  = profundidad de rompiente
- $y_b$  = distancia de rompiente desde la línea de playa
- $y_s$  = distancia de rompeolas desde la línea de playa
- $H_s$  = altura significativa de las olas
- $H'o$  = para este caso, altura de la ola observada antes de la rompiente
- $H_b$  = altura de rompiente
- $g$  = valor de la gravedad
- $T$  = periodo de la ola

Lo anterior indica que las olas empiezan el proceso de rotura cuando la profundidad del agua se encuentra entre 2.6 y 2.8m., y que la rotura completa ocurriría en la profundidad de 1.5m, o menos, Esto sugiere que una profundidad, para ubicar las escolleras, entre 2 y 2.5m (MLWS) es adecuada, ya que se lograría ubicarlas fuera de la zona de rotura completa del mayor numero o frecuencia de las olas, pero cercanas a la zona de inicio del proceso de rotura.

Con el fin de lograr un menor volumen de material para la construcción se prefieren profundidades entre 2.1 y 2.3m MLWS, el eje de las escolleras estaría alejado unos 160 m de la línea de playa cuando ocurra la marea alta y unos 110m

en marea baja, es decir fuera de las distancias de rompiente  $y_b$  calculadas u observadas.

Esta profundidad evitaría que la mayoría de las olas rompan directamente sobre la estructura, la estadística contiene olas con periodos mayores a 14 seg, y alturas mayores a 2.03m, las cuales podrían romper directamente sobre la estructura.

#### **3.3.3.4 Diseño de la longitud de las escolleras ( $L_s$ ) y aberturas ( $L_g$ )**

Tres relaciones adimensionales se deben analizar con el fin de provocar pequeñas salientes de la línea de costa protegida sin que estas obstaculicen la circulación de las aguas. Estas relaciones están dadas por  $Y/d_s$ ,  $L_s/L_g$  y  $L_s/Y$ .

En que:

- $Y$  = Es la distancia entre la escollera y la línea de playa.
- $L_s$  = Longitud de la escollera
- $L_g$  = Separación o abertura entre las escolleras
- $d_s$  = Profundidad media de las escolleras respecto al MWL

Para encontrar las mejores dimensiones de las estructuras se realizaron varios ensayos para obtener las condiciones bajo las cuales el diseño cumpla con su objetivo funcional. Aquí se presentan los resultados finales de las dimensiones obtenidas.

- $Y$  = 160m en la línea de pleamar.
- $L_s$  = variable entre 90 y 100 m
- $L_g$  = 70 m
- $d_s$  = entre 3.6 y 3.8m MWL

Uno de los objetivos del diseño es la de procurar que haya una libre circulación de las aguas entre la playa y las escolleras en cualquier momento de la

marea. Esto se lograría con una adecuada separación de las escolleras de la playa y de la abertura o separación de las escolleras entre ellas, sin embargo estas condiciones deben también cumplir con el requerimiento de ofrecer una protección d la línea de costa.

### **3.3.3.5 Análisis de la respuesta de la línea de costa**

Una condición para que la respuesta de la línea de costa sea la de formar pequeñas salientes, es que:

$$L_s/Y = 0.5 \text{ a } 0.67 \quad (\text{EM 1110-2-1100 (PARTE V)})$$

Con las dimensiones de diseño se obtienen los siguientes valores: 0.56 y 0.62 que se encuentran dentro del rango establecido.

Otro parámetro de diseño establece el cumplimiento de un índice  $I_s$ :

$$I_s = \exp(1.72 - 0.41 L_s/Y)$$

Con la cual se obtiene 4.4 y 4.3, que indica que se formarían pequeñas salientes detrás de cada escollera sin interrumpir significativamente la circulación de las aguas entre las escolleras y la línea de costa.

La relación  $L_s/L_g$  es importante para estimar la forma que adoptara la línea de costa protegida. En base a las respuestas de costa protegidas con escolleras construidas en diferentes lugares de los Estados Unidos, varios autores obtuvieron el grafico V-3-22 pág. V 3 55 que se presenta en el Shore Protección Manual (1984). Aplicando en este grafico las dimensiones de las escolleras diseñadas para Jambeli, la región obtenida es la correspondiente a la formación de salientes.

Como parámetros adicionales de la funcionalidad de las escolleras es la relación  $L_g/Y$ . Se ha encontrado que ocurre una erosión en la porción de la línea de costa frente a la abertura o separación de las estructuras cuando  $L_g/Y > 0.8$ .

Para nuestro caso esta relación es  $L_g/Y = 0.44$ , que nos sugiere que no se esperaría que ocurra erosión frente a las aberturas de las escolleras.

### **3.3.3.6 *Diseño Estructural***

Las olas generadas por los vientos locales y distantes son las fuerzas más críticas que soportaran las escolleras y los espigones laterales de la instalación; por lo tanto, estos dos tipos de estructuras serán diseñadas para que soporten la ola de mayor altura que puede llegar al sitio en un determinado periodo de tiempo. Para nuestro caso lo vamos a considerar una ola de 50 años.

#### **3.3.3.6.1 *Selección de Altura de Ola para el Diseño***

La selección de la altura de ola de diseño depende si la estructura va a estar sujeta al ataque de la rompiente, de las olas que aún no rompen o de las olas que ya han roto, también de la geometría y porosidad de la estructura (Jackson, 1968).

La selección de la altura de ola depende también del tipo de estructura a emplearse que puede ser rígida, semirrígida o flexible. Para estructuras rígidas como paredes verticales, una ola que supere la altura del tren de olas preestablecido puede ocasionar la falla de toda la estructura, para estas estructuras se recomienda utilizar una altura de ola igual a  $1.67 H_s$ , siendo  $H_s$  la altura de la ola significativa.

En estructura semirrígidas usualmente se utiliza alturas de entre 1.27 y  $1.67 H_s$ , dependiendo de la magnitud del daño que se quiere esperar (Shore Protection Manual). Para estructuras flexibles, como es el caso de Jambeli, la altura de ola que usualmente se emplea es la de la ola significativa  $H_s$ , para este caso, proyectada para un tiempo de recurrencia de 50 años.

Otro elemento a considerarse en el diseño de este tipo de obra o estructura es la frecuencia de ocurrencia de las olas de tormenta, que son las que generalmente producen danos mayores en los enrocados.

Afortunadamente la región en la que se encuentra ubicada la obra está exenta de tornados o tempestades. Esta es un gran ventaja a favor de la estructura.

A la escollera se la considera una estructura flexible que se va acomodando y absorbiendo los asentamientos disperejos que pueden ocurrir en el suelo marino sobre el cual se asienta la estructura. La superficie exterior de la escollera va a estar expuesta a la acción del oleaje; por tanto, es necesario determinar con alguna precisión el peso de las rocas de la coraza que soportan directamente las fuerzas que desarrollan las olas al golpear contra la estructura.

Hay varios factores que influyen en el cálculo del peso de las rocas a utilizarse como coraza para cubrir la superficie exterior que recibe el embate de las olas.

El factor que mayor influencia tiene sobre el peso de las rocas es la altura de la ola de diseño, luego deben analizarse otros factores secundarios como la densidad de la roca a utilizarse, la pendiente de cara exterior de la escollera y el factor de acomodamiento.

#### ***3.3.3.6.2 Parámetros de Diseño para el Cálculo del Peso de las Rocas a Utilizarse en las Escolleras***

**Altura de la Ola H:** De acuerdo a los datos del estudio de olas realizado para el presente proyecto, utilizaremos una altura de ola de 3.1 metros, que corresponde a la altura de ola significativa para un intervalo de ocurrencia de 50 años.

**Periodo T:** En Jambeli el  $T_s$  para mares de leva (swells) alcanza valores de hasta 18 segundos. Para este cálculo se utilizara un rango de entre 12 y 18 segundos.

**Peso Específico de la Roca  $W_r$ :** De acuerdo al resultado de los análisis de laboratorio de las rocas de las canteras inspeccionadas y de su ubicación, hay la posibilidad de usar el material tanto de la cantera “Los Vergeles” como de la

cantera “Cañaquemada”. El peso específico del material rocoso de la cantera Los Vergeles es de 2.270 Kg/m<sup>3</sup> y el de Cañaquemada es de 2.544 Kg/m<sup>3</sup>.

Para los cálculos del peso de las rocas requeridas para la coraza de las escolleras se selecciona un peso de 2.500 Kg/m<sup>3</sup>.

**Gravedad Especifica de la Roca,  $\delta_r$ :** La Gravedad especifica de la roca es igual al peso específico de la roca sobre el peso específico del agua de mar,  $\delta_r = W_r / W_w$

$$\delta_r = \frac{2500 \text{ Kg/m}^3}{1025 \text{ Kg/m}^3} = 2.44$$

**Angulo de inclinación o Pendientes de la Estructura  $\phi$ :** Se utilizan tres pendientes, según el posicionamiento de cada segmento de la Escollera.

En la cara expuesta al oleaje se selecciona una pendiente de 2 a 1.

En la cara protegida un pendiente de 2 a 1.

En los cabezales se selecciona una pendiente de 2.5 a 1.

**Coefficiente de Estabilidad  $K_d$ :** De acuerdo a lo sugerido por el Shore Protection Manual (SPM) tabla 7.7 para bloques de roca de forma angular, con dos capas superpuestas y colocadas al azar en zona de rompiente se utiliza un  $K_d=3.5$  para el tronco y  $K_d=2.5$  para el cabezal.

**Permisibilidad del sobrepaso de agua sobre la estructura (overtopping):**  
El objetivo que debe cumplir las escolleras es:

Amortiguar la ola o absorber la energía producida por el oleaje a fin de evitar que esta se descargue directamente sobre la playa y produzca erosión.

Funcionar como una trampa de arena que permita retener los sedimentos que se mueven perpendicularmente a la playa.

Crear un espacio a aguas más tranquilas para un mejor aprovechamiento y seguridad de los bañistas.

Cualquier sobrepase de agua sobre las escolleras no afectaran las condiciones operativas o funcionales del conjunto, como es el caso de una marina u otro espacio que debe ser completamente protegido. Por lo tanto, es admisible un sobrepase de agua (overtopping) sobre las estructuras.

#### **3.3.3.6.3 Permeabilidad de la Estructura**

En el diseño de los enrocados de protección, como las escolleras, el parámetro de mayor importancia a ser considerado es el oleaje, en razón de que, de la altura de la ola de diseño depende el tamaño de la roca a usarse principalmente en la capa de cobertura de la estructura.

En regiones donde se producen tormentas y por ende olas muy altas, el tamaño de los bloques de recubrimiento alcanza valores muy altos, que podrían sobrepasar las 30 toneladas de peso para cada bloque. Puesto que es difícil sino imposible conseguir rocas naturales de tal tamaño, es necesario construir o fabricar bloques de hormigón del peso requerido, lo cual eleva el costo de construcción de la estructura.

Al reducir el tamaño del bloque se reducen también los costos de construcción de la obra, en cambio es posible que se produzcan danos en la estructura.

Un elemento a considerarse en el sitio de este tipo de obras es la frecuencia de ocurrencia de las olas de tormenta, que son las que producen danos mayores en los enrocados. Afortunadamente la región en la que se encuentra ubicada la isla Jambeli está exenta de tornados o tormentas, lo cual es una gran ventaja.

De acuerdo a los registros de oleaje en el sector, hay muy pocas probabilidades que la altura de la ola sobrepase los 3.1 metros en 50 años. Escogiendo esta altura de ola para el diseño estructural, se garantiza que las escolleras estarán expuestas solamente en danos menores por un largo tiempo.

Obviamente que esto también está supeditado al cuidado en la colocación de las rocas de coraza sobre la estructura. La acomodación de la última capa sobre la escollera juega un papel muy importante en los danos que se pudieran producir a futuro en el caso de oleajes extremos.

En este tipo de obras no se puede garantizar un ciento por ciento de integridad total de la estructura, Según los manuales es prudente dejar un margen de 5 % por danos ocasionados.

#### **3.3.3.6.4 Calculo del Peso de Roca requerido para la Coraza y sus Segmentos Interiores**

Se aplica la formula clásica de SPM (Shore Protection Manual) 7-110

##### **- Cara expuesta al oleaje**

$$W = \frac{WrH^3}{Kd(\delta - 1)^3 \cdot Cotg \theta}$$

$$W = \frac{2500(3.1)^3}{3.5(2.44-1)^3} = \frac{2500(29.79)}{3.5(2.985)^2} = 3.564 \text{ Kg.}$$

En la base de la cara expuesta se utilizara roca de 3600 Kg.

##### **- Cara Protegida**

Desde el nivel 1.35 hasta el nivel 3.80 se utilizara la misma roca de cara expuesta. En la parte inferior se utilizara roca de 2000 kg.

- **Cabezal**

$$W = \frac{WrH^3}{Kd(\delta - 1)^3 \cdot \text{Cotg } \theta}$$

$$W = \frac{2500(3.1)^3}{2.5(2.44-1)^3 \cdot 2.5} = \frac{2500(29.79)}{2.5(2.985)2.5} = 3.991 \text{ Kg.}$$

En la parte baja del cabezal hasta una altura de -0.20 metros se utilizara rocas de 4000 Kg.

- **Cabezal - Intermedio**

Se utilizara roca de 500 Kg

- **Núcleo**

Como relleno del núcleo se utilizara un replantillo entre 2 y 20 Kg.

**3.3.3.6.5 Calculo del Peso de Roca requerido para la Coraza y sus Segmentos Interiores**

**Datos:**

- Profundidad al pie de la estructura 2.20 metros = 7.20 pies.
- Pendiente del fondo marino frente a la estructura 1 a 200 = 0.005
- Rango de periodos de ola de diseño 10 y 18 segundos.

La máxima altura de la rompiente que se producirá contra la estructura, para los periodos máximo y mínimo indicados será:

**Para 10 segundos:**

$$ds/gT.^2 = \frac{7.2}{(32.2)10.^3} = \frac{7.2}{32.2 \times 100} = 0.0022$$

En la figura 7.4 del SPM, para 0.0022 y  $m= 0.005$ ,  $\frac{Hb}{ds} = 0.825$

$$Hb= 0.825 \times 7.2 = 5.94 \text{ pies} = 1.81\text{m}$$

**Para 18 segundos:**

$$ds/gT.^2 = \frac{7.2}{(32.2)18.^3} = \frac{7.2}{32.2 \times 324} = 0.00069$$

En la figura 7.4 del SPM, para 0.00069 y  $m= 0.005$ ,  $\frac{Hb}{ds} = 0.84$

$$Hb= 0.84 \times 7.2 = 6.05 \text{ pies} = 1.84\text{m}$$

Si el promedio de las más altas mareas de sicigia, MHWS es de 2.97m, la altura que alcanza el agua es de  $2.97 + (1.84/2) = 3.89\text{m}$ . Esto indica que el sobrepaso de agua sobre la escollera va a ser mínimo, considerando que el nivel de la escollera es de 3.80 metros.

En el presente capitulo se presentan los planos 1 a 4 con el diseño de las Escolleras 1, 2, y 3 respectivamente.

### **3.3.3.7 Diseño del Espigón**

El propósito de utilizar dos espigones, el uno ubicado al norte de la instalación y el otro al sur, es captar los sedimentos que se mueven a lo largo de la playa. En el caso del espigón sur captara los sedimentos que se mueven hacia el norte y en el caso del espigón norte captara los sedimentos que se mueven hacia el sur.

En los estudios básicos de ingeniería se determinó que el transporte de sedimentos es variable según las corrientes de las mareas y también depende del ángulo de incidencia de la ola.

La inclinación del espigón con respecto a la perpendicular a la playa es para que disipe la energía de la ola y se reduzca un tanto la erosión en los dos extremos del grupo de escolleras.

Con el fin de seducir los efectos que se producen por la colocación de estructuras perpendiculares a la playa se resolvió colocar un espigón de baja altura, de unos 2.0 metros sobre el fondo marino que lleve aproximadamente la misma pendiente de la playa.

### **3.3.3.7.1 Diseño Estructural**

Los criterios de diseño de los espigones son similares al que se usaron para las escolleras, con los siguientes parámetros de cálculo:

- Altura de ola  $H=3.0$  metros
- Peso específico de la roca  $2500 \text{ Kg/m}^3$
- Gravedad específica,  $\delta_r=2.44$
- Angulo de inclinación de la pendiente 1.5 a 1
- Coeficiente de Estabilidad para permitir un daño del 17%  $K_d = 7.5$
- Peso de la roca requerida:

$$W = \frac{WrH^3}{K_d (\delta - 1).^3 .Cotg \theta}$$

$$W = \frac{2500(3.1)^3}{7.5(2.44-1).^3 1.5} = 2.013 \text{ Kg.}$$

Se utilizara una roca de 2 toneladas.

### **3.4 Especificaciones Técnicas Generales**

Las dimensiones de La geometría de los componentes del muro, deben efectuar del muro debe cumplir con los condicionantes detallados en los diseños presentados en este documento.

Los bloques de piedra deberán cumplir los requisitos en base a los ensayos realizados a este material. Para realizar la construcción de los muros rompeolas, se tienen que usar tamaños de rocas diferentes, de manera que en el proceso constructivo de estos, haya una adecuada trabazón entre las piedras colocadas.

La materia prima interventora en este tipo de estructuras es la piedra “escollera” cuya unidad de la misma que por acumulación se edifica el enrocado. Debido a esto, las características del tipo de material tiene una significativa participación en el comportamiento de las estructuras.

Las unidades de rocas deberán proceder de macizos sanos, rocosos, de minas previamente seleccionadas, que en lo posible deberán estar ubicadas en los alrededores de la obra.

El tipo de material que se empleara en la construcción del muro de protección costera, se menciona a continuación:

Material fino para Escollera.- Al mencionar este tipo de material se supone material de menor diámetro, las mismas que serán utilizadas para la formación de las capas de replantillo y núcleo, y tendrán como máximo 40 cm de arista.

Material Intermedio para Escollera.- Como su nombre lo indica, es el material que conformara la capa de Intermedio, que se colocara entre las capas de núcleo y coraza y esta servirá como enlace para asentar el material rocoso de mayor dimensión. Este material deberá tener características que vayan entre 40 y 60cm de ancho.

Material grueso para Escollera.- Se refiere al material rocoso de mayor tamaño, las cuales tendrán aristas de entre 1.00 y 1.60 metros. Esta piedra de escollera gruesa será utilizada para la conformación de las capas de coraza, que deberán estar expuestas al impacto del oleaje todo el tiempo.

El nivel de cimentación de la estructura tiende a ser variable debido a la erosión y sedimentación que constantemente sufre el fondo marino en esta área, la misma que podrá ser comprobada previo al inicio de las obras al realizar la debida batimetría para poder obtener niveles ciertos de referencia.

Se deberá colocar un material granular con buenas características que permitan que haya un buen drenaje entre la cimentación de la estructura y el fondo marino.

El material rocoso que conformara la estructura de protección off shore tendrá que ser lo suficientemente rugoso y en su mayoría constar de aristas vivas, de esta manera evitando que los bloques sean redondeados y de esta manera se evite el deslizamiento del material.

Como lo demuestran los cálculos de las estructuras, estas constan de pendientes (inclinación) en su contorno, por lo que la parte del muro que quedara a la vista desde la playa debe ser lo más regular posible, el ancho del muro en su pie será de aproximadamente 30 metros y en la parte superior de 4 metros. El terminado en la capa superior del muro no quedara a nivel, debido a las irregularidades del material.

Una de las principales características de los elementos rocosos es la densidad de estos, la misma que según se ha mencionado en esta investigación no deberá ser menor a 2500 kg/m<sup>3</sup>; otra de las características es la resistencia a la compresión simple la misma que no deberá ser menor de 80 MPA (mega pascales), y por ultimo consideraremos el estado en que se encuentren las rocas para el muro de protección costera, ya que estas no deberán presentar fisuras ni

agrietamientos luego de su extracción y manipulación previo a su traslado al sitio de la obra, que pongan en riesgo la resistencia de las rocas.

Cabe mencionar que en la práctica se puede evaluar el estado en el que se encuentra el material, realizando una simple inspección visual que la realizara el técnico encargado de la cantera a fin de clasificar el material idóneo que servirá para cumplir con las funciones para las que se los requiere que es la de mitigar el impacto del oleaje.

Permanentemente se someterá al material a un tipo de ensayo muy peculiar que consiste en dejar caer un número determinado de bloques sobre una superficie lo suficientemente mediante la máquina excavadora Ensayos destructivos, entre los que destaca el de rotura por caída en que se somete un número determinado de bloques a un impacto normalizado, al dejarlos caer desde una altura fija sobre un suelo con la suficiente solidez para permitir que un bloque que se encuentre en mal estado, se rompa con facilidad, ya que el material que no cuente con la suficiente dureza, durante el proceso de cargada, transporte o manipulación no podrá ser colocado en la conformación de las estructuras de protección.

A medida que la estructura vaya alcanzando niveles mayores o para el uso del material para las capas de coraza, las exigencias deben ser mayores en el control de calidad de los elementos rocosos.

El material de coraza que conformara las caras exteriores e interiores de la estructura deberán ser colocadas de tal manera que por efecto del golpeteo de las olas no se deslicen o desestabilicen, por lo que se debe tener el máximo cuidado posible en la rugosidad, tamaño de aristas y trabazón de las rocas para poder formar una masa estable de rocas y precautelar la integridad del muro.

Gran parte de la resistencia y trabajabilidad de la estructura de protección costera, se obtiene no solo con la buena calidad de los materiales empleados, sino también con la adecuada clasificación y acomodo de las rocas de manera que estas

entre si conformen un cuerpo sólido y estable, con una sola finalidad que es de obtener un muro de protección costera duradero.

Para la conformación del muro enrocado, se debe contar con personal idóneo, los mismos que realizaran las maniobras de colocación del material en el sitio de implantación de la estructura y consecuente reconfiguración del mismo para así formar un solo cuerpo, debiendo además de en todo momento contar con un equipo de topografía, a fin de guardar la mejor regularidad y consolidación posible.

Las piedras ubicarán de tal manera que se conformara una estructura en 3 dimensiones, dotado con el material rocoso guardando la mejor trabazón que se posible, para lo cual el ingeniero residente de obra velara para que bajo su mando se realice un correcto trabajo, evitando dejar oquedades que provoquen el deslizamiento de material en el muro. Cada roca se deberá apoyar en su cara inferior en al menos dos rocas de la fila inferior y estar en contacto con los bloques laterales consiguientes, además de con otros dos de la fila superior. La colocación de los bloques de piedras se realizaran simulando la construcción de una pared, donde los bloques se superponen entre sí, evitando dejar columnas de piedras, este sistema se realizara de manera consecuente hasta llegar a la coronación de la estructura.

La fricción entre las rocas, permite el agarre y por consiguiente estabilidad de la estructura, ya que cabe mencionar que las piedras en todo momento se apoyaran entre ellas, cuyas aristas son las que permitirán producir la suficiente firmeza del paramento.

Previo a la colocación de las rocas que conformaran el muro, se debe comprobar que el material cumpla con los requisitos mínimos acerca de las propiedades que se mencionan en el presente trabajo. Para lo cual se realizara el proceso de toma de muestras en cantera a fin de que se le realicen los ensayos respectivos que develen sus características técnicas, cabe destacar que estos

ensayos en laboratorio, se deben realizar a las rocas cada vez que exista un cambio importante en la constitución de la veta de extracción de la cantera.

**Control en la ejecución de los trabajos.-** Se deberá realizar el control en la ejecución de los trabajos según la terminología propuesta en este documento, por lo menos se deberá cumplir con lo siguiente:

- Verificar el adecuado posicionamiento de las rocas, debiendo dejar la menor cantidad de oquedades y procurar obtener una trabazón adecuada entre sí, este trabajo es fundamental para la resistencia de la estructura, la misma que se realizara mediante el uso de una excavadora de orugas con pinzas adaptadas en su brazo a fin de que el operario pueda conseguir el agarre y maniobrabilidad deseado, el mismo que contara con la asistencia de un operario auxiliar que deberá estar presente en todo el proceso de construcción de estas estructuras.
- Para el control de la geometría del muro, se deben colocar bases medidas (BMs) topográficas en terrenos regulares y cercanos que sean afectados por la construcción de los enrocados, a fin de llevar el control de anchos, alturas de capas, regularidad de los taludes, etc.

**Características de la maquinaria.-** La maquinaria más idónea para la construcción de los muros rompeolas es la excavadora de orugas, la misma que tendrá acoplado un cucharón de 1.5m<sup>3</sup> de capacidad mínimo o pinzas de tamaño suficiente para obtener un buen agarre con el material de mayor tamaño. Esta excavadora se tendrá que colocar sobre una barcaza o gabarra (preferiblemente se deberán utilizar las gabarras debido a que constan con su propio equipo de impulsión, a diferencia de la barcaza que necesita ser impulsado por un lanchón adicional), esta maquinaria todo el tiempo permanecerá sobre la gabarra para poder realizar las maniobras de descargue de las demás gabarras que realizaran circuitos de transporte de las rocas y consiguiente vaciado de las mismas para la conformación de los muros

El material seleccionado para la conformación de los muros será transportado por el mar, mediante barcazas o gabarras con capacidad apropiada para la consecución de la obra, las mismas que serán provistas del material en un lugar adecuado para el acopio y que servirá como patio de maniobras para la cargada de dicho material. La excavadora de orugas deberá tener una potencia mínima de 115 kw.

**Períodos en la colocación de los bloques de escollera.-** El operario de la maquinaria tendrá una importante participación en la consecución de este trabajo, ya que los ciclos de trabajo que se manejen dependerán de la rapidez y lucidez con la que efectúa la maniobra de cargada del material a la cubierta de la gabarra, a continuación se mencionan las fases que componen esta actividad:

- Selección del material y escogimiento de la roca dentro del cucharón.
- Manipulación con la roca cargada.
- Descarga y ubicación de las rocas en la cubierta de la gabarra.
- Traslado del material mediante la gabarra hasta el sitio de implantación de los muros.
- Posicionamiento correcto de la piedra en el paramento.
- Regreso al acopio de piedras de escollera.

Es muy importante la manipulación del material antes de su puesta en servicio, ya que la captura con la pinza o su colocación dentro del cucharón. La colocación del bloque dentro del cucharón, o su captura con la pinza, forma parte de una etapa inicial en la colocación de las rocas, ya que se deberá trasladar el material de tal manera que este quede posicionado de tal manera que su colocación sea óptima.

La colocación deficiente de las rocas en el muro, significara una pérdida del ritmo de trabajo y por consecuencia disminución en el periodo de colocación, si esto ocurriere, se debe volver a iniciar el ciclo de cargada y colocación de las

rocas en la estructura, ya que en esta etapa se depende netamente de la habilidad del operador de la maquinaria.

Las maniobras para la colocación de las rocas se deben realizar de tal manera que durante el proceso contiguo no se produzcan colisiones que afecten las partes previamente construidas. Luego de haberse colocado la roca en el paramento con el visto bueno del ayudante del maquinista y la aprobación del ingeniero residente de obra, con lo cual se cerraría la etapa de colocación de la roca, posterior a esto se dará la vuelta de la maquina hacia la gabarra, donde se iniciara otro periodo al cargar la próxima roca.

**Factores implicados en la conformación de estructuras de protección costera.-** Los rendimientos conseguidos en la construcción de estructuras de protección costera, se basan en factores esenciales, tanto en la selección de la máquina cuya característica principal está determinada por su potencia y capacidad de la pinza o cucharón acoplados; en el aspecto operativo en cuanto a su funcionamiento durante el trabajo influenciado directamente por la capacidad del operador de la maquinaria determinándose de esta manera los ciclos óptimos de trabajo, y como parte fundamental las características de las rocas de escollera y sus propiedades, a fin de que conformen las estructuras antes mencionadas.

**Calidad de las rocas para los enrocados.-** El técnico responsable de la construcción de los enrocados, tendrá que garantizar que el material que conformara dichos muros, sea obtenido de la cantera que de acuerdo a su análisis, cumpla con las características que la obra requiere.

**Ejecución de los Trabajos.-** Al inicio de los trabajos para la conformación de los rompeolas, se deberá realizara una batimetría previa del sector donde se implantaran las estructuras a fin de que se determinen los niveles del fondo marino ya que como se ha mencionado debido a las corrientes, olas y mareas, los sedimentos son transportados de un lugar a otro constantemente, presentando una posible variación del fondo al momento de la ejecución de los trabajos. Se

realizara el posicionamiento de las estructuras para lo cual se utilizara un equipo topográfico para el alineamiento y demarcación de los puntos de referencia, donde posteriormente se realizara el vaciado y colocación del material según sea el caso. Luego se realizara el transporte por agua del material que servirá para la conformación del replantillo y núcleo de los muros, previo a esto en la cantera se procederá a la obtención del material para las escolleras debiendo obtener el material de mayor tamaño ya que con la obtención de este, además se produce el material que servirá para la conformación de las capas antes mencionadas. El trabajo de transporte por agua del material será similar en todas sus etapas salvo que a medida que se requiera el material de mayor tamaño, se notara una baja en el rendimiento del transporte de las mismas debido a que las rocas de mayor tamaño copan los espacios de las barcazas con un número menor de piedras además reduciendo en un gran porcentaje rendimiento para la colocación de este tipo de material. Durante la ejecución de los trabajos, se realizarán los siguientes controles:

- Comprobar el funcionamiento y buen estado de todos las maquinarias y equipos empleados por el Constructor.
- Cerciorarse que los materiales a emplearse cumplan con los requerimientos exigidos por el presente documento.
- Se realizaran mediciones al material que conforma las estructuras con equipo topográfico para efectos de pago.

**Calidad de la Obra.-** El contratante tendrá la potestad de aceptar o realizar observaciones al trabajo ejecutado si se denota falencias en la construcción de las estructuras, cabe destacar que durante el proceso constructivo, todo el tiempo el fiscalizador verificara los métodos de obtención de las rocas, el cumplimiento de sus características según inspecciones visuales, ciclos de trabajo, y colocación de las rocas en la conformación de las estructuras de protección costera.

**Monitoreo.-** Una vez finalizada la construcción, es recomendable realizar seguimientos topográficos constantes en cuanto al menos de la coronación de los

muros, para lo cual se colocaran puntos de referencia, a fin de conocer si existiere algún tipo de asentamiento producido por la carga que afecta al suelo marino.

**Unidad de medida.-** En este tipo de trabajos existe una gran cantidad de rubros, los mismos que tienen relación entre sí ya que sus unidades están dadas tanto en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) como en metros cúbicos por kilómetro (m<sup>3</sup>/km). Dicho esto, la unidad de medida serán los m<sup>3</sup> de las diferentes capas que intervienen en el muro medidos en sitio con equipos de medición, tales como teodolito, nivel o estación total, en los rubros tales como obtención del material, transporte por agua y colocación del material. El transporte o acarreo del material por tierra, será medido por m<sup>3</sup>/Km, siendo estos el mismo volumen de material que conformaran las escolleras multiplicado por los kilómetros recorridos desde la cantera hasta el sitio de acopio del material.

Además se debe mencionar que todos los rubros, deberán estar debidamente aceptados por el Fiscalizador y en concordancia con estas especificaciones.

### **3.5 Planos**

A continuación se presenta los planos que contienen los diseños definitivos de la alternativa propuesta, los mismos que se detallan a continuación:

- Lamina 1/6 Implantación general del campo de protección costera
- Lamina 2/6 Secciones longitudinal y transversal además de la implantación general de la escollera 1
- Lamina 3/6 Secciones longitudinal y transversal además de la implantación general de la escollera 2
- Lamina 4/6 Secciones longitudinal y transversal además de la implantación general de la escollera 3
- Lamina 5/6 Secciones longitudinal y transversal además de la implantación general del espigón norte
- Lamina 6/6 Secciones longitudinal y transversal además de la implantación general del espigón sur

-











### 3.6 Cantidades de Obra

Una vez obtenidos los diseños de las estructuras de protección costera, se procede a realizar el cálculo de los volúmenes de obra que conformaran cada una de las capas correspondientes a los muros de Escollera y a los Espigones, los cuales se detallan en el siguiente cuadro resumen:

PESO DE ROCAS	ESCOLLERAS			ESPIGONES	
	1 (m3)	2 (m3)	3 (m3)	Norte (m3)	Sur (m3)
2 – 20 Kg	2,971.73	3,052.21	3,040.28	485.42	568.65
500 Kg	1,979.24	1,958.60	1,987.32	645.15	649.32
2000 Kg	2,788.98	2,842.30	2,814.65	917.96	985.67
3600 Kg	3,561.80	3,684.14	3,628.71	-	-
4000 Kg	728.25	735.32	748.90	-	-
<b>TOTALES</b>	12,030.55	12,272.57	12,219.86	2,048.53	2,203.64

### 3.7 Presupuesto referencial del Proyecto.

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
Proyecto	"ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA QUE ACTUAN COMO DISIPADORES DE ENERGÍA DEBIDO AL OLEAJE; UBICADO EN LA ISLA JAMBELÍ, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO".				
PRESUPUESTO					
TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS</b>					
<b>1.1 - PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS</b>					
001	UBICACION Y SEÑALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS - ESCOLLERAS	GLOBAL	3.00	458.00	1,374.00
<b>SUB-TOTAL 1.1</b>					<b>\$ 1,374.00</b>
<b>1.2 PROVISION DE MATERIALES</b>					
002	PROVISION DE MATERIAL CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	M3	9,064.22	7.31	66,259.45
003	PROVISION DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	M3	5,925.16	9.97	59,073.85
004	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG	M3	8,445.93	12.65	106,841.01
005	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 3600 KG	M3	10,874.65	13.81	150,178.92
006	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 4000 KG	M3	2,212.47	14.37	31,793.19
<b>SUB-TOTAL 1.2</b>					<b>\$ 414,146.42</b>
<b>1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES</b>					
007	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	244,733.94	0.22	53,841.47
008	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	159,979.32	0.29	46,394.00
009	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	228,040.11	0.36	82,094.44
010	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 3600 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	293,615.55	0.44	129,190.84
011	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 4000 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	59,736.69	0.46	27,478.88
<b>SUB-TOTAL 1.3</b>					<b>\$ 338,999.63</b>
<b>1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO</b>					
012	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	M3	9,064.22	19.25	174,486.24
013	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	M3	5,925.16	22.49	133,256.85
014	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 2000 KG	M3	8,445.93	51.22	432,600.53
015	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 3600 KG	M3	10,874.65	40.96	445,425.66
016	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 4000 KG	M3	2,212.47	47.80	105,756.07
<b>SUB-TOTAL 1.4</b>					<b>\$ 1,291,525.35</b>
<b>PRECIO TOTAL ESCOLLERAS</b>					<b>\$ 2,046,045.39</b>
<b>2 - OBRA CIVIL ESPIGONES</b>					
<b>2.1 - PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS</b>					
017	UBICACION Y SEÑALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS - ESPIGONES	GLOBAL	2.00	110.16	220.32
<b>SUB-TOTAL 2.1</b>					<b>\$ 220.32</b>
<b>2.2 PROVISION DE MATERIALES</b>					
018	PROVISION DE MATERIAL CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	M3	1,054.07	7.31	7,705.25
019	PROVISION DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	M3	1,294.47	9.97	12,905.87
020	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG	M3	1,903.63	12.65	24,080.92
<b>SUB-TOTAL 2.2</b>					<b>\$ 44,692.04</b>
<b>2.3 TRANSPORTE DE MATERIALES</b>					
021	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	28,459.89	0.22	6,261.18
022	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	34,950.69	0.29	10,135.70
023	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG - LONG. 27 KM	M3/KM	51,398.01	0.36	18,503.28
<b>SUB-TOTAL 2.3</b>					<b>\$ 34,900.16</b>
<b>2.4 CONFORMACION DEL ENROCADO</b>					
024	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	M3	1,054.07	19.17	20,206.52
025	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA Y COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	M3	1,294.47	22.39	28,983.18
026	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 2000 KG	M3	1,903.63	28.56	54,367.67
<b>SUB-TOTAL 2.4</b>					<b>\$ 103,557.38</b>
<b>PRECIO TOTAL ESPIGONES</b>					<b>\$ 183,369.89</b>
<b>PRECIO TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>\$ 2,229,415.29</b>
SON: Dos millones doscientos veintinueve mil cuatrocientos quince US dólares 29/100 + IVA					
GUAYAQUIL, MARZO DEL 2015					
FAUSTO LOOR VELOZ OFERENTE					

### 3.7.1 Análisis de Precios Unitarios

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS					
Nombre del Oferente:		FAUSTO LOOR VELOZ			
Descripción General:		1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS			
Actividad:		1.1 - PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS		Unidad de Medida: GLOBAL	
Rubro:		UBICACION Y SEÑALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS - ESCOLLERAS		r = (Rend. H =...) 8	
<b>EQUIPOS:</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	0.01	\$ 6.87	\$ 0.07	\$ 0.56	0.12%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 40.00	8.73%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 80.00	17.47%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 120.56</b>	<b>26.32%</b>
<b>MANO DE OBRA:</b>					
DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 28.64	6.25%
Cadenero (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 51.52	11.25%
Buzo (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 28.64	6.25%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 28.64	6.25%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 137.44</b>	<b>30.00%</b>
<b>MATERIALES:</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Consumibles	gbl	1.00	\$ 200.00	\$ 200.00	43.67%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 200.00</b>	<b>43.67%</b>
<b>TRANSPORTE:</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					
<b>MARZO, 2015</b>					
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>\$ 458.00</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>\$ 458.00</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>\$ 458.00</b>	
.....					
<b>FAUSTO LOOR VELOZ</b>					
<b>OFERENTE</b>					

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS		
Actividad:	1.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	r = (Rend. H =...)	0.032

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.03	\$ 0.03		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 1.60	21.89%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 1.60	21.89%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 0.96	13.13%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 4.16</b>	<b>56.91%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.11	1.50%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.11	1.50%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.11	1.50%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.21	2.87%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.11	1.50%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.65</b>	<b>8.87%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Replantillo en banco	m3	1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	13.68%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	6.02%
Mecha lenta	m	1.30	\$ 0.17	\$ 0.22	3.01%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	5.34%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.41%
Fulminante	u	0.06	\$ 0.24	\$ 0.01	0.14%
Dinamita	kg	0.10	\$ 4.07	\$ 0.41	5.61%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 2.50</b>	<b>34.21%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 7.31</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 7.31</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 7.31</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS		
Actividad:	1.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	r = (Rend. H =...)	0.04

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.04	\$ 0.04		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.00	20.06%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.00	20.06%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 1.20	12.04%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 5.20</b>	<b>52.16%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.14	1.40%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.14	1.40%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.14	1.40%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.26	2.61%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.14	1.40%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.82</b>	<b>8.21%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Intermedio en banco	m3	1.00	\$ 2.00	\$ 2.00	20.06%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	4.41%
Mecha lenta	m	1.50	\$ 0.17	\$ 0.26	2.61%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	3.91%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.30%
Fulminante	u	0.10	\$ 0.24	\$ 0.02	0.20%
Dinamita	kg	0.20	\$ 4.07	\$ 0.81	8.12%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 3.95</b>	<b>39.61%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 9.97</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 9.97</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 9.97</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida: M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG	r = (Rend. H =...) 0.04571429

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.05	\$ 0.05		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.29	18.10%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.29	18.10%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 1.37	10.83%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 5.95</b>	<b>47.03%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.16	1.26%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.15	1.19%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.15	1.19%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.29	2.29%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.15	1.19%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.90</b>	<b>7.12%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Coraza en banco	m3	1.00	\$ 2.50	\$ 2.50	19.76%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	3.48%
Mecha lenta	m	2.00	\$ 0.17	\$ 0.34	2.69%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	3.08%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.24%
Fulminante	u	0.25	\$ 0.24	\$ 0.06	0.47%
Dinamita	kg	0.50	\$ 4.07	\$ 2.04	16.13%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 5.80</b>	<b>45.85%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 12.65</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 12.65</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 12.65</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS		
Actividad:	1.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 3600 KG	r = (Rend. H =...)	0.05333333

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.05	\$ 0.05		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.67	19.33%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.67	19.33%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 1.60	11.59%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 6.94</b>	<b>50.25%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.19	1.38%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.18	1.30%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.18	1.30%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.34	2.46%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.18	1.30%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 1.07</b>	<b>7.74%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Coraza en banco	m3	1.00	\$ 2.50	\$ 2.50	18.10%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	3.19%
Mecha lenta	m	2.00	\$ 0.17	\$ 0.34	2.46%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	2.82%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.22%
Fulminante	u	0.25	\$ 0.24	\$ 0.06	0.43%
Dinamita	kg	0.50	\$ 4.07	\$ 2.04	14.77%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 5.80</b>	<b>41.99%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 13.81</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 13.81</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 13.81</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida: M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 4000 KG	r = (Rend. H =...) 0.05714286

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.06	\$ 0.06		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.86	19.90%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.86	19.90%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 1.71	11.90%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 7.43</b>	<b>51.70%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.20	1.39%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.19	1.32%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.19	1.32%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.37	2.57%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.19	1.32%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 1.14</b>	<b>7.92%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Coraza en banco	m3	1.00	\$ 2.50	\$ 2.50	17.40%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	3.06%
Mecha lenta	m	2.00	\$ 0.17	\$ 0.34	2.37%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	2.71%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.21%
Fulminante	u	0.25	\$ 0.24	\$ 0.06	0.42%
Dinamita	kg	0.50	\$ 4.07	\$ 2.04	14.20%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 5.80</b>	<b>40.37%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 14.37</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 14.37</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 14.37</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida: M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...) 0.00075586

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.20	90.91%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.20</b>	<b>90.91%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.02	9.09%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.02</b>	<b>9.09%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.22</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.22</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.22</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida: M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...) 0.00098765

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.26	89.66%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.26</b>	<b>89.66%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.03	10.34%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.03</b>	<b>10.34%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.29</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.29</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.29</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida: M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...) 0.00118519

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.32	88.89%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.32</b>	<b>88.89%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.04	11.11%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.04</b>	<b>11.11%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.36</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.36</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.36</b>	

FAUSTO LOOR VELOZ  
OFERENTE

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS		
Actividad:	1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 3600 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...)	0.00148148

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.39	88.64%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.39</b>	<b>88.64%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.05	11.36%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.05</b>	<b>11.36%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.44</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.44</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.44</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS		
Actividad:	1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 4000 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...)	0.00155945

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.41	89.13%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.41</b>	<b>89.13%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.05	10.87%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.05</b>	<b>10.87%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.46</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.46</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.46</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida: M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	r = (Rend. H =...) 0.02285714

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.09	\$ 0.09		
Excavadora	3.00	\$ 50.00	\$ 150.00	\$ 3.43	17.82%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 13.71	71.22%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.11	0.57%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.23	1.19%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 17.48</b>	<b>90.80%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	3.00	\$ 3.57	\$ 10.71	\$ 0.24	1.25%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.33	1.71%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 0.96	4.99%
Buzo (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.08	0.42%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.08	0.42%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.08	0.42%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 1.77</b>	<b>9.21%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 19.25</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 19.25</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 19.25</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida: M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	r = (Rend. H =...) 0.02666667

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10		
Excavadora	3.00	\$ 50.00	\$ 150.00	\$ 4.00	17.79%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 16.00	71.14%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.13	0.58%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.27	1.20%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 20.40</b>	<b>90.71%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	3.00	\$ 3.57	\$ 10.71	\$ 0.29	1.29%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.38	1.69%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 1.12	4.98%
Buzo (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.10	0.44%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.10	0.44%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.10	0.44%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 2.09</b>	<b>9.28%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 22.49</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 22.49</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 22.49</b>	

FAUSTO LOOR VELOZ  
OFERENTE

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida: M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 2000 KG	r = (Rend. H =...) 0.05714286

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.23	\$ 0.23	\$ 0.01	0.02%
Excavadora	4.00	\$ 50.00	\$ 200.00	\$ 11.43	22.32%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 34.29	66.95%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.29	0.57%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.57	1.11%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 46.59</b>	<b>90.97%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.82	1.60%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.82	1.60%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 2.39	4.67%
Buzo (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.20	0.39%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.20	0.39%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.20	0.39%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 4.63</b>	<b>9.04%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>		<b>\$ 51.22</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>			
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>\$ 51.22</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 51.22</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida: M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 3600 KG	r = (Rend. H =...) 0.04571429

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.18	\$ 0.18	\$ 0.01	0.02%
Excavadora	4.00	\$ 50.00	\$ 200.00	\$ 9.14	22.31%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 27.43	66.97%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.23	0.56%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.46	1.12%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 37.27</b>	<b>90.98%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.65	1.59%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.65	1.59%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 1.91	4.66%
Buzo (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.16	0.39%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.16	0.39%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.16	0.39%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 3.69</b>	<b>9.01%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 40.96</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 40.96</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 40.96</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS	
Actividad:	1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida: M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 4000 KG	r = (Rend. H =...) 0.05333333

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.22	\$ 0.22	\$ 0.01	0.02%
Excavadora	4.00	\$ 50.00	\$ 200.00	\$ 10.67	22.32%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 32.00	66.95%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.27	0.56%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.53	1.11%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 43.48</b>	<b>90.96%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.76	1.59%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.76	1.59%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 2.23	4.67%
Buzo (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.19	0.40%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.19	0.40%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.19	0.40%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 4.32</b>	<b>9.05%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>		<b>\$ 47.80</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>			
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>\$ 47.80</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 47.80</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripción General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.1 - PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS	Unidad de Medida:	GLOBAL
Rubro:	UBICACION Y SEÑALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS - ESPIGONES	r = (Rend. H =...)	4

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	0.01	\$ 2.00	\$ 0.02	\$ 0.08	0.07%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 20.00	18.16%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 20.08</b>	<b>18.23%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 14.32	13.00%
Cadenero (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 25.76	23.38%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 40.08</b>	<b>36.38%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Cuarton, tira, piola, clavos, etc	global	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	45.39%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 50.00</b>	<b>45.39%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>		<b>\$ 110.16</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>			
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>\$ 110.16</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>\$ 110.16</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	r = (Rend. H =...)	0.032

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.03	\$ 0.03		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 1.60	21.89%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 1.60	21.89%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 0.96	13.13%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 4.16</b>	<b>56.91%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.11	1.50%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.11	1.50%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.11	1.50%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.21	2.87%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.11	1.50%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.65</b>	<b>8.87%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Replantillo en banco	m3	1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	13.68%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	6.02%
Mecha lenta	m	1.30	\$ 0.17	\$ 0.22	3.01%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	5.34%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.41%
Fulminante	u	0.06	\$ 0.24	\$ 0.01	0.14%
Dinamita	kg	0.10	\$ 4.07	\$ 0.41	5.61%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 2.50</b>	<b>34.21%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 7.31</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 7.31</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 7.31</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	r = (Rend. H =...)	0.04

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.04	\$ 0.04		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.00	20.06%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.00	20.06%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 1.20	12.04%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 5.20</b>	<b>52.16%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.14	1.40%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.14	1.40%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.14	1.40%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.26	2.61%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.14	1.40%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.82</b>	<b>8.21%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Intermedio en banco	m3	1.00	\$ 2.00	\$ 2.00	20.06%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	4.41%
Mecha lenta	m	1.50	\$ 0.17	\$ 0.26	2.61%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	3.91%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.30%
Fulminante	u	0.10	\$ 0.24	\$ 0.02	0.20%
Dinamita	kg	0.20	\$ 4.07	\$ 0.81	8.12%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 3.95</b>	<b>39.61%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 9.97</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 9.97</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 9.97</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.2 PROVISION DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	PROVISION DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG	r = (Rend. H =...)	0.04571429

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.05	\$ 0.05		
Excavadora	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.29	18.10%
Truck Drill	1.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 2.29	18.10%
Compresor 850 hp	1.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 1.37	10.83%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 5.95</b>	<b>47.03%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	1.00	\$ 3.57	\$ 3.57	\$ 0.16	1.26%
Operador de track drill (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.15	1.19%
Operador de Compresor (C2 GRUPO II)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.15	1.19%
Ayudante de perforador (D2)	2.00	\$ 3.22	\$ 6.44	\$ 0.29	2.29%
Perforador (C2)	1.00	\$ 3.39	\$ 3.39	\$ 0.15	1.19%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.90</b>	<b>7.12%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
Material de Coraza en banco	m3	1.00	\$ 2.50	\$ 2.50	19.76%
Cordón detonante	m	1.56	\$ 0.28	\$ 0.44	3.48%
Mecha lenta	m	2.00	\$ 0.17	\$ 0.34	2.69%
Nitrato de amonio	kg	0.50	\$ 0.77	\$ 0.39	3.08%
Diesel	galon	0.03	\$ 1.04	\$ 0.03	0.24%
Fulminante	u	0.25	\$ 0.24	\$ 0.06	0.47%
Dinamita	kg	0.50	\$ 4.07	\$ 2.04	16.13%
<b>PARCIAL O</b>				<b>\$ 5.80</b>	<b>45.85%</b>

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 12.65</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 12.65</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 12.65</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES	
Actividad:	2.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida: M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...) 0.00075586

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.20	90.91%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.20</b>	<b>90.91%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.02	9.09%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.02</b>	<b>9.09%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.22</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.22</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.22</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA INTERMEDIA W= 500 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...)	0.00098765

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.26	89.66%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.26</b>	<b>89.66%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.03	10.34%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.03</b>	<b>10.34%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.29</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.29</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.29</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.3 TRANSPORTE DE MATERIALES	Unidad de Medida:	M3/KM
Rubro:	TRANSPORTE DE MATERIAL CAPA CORAZA W= 2000 KG - LONG. 27 KM	r = (Rend. H =...)	0.00118519

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00				
Volqueta	7.00	\$ 38.00	\$ 266.00	\$ 0.32	88.89%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 0.32</b>	<b>88.89%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Chofer volquetas (C1)	7.00	\$ 4.67	\$ 32.69	\$ 0.04	11.11%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 0.04</b>	<b>11.11%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 0.36</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 0.36</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.36</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ	
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES	
Actividad:	2.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida: M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	r = (Rend. H =...) 0.02285714

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.08	\$ 0.08		
Excavadora	3.00	\$ 50.00	\$ 150.00	\$ 3.43	17.89%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 13.71	71.52%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.11	0.57%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.23	1.20%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 17.48</b>	<b>91.18%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	3.00	\$ 3.57	\$ 10.71	\$ 0.24	1.25%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.33	1.72%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 0.96	5.01%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.08	0.42%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.08	0.42%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 1.69</b>	<b>8.82%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 19.17</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 19.17</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 19.17</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA Y COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	r = (Rend. H =...)	0.02666667

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.10	\$ 0.10		
Excavadora	3.00	\$ 50.00	\$ 150.00	\$ 4.00	17.87%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 16.00	71.46%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.13	0.58%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.27	1.21%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 20.40</b>	<b>91.12%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	3.00	\$ 3.57	\$ 10.71	\$ 0.29	1.30%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.38	1.70%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 1.12	5.00%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.10	0.45%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.10	0.45%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 1.99</b>	<b>8.90%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 22.39</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 22.39</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 22.39</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIOS**

Nombre del Oferente:	FAUSTO LOOR VELOZ		
Descripcion General:	2 - OBRA CIVIL ESPIGONES		
Actividad:	2.4 CONFORMACION DEL ENROCADO	Unidad de Medida:	M3
Rubro:	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 2000 KG	r = (Rend. H =...)	0.032

**EQUIPOS:**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Herramientas Menores	1.00	\$ 0.12	\$ 0.12		
Excavadora	4.00	\$ 50.00	\$ 200.00	\$ 6.40	22.41%
Gabarra	4.00	\$ 150.00	\$ 600.00	\$ 19.20	67.23%
Estación Total	1.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 0.16	0.56%
Embarcación tipo bote	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 0.32	1.12%
<b>PARCIAL M</b>				<b>\$ 26.08</b>	<b>91.32%</b>

**MANO DE OBRA:**

DESCRIPCION - ESTR. OCUPACIONAL	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C = A * B	COSTO UNIT D = C * R	%
Operador Excavadora (C1 GRUPO I)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.46	1.61%
Capitan de embarcacion (gabarra C1)	4.00	\$ 3.57	\$ 14.28	\$ 0.46	1.61%
Tripulantes de embarcacion (D2)	13.00	\$ 3.22	\$ 41.86	\$ 1.34	4.69%
Topografo 2 (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.11	0.39%
Operador de embarcacion tipo bote (C1)	1.00	\$ 3.58	\$ 3.58	\$ 0.11	0.39%
<b>PARCIAL N</b>				<b>\$ 2.48</b>	<b>8.69%</b>

**MATERIALES:**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL O</b>					

**TRANSPORTE:**

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA A	PRECIO U. B	COSTO C = A * B	%
<b>PARCIAL (P)</b>					

**MARZO, 2015**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 28.56</b>	<b>100.00%</b>
<b>OTROS COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 28.56</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 28.56</b>	

.....  
**FAUSTO LOOR VELOZ**  
**OFERENTE**

### 3.8 Cronograma de Ejecución

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL																	
Proyecto		"ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA QUE ACTUAN COMO DISIPADORES DE ENERGÍA DEBIDO AL OLEAJE; UBICADO EN LA ISLA JAMBELLÍ, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO".															
CRONOGRAMA VALORADO DE OBRA																	
TABLA DE DESCRIPCION DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						TIEMPO EN MESES											
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
<b>1 - OBRA CIVIL ESCOLLERAS</b>																	
<b>1.1 - PREPARACIÓN DEL SITIO Y REPLANTEO DE LAS OBRAS</b>																	
001	UBICACION Y SEÑALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS - ESCOLLERAS	GLOBAL	3.00	458.00	1,374.00	1,374.00											
					<b>\$ 1,374.00</b>												
<b>1.2 PROVISION DE MATERIALES</b>																	
002	PROVISION DE MATERIAL. CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	M3	9,064.22	7.31	66,259.45	53,007.56	13,251.89										
003	PROVISION DE MATERIAL. CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	M3	5,925.16	9.97	59,073.85		41,351.69	17,722.15									
004	PROVISION DE MATERIAL. CAPA CORAZA W= 2000 KG	M3	8,445.93	12.65	106,841.01			74,788.71	32,052.30								
005	PROVISION DE MATERIAL. CAPA CORAZA W= 3600 KG	M3	10,874.65	13.81	150,178.92				37,544.73	75,089.46	37,544.73						
006	PROVISION DE MATERIAL. CAPA CORAZA W= 4000 KG	M3	2,212.47	14.37	31,793.19						31,793.19						
					<b>\$ 414,146.42</b>												
<b>1.3 TRANSPORTE DE MATERIALES</b>																	
007	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG - LONG. 27 KM	M3KM	244,733.94	0.22	53,841.47	43,073.17	10,768.2936										
008	TRANSPORTE DE MATERIAL. CAPA INTERMEDIA W= 500 KG - LONG. 27 KM	M3KM	159,979.32	0.29	46,394.00		32,475.80	13,918.20									
009	TRANSPORTE DE MATERIAL. CAPA CORAZA W= 2000 KG - LONG. 27 KM	M3KM	228,040.11	0.36	82,094.44			57,466.11	24,628.33								
010	TRANSPORTE DE MATERIAL. CAPA CORAZA W= 3600 KG - LONG. 27 KM	M3KM	293,615.55	0.44	129,190.84				32,297.71	64,595.42	32,297.71						
011	TRANSPORTE DE MATERIAL. CAPA CORAZA W= 4000 KG - LONG. 27 KM	M3KM	59,736.69	0.46	27,478.88						27,478.88						
					<b>\$ 338,999.63</b>												
<b>1.4 CONFORMACION DEL ENROCADO</b>																	
012	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA REPLANTILLO W= 2 A 20 KG	M3	9,064.22	19.25	174,486.24			87,243.12	87,243.12								
013	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA INTERMEDIA W= 500 KG	M3	5,925.16	22.49	133,256.85				79,954.11	53,302.74							
014	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 2000 KG	M3	8,445.93	51.22	432,600.53					86,520.11	173,040.21	173,040.21					
015	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 3600 KG	M3	10,874.65	40.96	445,425.66							44,542.57	155,898.98	155,898.98	89,085.13		
016	TRANSPORTE POR AGUA, DESCARGA, COLOCACION Y CONFORMACION DE CAPA CORAZA W = 4000 KG	M3	2,212.47	47.80	105,756.07										52,878.03	52,878.03	
					<b>\$ 1,291,525.35</b>												
<b>PRECIO TOTAL ESCOLLERAS</b>					<b>\$ 2,046,045.39</b>												



## 4. CAPÍTULO 4: METODOS CONSTRUCTIVOS

### 4.1 Localización de minas de Rocas para Escolleras

Siendo la materia prima para la construcción de este tipo de estructuras las rocas, debido a esto se debe localizar las minas o canteras que nos permita obtener materiales que cumplan con las exigencias técnicas del proyecto.

En inspecciones realizadas a los posibles lugares de extracción de materiales rocosos de diferentes granulometrías, se ha procedido a evaluar los sitios más próximos a la obra, para abastecerse de este indispensable material geológico.

Al material procedente de dichas canteras se le han practicado pruebas de laboratorio (como lo indica el capítulo 2 – Fundamentos técnicos obtenidos a partir de las rocas), donde se busca saber, la calidad, las características geológicas, el comportamiento mecánico, físico y químico, para satisfacer los requerimientos técnicos del proyecto.

De las inspecciones realizadas a 4 minas próximas a la obra, se destacan las siguientes, donde se describen los resultados de los ensayos realizados a las rocas según las características requeridas:

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ROCOSOS					
CANTERA	ROCA	GRAVEDAD ESPECIFICA (KG/M3)	ABSORCION (%)	UBICACIÓN DE MUESTREO (UTM PSA56)	
				N	E
Caña Quemada	Toba silicificada	2544	2.88	633361	9635107
Vega Rivera	Cuarcita	2539	2.45	636723	9618228
Palenque	Serpentinita	2617	3.38	636955	9626758
El Vergel	Toba silicificada	2259	10.09	632954	9640968



**Ilustración 41.- Canteras o Minas Rocosas**

#### **4.1.1 Distancia al sitio de embarque**

Una vez analizadas las minas o canteras propuestas más convenientes para el proyecto, por razones geotécnicas la cantera seleccionada para obtener el material rocoso que se empleara en la construcción de los muros de protección costera, será la de El Vergel. Entendiéndose por Geotecnia la rama que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra, aplicadas a las obras de Ingeniería Civil.

Para determinar la distancia hasta el sitio de embarque se ha inspeccionado posibles lugares de acopio de material, el mismo que debe poseer las siguientes características:

- Espacio para acopio del material
- Espacio para ingreso y maniobrabilidad de maquinaria pesada
- Debe estar contiguo al muelle para embarque del material hacia la obra

Entre los lugares inspeccionados están el muelle del Yatch club de Puerto Bolívar y la base naval Jambeli, pero debido a las características que se requieren, el sitio de acopio de material más idóneo estaría ubicado en las instalaciones de la Base Naval Jambeli de Puerto Bolívar, ya que este lugar posee el suficiente espacio para copio, maniobrabilidad y distribución del material hacia el sitio de la obra, habiendo que acondicionar un espacio en las riberas del estero y acondicionarlo para los requerimientos que necesita el proyecto en cuanto a lo antes mencionado.

En base a esto se ha elaborado una hoja de ruta, la cual permite obtener la distancia óptima de acarreo del material desde la cantera El Vergel ubicada en el cantón El Guabo hasta las instalaciones de la base naval Jambeli ubicada en la parroquia Puerto Bolívar, con lo que se pretende ahorrar tiempo, combustible, desgaste automotriz y fatiga humana, la misma que se detalla en la tabla adjunta:

Esta hoja de ruta que a continuación se muestra, se da en base a el plano con el detalle de los recorridos parciales que deben realizarse desde la mina o cantera seleccionada para este proyecto, hasta el sitio de acopio del material (patio de maniobras), ubicado en la base naval Jambeli de Puerto Bolívar.

TRAMO:	LONGITUD
VIA A CANTERA	1.42 Km
VIA GUABO – PASAJE	2.04 Km
Y DEL GUABO – INTERSECCION SEMAFORO PASAJE	2.32 Km
VIA LA IBERIA – PASAJE	3.64 Km
VIA LA PRIMAVERA – LA IBERIA	1.43 Km
AV. CIRCUNVALACION NORTE	10.36 Km
VIA A PUERTO BOLIVAR	3.87 Km
ENTRADA LICEO NAVAL	1.84 Km
<b>DISTANCIA TOTAL</b>	<b>26.92 Km</b>

Por lo tanto, la distancia efectiva de acarreo del material a considerarse para este proyecto, será de 27 Km.

#### **4.1.2 Geología de la mina**

La Geología de la mina se refiere a las características mineralógicas que presentan las betas constituidas por material terroso que aflora en la superficie de la corteza terrestre y que se encuentra abundantemente en zonas determinadas propicias para su explotación y extracción por medio de diversas metodologías sea manual, industrial o por medio de explosivos.

### 4.1.3 Ensayos de Laboratorio de las Rocas

El ensayo básico en rocas que nos da las propiedades índices y de calidad, es el ensayo Triaxial con diferentes modificaciones

Este ensayo se lleva a cabo en probetas cilíndricas que se preparan de manera similar a las utilizadas en los ensayos de compresión simple. La probeta se rodea de una camisa de goma y se coloca dentro de una célula en la que se puede introducir líquido a presión, normalmente aceite o agua. La camisa tiene por objeto impedir el contacto de la roca con dicho líquido y debe ser suficientemente flexible para que la presión del líquido se transmita a la roca. La tensión axial principal, Fig.1, se ejerce sobre la probeta mediante dos cilindros de acero que pasan a través de la cara superior e inferior de la célula. Habitualmente no se utilizan equipos de medición de presión de poro en este ensayo, ya que en la mayor parte de las rocas son poco porosas, por lo que las presiones intersticiales suelen tener poca importancia en ellas; dada la velocidad con que se aplica la tensión axial no hay tiempo, en general, para que la probeta drene completamente durante el ensayo, lo que puede producir un incremento de las presiones intersticiales. Las deformaciones axial y circunferencial de la muestra se suelen medir, a veces, mediante bandas extensométricas pegadas a la superficie de la misma.

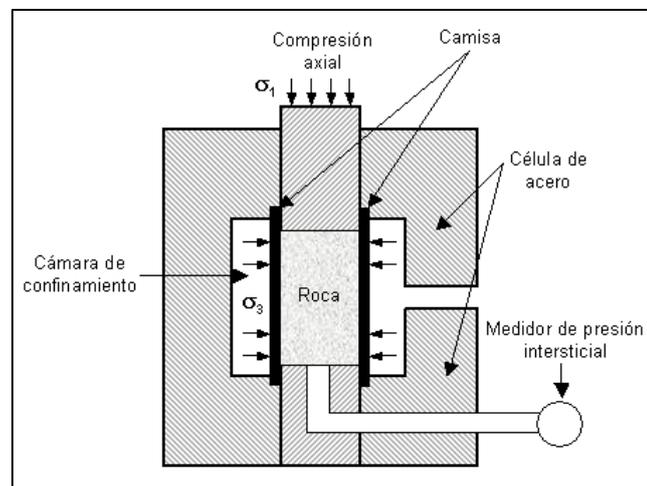


Ilustración 42.- Esquema de ensayo de compresión Triaxial

Para llevar a cabo los ensayos triaxiales, además de la célula, es necesario, según se muestra en la Figura 1, una prensa convencional y una bomba capaz de generar la presión de confinamiento y mantenerla constante durante la prueba.



**Ilustración 43.- Ensayos de Laboratorio Practicado a las Rocas**



**Ilustración 44.- Ensayos de Laboratorio Practicado a las Rocas**

#### ***4.1.4 Análisis de alternativas de perforación, explosivos y mallas de explotación***

Se puede decir que la perforación y voladura es una técnica aplicable a la sustracción de rocas en terrenos adecuados, donde de manera rentable los medios mecánicos no son los más idóneos. Partiendo de esta premisa, este método se aplica a cualquier método de explotación, tales como: en minería, en obra civil. La

técnica de perforación y voladura se basa en la realización de perforaciones en la roca, donde posteriormente se colocarán explosivos que, mediante su detonación, transmiten la energía necesaria para la fragmentación del macizo rocoso a explotar. De esta manera, se tienen dos tecnologías claramente diferenciadas: la tecnología de la perforación y la tecnología de diseño y ejecución de voladuras. Las técnicas de perforación, además de la aplicación a la ejecución de perforaciones para voladuras, se emplean para multitud de aplicaciones, como puede ser la exploración, drenajes, sostenimiento, etc. La perforación en roca ha ido evolucionando con el tiempo con la incorporación y empleo de diferentes tecnologías, bien por la eficiencia conseguida, o bien por otros condicionantes externos (económicos, medioambientales, etc.). Las más empleadas y desarrolladas se basan en sistemas de perforación mecánicos, conocidos como sistemas de perforación “a rotación” y “a percusión”. Existe una relación intrínseca entre la perforación y la voladura, ya que puede afirmarse categóricamente que “una buena perforación posibilita una buena voladura, pero una mala perforación asegura una mala voladura”. Se entiende por buena perforación aquella que se ha hecho con los medios y técnicas más adecuadas y que además se ha ejecutado de forma correcta. Asimismo una buena voladura será aquella que cumple con el objetivo para que el que fuera diseñada. (MINERAS, 2013)

#### **4.1.4.1 *Sistemas de Perforación a Percusión***

De este sistema de perforación se puede mencionar que esta denominación engloba todas aquellas formas de perforación en las que la fragmentación de la roca se produce básicamente por impacto de un útil de filo más o menos aguzado sobre la misma. Los sistemas de percusión simple son todavía utilizados en algunos equipos viejos de perforación de pozos de agua (perforadoras de cable), que básicamente consisten en un trépano en forma de cuchilla con el filo inferior más o menos aguzado y que, suspendido de un cable, se deja caer sobre el fondo del pozo. En éste fondo se retiran periódicamente los fragmentos producidos mediante un útil especial (cuchara) que los recoge junto con una cierta cantidad de agua que se añade para facilitar la operación. Este sistema se encuentra en la

actualidad totalmente obsoleto. Los sistemas que se van a abordar en éste capítulo y que se utilizan actualmente son rotopercusivos, en los que además de la percusión proporcionan al útil de corte un movimiento de rotación y una relativamente pequeña fuerza de empuje para una transmisión de la energía más eficaz. En estos sistemas la velocidad de perforación es proporcional a la potencia de percusión (producto de la energía de impacto por la frecuencia de golpes). En cambio, la rotación y el empuje son meras acciones auxiliares que, siempre y cuando se superen unos valores mínimos necesarios para espaciar convenientemente los puntos de incidencia de los impactos y mantener el útil de perforación en contacto con la roca, influyen relativamente poco en la velocidad de perforación. El martillo es el elemento que proporciona la percusión mediante el movimiento alternativo de una pieza de choque, que es el pistón, que sucesivamente golpea sobre el utillaje de perforación. El pistón puede ser accionado por aire comprimido (perforación neumática) ó por aceite hidráulico (perforación hidráulica). (MINERAS, 2013)

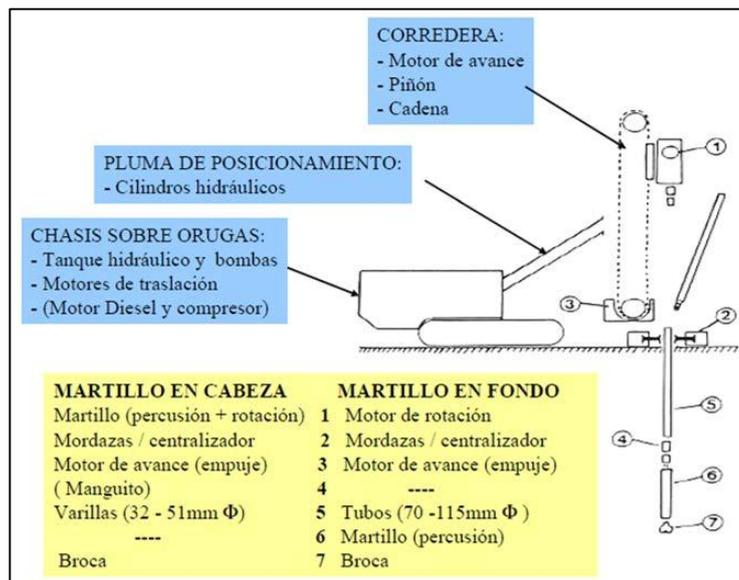
#### **4.1.4.1.1 Perforación Neumática**

Este tipo de perforación comprende en que el fluido de accionamiento es aire comprimido a una determinada presión, normalmente de valores comprendidos entre 7 y 25 bar. (MINERAS, 2013)

Existen dos alternativas:

1. Que la percusión se produzca fuera del taladro y se transmita a la broca a través de la sarta de varillaje (martillo en cabeza). (MINERAS, 2013)

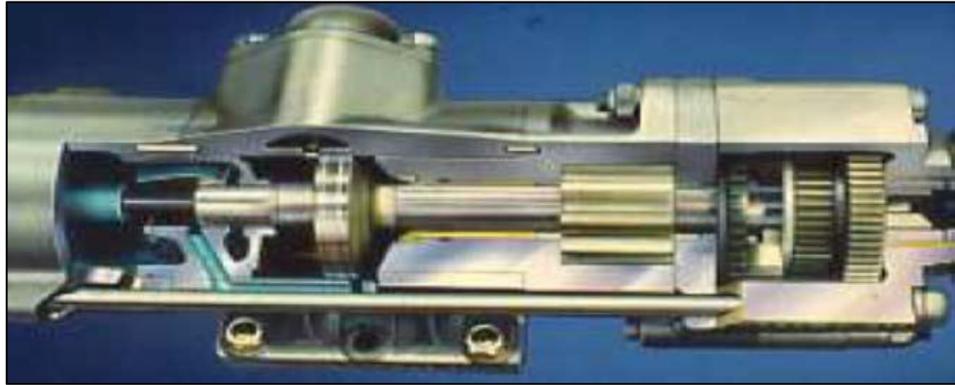
2. Que el martillo se sitúe en el fondo del taladro, golpeando así el pistón directamente sobre la broca (martillo de fondo). La disposición de los distintos elementos en cada una de estas alternativas es la que se indica en la ilustración 45. (MINERAS, 2013)



**Ilustración 45.- Disposición de elementos en perforación neumática (MINERAS, 2013)**

**Perforadoras con Martillo en Cabeza.-** Estas perforadoras poseen un tipo de martillo en la cabeza, el mismo que está diseñado para trabajar mediante la presión de aire a 7 - 8 bares máximo. Como consecuencia, y al objeto de disponer de una energía de impacto suficiente, el área de trabajo del pistón ha de ser grande (ténganse en cuenta que la energía de impacto viene dada por el producto de tres factores: presión efectiva, área y carrera del pistón). El perfil longitudinal del pistón tiene por tanto forma de T, tal y como se puede apreciar en la ilustración 46. (MINERAS, 2013)

Este tipo de martillo, como puede verse indicado en la ilustración 45, también incorpora el mecanismo de rotación que a su vez puede ser independiente o no del de percusión en función de los tamaños y diseños. El empuje lo proporciona el motor de avance que a su vez acciona una cadena a la que va enganchado el martillo y que de esta forma desliza sobre un bastidor denominado “corredera” o “deslizadera”. El conjunto generalmente queda montado sobre un chasis que sirve de portador para el resto de elementos que proporcionan todos los movimientos de posicionamiento y traslación. (MINERAS, 2013)



**Ilustración 46.- Martillo Neumático (MINERAS, 2013)**

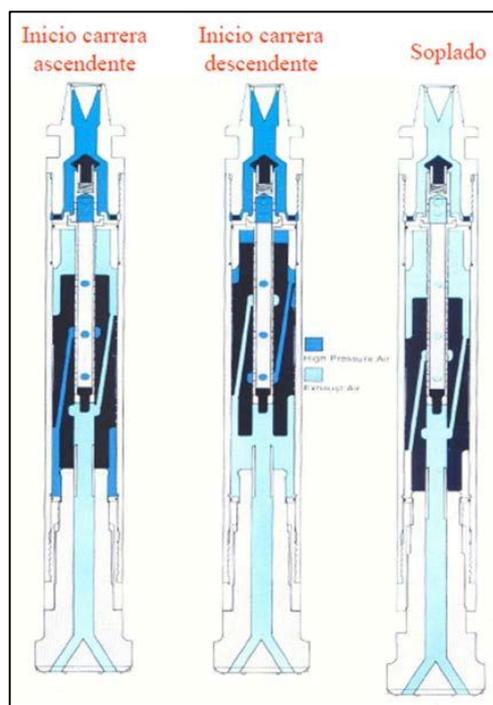
También se conoce que la fuente de energía primaria para la percusión es el aire comprimido que a su vez es suministrado por un compresor incorporado en el equipo de perforación. En modelos más antiguos, el aire comprimido era suministrado desde una unidad compresora independiente y remolcable, ya que disponía de sus propias ruedas y que se conectaba a la perforadora mediante una manguera. Esta unidad podía situarse a una distancia de unos 20 – 40 m de la perforadora para que las pérdidas de presión no fueran excesivas (Ilustración 47). (MINERAS, 2013)



**Ilustración 47.- Disposición de equipos de perforación: con martillo en cabeza (izq) y con martillo en fondo (derecha) (MINERAS, 2013)**

**Perforadoras con Martillo en Fondo.-** Estas perforadoras son las que, a diferencia de los martillos en cabeza, el elemento que proporciona la percusión o martillo va situado en el interior del taladro e incorpora únicamente el mecanismo de percusión (los elementos que proporcionan la rotación y el empuje son del todo independientes y están situados en superficie). El chasis y los restantes elementos son similares a los mencionados para las perforadoras de martillo en cabeza, e incluyen también el compresor y la cabina para el operador. (MINERAS, 2013)

Este martillo tiene forma cilíndrica, el aire a presión abre la válvula antirretorno situada en la parte superior del martillo y entra en el tubo central distribuidor. De las tres oquedades de salida de éste, sólo la central se encuentra abierta, de forma que el aire llega a la parte inferior del pistón a través de uno de los conductos internos del mismo y lo impulsa hacia arriba, el pistón se encuentra en la parte superior y ahora es la oquedad inferior la única que se encuentra abierta. Así el aire llega a la parte superior del pistón a través del otro conducto y lo impulsa hacia abajo. (MINERAS, 2013)

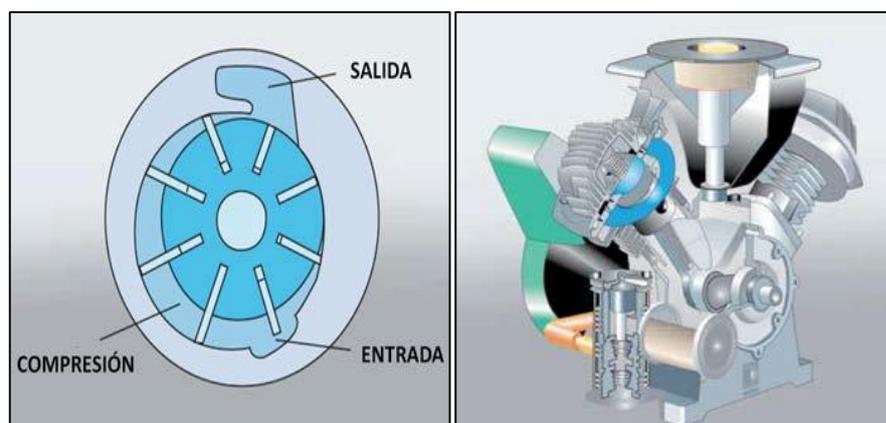


**Ilustración 48.- Funcionamiento del martillo en fondo (MINERAS, 2013)**

**Compresores.-** Estos compresores son los equipos que suministran el aire comprimido a los distintos elementos de accionamiento neumático. En perforación se utilizan fundamentalmente tres tipos distintos de unidades compresoras o sistemas de compresión: (MINERAS, 2013)

- De pistón
- De paletas
- De tornillo

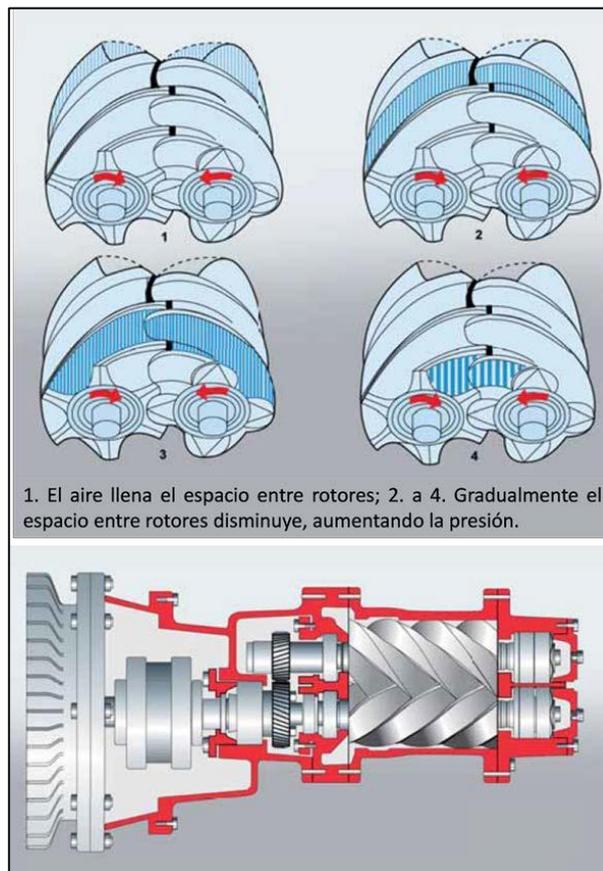
Los dos tipos primeros se representan están representados en la ilustración 49. Donde en las unidades de pistón el aire se comprime mediante el desplazamiento de un émbolo o pistón en el interior de un cilindro hasta que alcanzada una determinada presión se abre la válvula de escape. Las unidades de paletas consisten en un rotor excéntrico con unas paletas que se mueven radialmente dentro de las ranuras en que se alojan acoplándose a las paredes del cilindro. De esta forma, al girar, aprisionan el aire confinándolo cada vez en espacios más reducidos, hasta que finalmente el aire comprimido sale por una lumbrera de escape. (MINERAS, 2013)



**Ilustración 49.- Diagrama de compresor de pistón (izquierda) y de paletas (derecha)  
(MINERAS, 2013)**

En el sistema de tornillo, se puede apreciar que opera según el mismo principio de confinamiento progresivo del aire que entra por la admisión, pero en este caso se hace aprisionándolo entre dos rotores helicoidales que giran en

sentido contrario, siendo el rotor macho el elemento motriz que arrastra al rotor hembra. El accionamiento principal suele ser mediante motor Diesel si se trata de un equipo portátil pero podría ser también eléctrico si por cualquier razón se optara por una versión estacionaria. El conjunto incluye también obviamente todos los accesorios necesarios (calderín, filtros, radiador para refrigeración, sistemas de regulación según demanda, protecciones, etc.). (MINERAS, 2013)

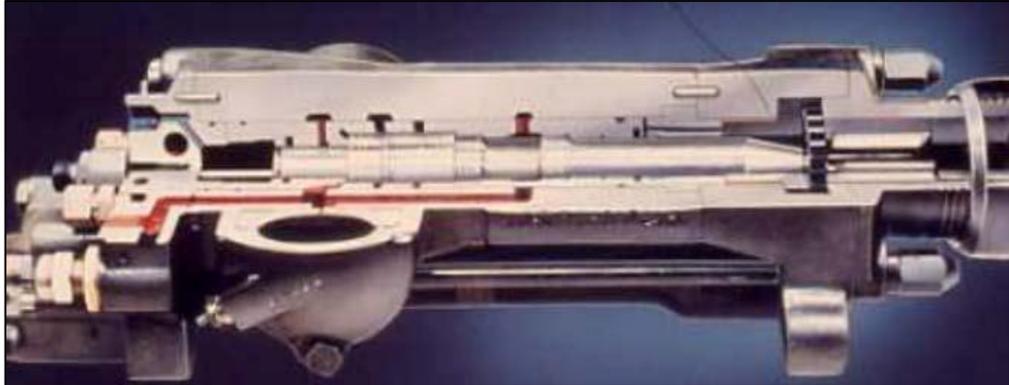


**Ilustración 50.- Principio de funcionamiento sección un de compresor de tornillo**  
(MINERAS, 2013)

#### **4.1.4.1.2 Perforación Hidráulica**

Se dice que las perforadoras de martillo en cabeza hidráulico (no existen en la actualidad martillos en fondo hidráulicos), funcionan con aceite hidráulico a 100-250 bar de presión. Esta presión, que es de 15 a 35 veces superior a la del aire que alimenta los martillos neumáticos, permite en los martillos hidráulicos que el área de trabajo del pistón sea muy pequeña y prácticamente reducida a un

insignificante resalte del mismo, por lo que adquiere un perfil longitudinal casi rectangular y muy estilizado (Ilustración 51). (MINERAS, 2013)



**Ilustración 51.- Martillo Hidráulico (MINERAS, 2013)**

Este pistón, por su forma geométrica distinta de la de un pistón de martillo neumático, genera una onda de tensión sobre el varillaje también diferente. Se trata (como se aprecia en la figura N° 11) de una onda de forma escalonada y de período  $2L/c$ , cuyo primer escalón en los martillos hidráulicos tiene una forma prácticamente rectangular, mientras que en los neumáticos presenta un pico, originado justamente por la parte más ancha del pistón. Tal y como se indica en la misma figura, si se representara en ordenadas el cociente  $Scf^2/Y$  en vez de la magnitud  $f$ , se tendrían otras nuevas curvas similares a las anteriores y, de acuerdo con la expresión de la energía de impacto, ésta vendría representada por el área comprendida entre estas nuevas curvas y el eje de abscisas. De la simple observación de la figura se deduce que, con un martillo hidráulico, puede conseguirse una mayor energía de impacto, siendo el esfuerzo ejercido sobre el varillaje incluso algo menor. (MINERAS, 2013)

De esta manera puede aplicarse de un 50 a un 100 % más de potencia de percusión sobre el varillaje sin incrementar la fatiga del mismo. Este aumento de potencia permite perforar más rápidamente o, lo que es más interesante aún, incrementar el diámetro de perforación con una sustancial mejora de la producción. (MINERAS, 2013)

**Tabla 20.- Potencia de percusión en función del diámetro de varillaje (MINERAS, 2013)**

Tabla 1: Potencia de percusión en función del diámetro de varillaje		
Diámetro de Varillaje	Martillo Neumático	Martillo Hidráulico
7/8''	3 kw	5 kw
1'' HEX	6 kw	9 kw
1 ¼''	8 kw	12 kw
1 ½''	10 kw	15 kw
1 ¾''	12 kw	18 kw
2''	15 kw	22 kw

En la tabla 20 se indican las potencias de percusión aplicables normalmente a los distintos varillajes, según se trate de martillos neumáticos o hidráulicos. Sin embargo, cabe aún señalar que, con los últimos equipos hidráulicos, cuyo alto grado de automatización permite un riguroso control de todos los parámetros de perforación (empuje, rotación, etc.), las potencias de percusión aplicables son incluso superiores a las indicadas en esta tabla. (MINERAS, 2013)

La perforación hidráulica presenta además otras ventajas sobre la neumática, como son:

- Menor consumo energético. A modo de ejemplo, cabe señalar que una perforadora hidráulica de exterior, con doble potencia que una neumática, puede tener aún hasta un 25% menos de potencia instalada debido al mejor rendimiento de los equipos hidráulicos en comparación con los neumáticos.
- Mejora de las condiciones ambientales, pues al desaparecer el escape de los martillos neumáticos, se reduce el nivel de ruido, especialmente en las bandas de baja frecuencia, que son las menos amortiguadas por los protectores auditivos.

- Permite un mayor grado de automatización de los equipos. El carácter de fluido incompresible que tiene el aceite, le permite, a diferencia de lo que sucede con el aire, detectar cualquier cambio de las condiciones de trabajo como puede ser, por ejemplo, el inicio de un atranque. Esta circunstancia se reflejará inmediatamente en un incremento del par resistente y esto, a su vez, en un aumento de presión en el circuito hidráulico que gobierna la rotación, lo que permitirá diseñar un sistema automático antiatranque. (MINERAS, 2013)



**Ilustración 52.- Carrero perforador sobre orugas (MINERAS, 2013)**



**Ilustración 53.- Jumbo hidráulico (MINERAS, 2013)**

#### 4.1.4.1.3 Sistemas de Perforación a Rotación

Esta es una denominación en la que se agrupan todas aquellas formas de perforación en las que la fragmentación de la roca se produce básicamente por compresión, corte o por la acción combinada de ambos. Un empuje sobre el útil de perforación que supere la resistencia a la compresión de la roca y un par de giro que origine su corte por cizalladura, son las dos acciones básicas que definen la perforación rotativa. (MINERAS, 2013)

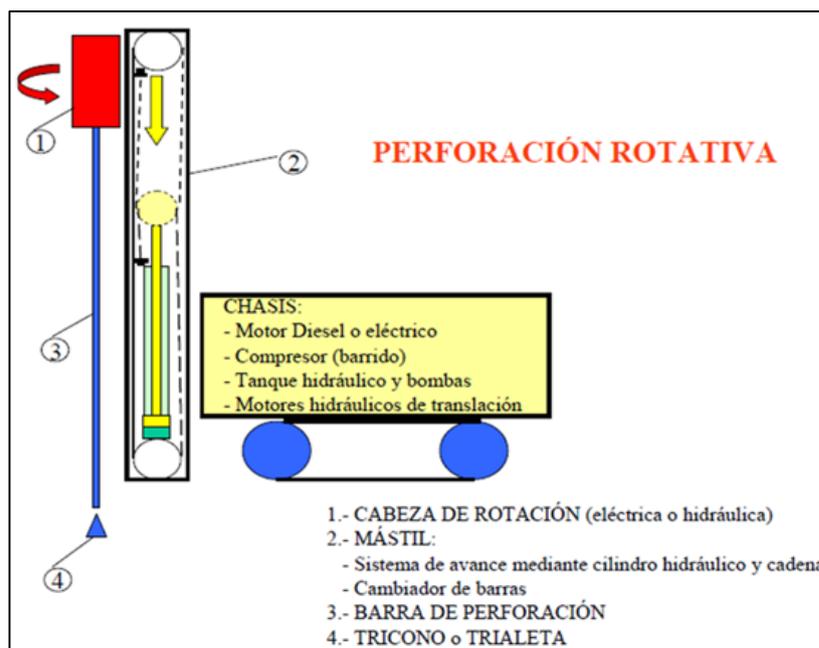


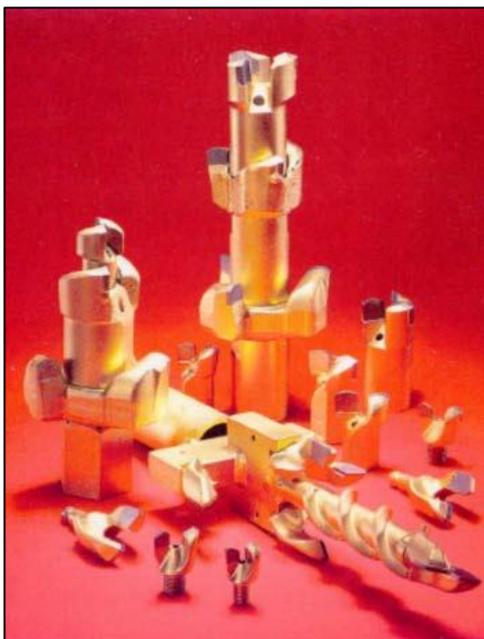
Ilustración 54.- Componentes de un sistema de perforación a rotación (MINERAS, 2013)

La ilustración 54 muestra esquemáticamente los distintos componentes que incorporan los equipos que se utilizan para este tipo de perforación y que son similares a los mencionados para la perforación percusiva, salvo en lo que se refiere al sistema de avance pues, al requerirse mayores fuerzas de empuje, éste suele estar constituido por un sistema de cadena y/o cilindros hidráulicos. Dependiendo del tipo de útil que se emplee, existen dos variantes distintas de perforación rotativa: perforación rotativa por corte (con trialeta, boca de tenedor, etc.) y perforación rotativa con tricono. Existe además una tercera variante, que es la perforación con corona de diamante que suele añadir la abrasión a las acciones de compresión y cizalladura antes mencionadas. Este sistema es el que

generalmente se emplea para los sondeos con extracción de testigos. (MINERAS, 2013)

**Perforación por Corte.-** Incluye todas las formas de perforación rotativa mediante útiles, cuya estructura de corte está formada por elementos de carburo de tungsteno convenientemente dispuestos en la herramienta de perforación y en la cual ocupan unas posiciones fijas (Figura 15). Este útil, dependiendo de su forma y tipo de aplicación, recibe distintas denominaciones (trialeta, broca de tenedor, broca progresiva, etc.). (MINERAS, 2013)

La fragmentación de la roca en este tipo de perforación parece originarse principalmente como consecuencia de los esfuerzos de cizalladura generados. Consecuentemente, la velocidad de perforación varía de forma proporcional a la velocidad de giro. También es proporcional a la fuerza de empuje, pero siempre y cuando ésta no supere un cierto valor límite que haga a la broca hundirse tanto dentro de la formación que quede virtualmente atascada. (MINERAS, 2013)



**Ilustración 55.- Útiles de perforación por corte (MINERAS, 2013)**

Cabe mencionar aquí que las velocidades de perforación obtenidas con este sistema, en las contadas aplicaciones en que es viable, son muy superiores a las

que se obtendrían con un sistema a percusión. La razón hay que buscarla en el hecho de que este tipo de perforación rotativa es un proceso de corte de la roca casi continuo, mientras que, en la perforación percusiva, la fragmentación de la roca ocupa en tiempo escasamente el 15% del ciclo del martillo. (MINERAS, 2013)

La principal limitación de este tipo de perforación radica en el fuerte incremento que experimentan tanto el par de giro como el desgaste del útil a medida que aumenta el diámetro de perforación o la dureza de la roca. Este sistema sirve por tanto para rocas blandas que puedan perforarse con empujes inferiores a las 2500 libras por pulgada de diámetro (500 N/mm aproximadamente) y cuyo contenido en sílice no supere el 8%. (MINERAS, 2013)

La velocidad de rotación estará limitada por el desgaste del útil de perforación que, a su vez, depende de la naturaleza de la roca y de la velocidad periférica. Así pues, velocidad de rotación y diámetro de barreno habrán de adecuarse entre sí para que, salvo en casos de rocas extremadamente blandas y nada abrasivas, la velocidad periférica del útil de corte no sea superior a 1 m/s. (MINERAS, 2013)

***Perforación Rotativa con Tricono.***- Su desarrollo se inició en los pozos de petróleo. La necesidad de que dichos pozos fueran cada vez más profundos, con el incremento en cuanto a diámetro inicial de perforación y dureza de las formaciones a atravesar que ello conlleva, indujo a pensar en la conveniencia de disponer de unos elementos de corte móviles que permitieran a la vez perforar con menos par y reducir los desgastes. Esta nueva herramienta era el tricono, formado por tres piñas troncocónicas que, montadas sobre un juego de cojinetes, ruedan sobre el fondo del taladro (Ilustración 56). (MINERAS, 2013)



**Ilustración 56.- Triconos (MINERAS, 2013)**

***Selección del equipo de perforación.***- El tipo de perforadora a utilizar en cada caso viene a grandes rasgos determinado por las tres características siguientes:

- Gama de diámetros de perforación.
- Sistema de perforación.
- Tipo de montaje y accionamiento. (MINERAS, 2013)

Son varios los condicionantes técnicos y económicos que se han de apreciar para determinar estas especificaciones generales que definen el tipo de máquina. El diámetro viene definido por el tipo de trabajo y los condicionantes específicos del mismo. Si por ejemplo se trata de perforación para la ejecución de una voladura, el ritmo de producción, el volumen de roca a volar y en última instancia el diseño y geometría de la voladura implicarán la definición de un determinado diámetro de perforación. Otros condicionantes como el grado de fragmentación requerido por las operaciones siguientes (carga, transporte y trituración) o la eventual necesidad de limitar el nivel de vibraciones producido por la explosión pueden también ser determinantes del diámetro de perforación. (MINERAS, 2013)

Si se trata de un sondeo con extracción de testigo continuo, la profundidad y tipo de roca son determinantes de los diámetros inicial y final a utilizar en el

sondeo. Si por el contrario se trata de una perforación para sostenimiento, el tipo de anclaje condiciona el diámetro de perforación. Un anclaje corto (perno de 25 mm diámetro) requiere un taladro de poco más diámetro (p. ej. 30 - 35 mm) para conseguir una buena adherencia. Un anclaje largo (doble cable trenzado de 15 mm diámetro) requeriría un taladro de 51 mm diámetro. (MINERAS, 2013)

Una vez definido el diámetro, el sistema de perforación puede seleccionarse en función de ese diámetro y del tipo de roca expuesta en capítulos anteriores, sin olvidar la influencia de otros aspectos como son la longitud del taladro y la repercusión en el resultado final de posibles desviaciones. (MINERAS, 2013)

Quedando por definir los tipos de montaje y accionamiento. El tipo de energía disponible, el grado de contaminación admisible (según el equipo opera en superficie ó bajo tierra), el grado de movilidad necesario y en algunos casos, el coste de inversión y período de amortización han de tenerse en cuenta a la hora de elegir un accionamiento diésel o eléctrico. (MINERAS, 2013)

Las características del terreno, tales como topografía, movilidad y maniobrabilidad exigibles y la necesaria adecuación a las características de otros equipos que trabajen en el mismo frente son generalmente los condicionantes que determinan las características del chasis portador del equipo de perforación (montaje sobre patines, vía, orugas o ruedas). (MINERAS, 2013)

Con esto estaría quedando definido a grandes rasgos el equipo de perforación. Posteriormente, la consideración de aspectos económicos, de diseño y de fiabilidad decantarán la decisión sobre un equipo específico de los varios que suele haber disponibles en el mercado. (MINERAS, 2013)

Con todo lo mencionado se trata de definir de una manera razonable para implementar el mejor sistema de perforación aplicable a este tipo de proyectos, ya que como además se ha mencionados las características del suelo, y las condiciones en las que se va a efectuar el trabajo, por lo tanto una alternativa

aceptable en la ejecución de este trabajo será el sistema de perforación a rotación, debido a que este método evita la fracturación de la masa terrosa y por ende la fracturación de las rocas, las mismas que podrán ser extraídas en buen estado con un debida explotación controlada.

#### **4.1.4.2 Principios acerca de explosivos y las hipótesis de la Detonación**

Se menciona que los explosivos son sustancias químicas con un cierto grado de inestabilidad en los enlaces atómicos de sus moléculas que, ante determinadas circunstancias o impulsos externos, propicia una reacción rápida de disociación y nuevo reagrupamiento de los átomos en formas más estables. Esta reacción, de tipo oxidación-reducción, es inducida térmicamente por los llamados “puntos calientes”, se conoce con el nombre de detonación y origina gases a muy alta presión y temperatura, los cuales generan a su vez una onda de compresión que recorre el medio circundante. (MINERAS, 2013)

De esta manera, la energía química contenida en el explosivo se transforma en la energía mecánica de esa onda de compresión. Cabe señalar que en contra de lo que pudiera imaginarse, no es cuantitativamente importante (por ejemplo, un kilogramo de explosivo contiene aproximadamente una décima parte de la energía contenida en un litro de gasolina). La clave que le proporciona su singular poder expansivo es su capacidad de liberarla en un corto espacio de tiempo. (MINERAS, 2013)

La onda de compresión se genera por el aumento de volumen que sufren los productos de reacción en forma gaseosa, de manera que se dispone de energía mecánica suficiente y aplicable a la fragmentación de rocas, convirtiéndose en un elemento clave en minería y en todo tipo de excavaciones en roca. (MINERAS, 2013)

#### **4.1.4.2.1 *Propiedades y características de los explosivos***

La elección del explosivo más apto para un fin determinado, supone conocer las características de cada explosivo y, a partir de ellas, elegir el más adecuado al tipo de aplicación que se precise. (MINERAS, 2013)

Las características de carácter práctico que son básicas de un explosivo son las que se señalan a continuación:

- Potencia explosiva
- Poder rompedor.
- Velocidad de detonación.
- Densidad de encartuchado.
- Resistencia al agua.
- Calidad de humos
- Sensibilidad.
- Estabilidad química.
- Potencia Explosiva (MINERAS, 2013)

#### **4.1.4.2.2 *Concepto básico en el diseño de voladuras***

Como un concepto básico y practico acerca de las voladuras, se puede decir que, “Se entiende por voladura la disposición de un grupo de barrenos, en los que se ha colocado una cierta carga de explosivo y se inicia con una secuencia tal que se consiguen los resultados de fragmentación y desplazamiento deseados, sin afectar a elementos ajenos a la misma”. (MINERAS, 2013)

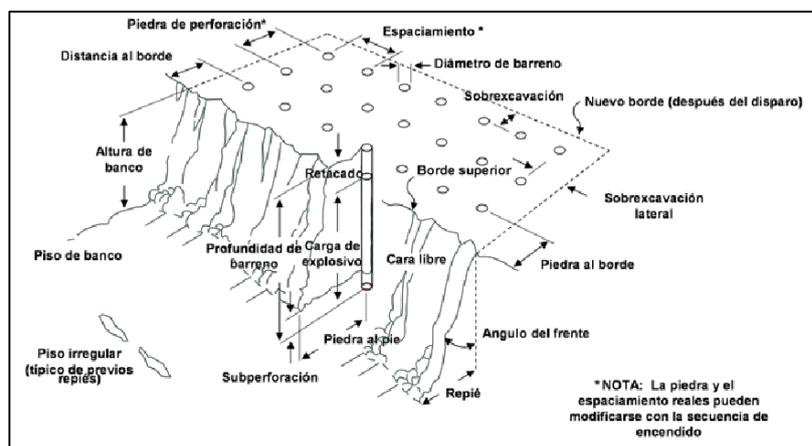
Con esta definición no se especifica en dónde tiene lugar la voladura, siendo posible la ejecución de voladuras bien a cielo abierto o bien en interior (en trabajos subterráneos), teniendo cada una características diferentes. Además, en dicha definición se introducen varios conceptos que se desarrollarán de aquí en adelante, como son, entre otros: (MINERAS, 2013)

- Disposición de barrenos: ubicación de los barrenos en la voladura

- Carga de explosivo: cantidad de agentes explosivos por barreno
- Secuencia: orden de detonación de los barrenos
- Fragmentación: distribución de tamaños de la pila de roca volada.
- Desplazamiento: movimiento de la pila de roca volada. (MINERAS, 2013)

**Parámetros de las voladuras en banco.-** Antes de introducir cada uno de los conceptos anteriores es necesario establecer las definiciones de aquellos conceptos que se van a emplear de aquí en adelante en el desarrollo del diseño de voladuras. De este modo, para una voladura a cielo abierto se pueden definir, entre otros conceptos, los siguientes: (MINERAS, 2013)

- Banco: lugar donde se ubican los barrenos de voladura que viene definido por la planificación establecida así como el método de explotación.
- Altura de banco: Distancia vertical entre dos bancos adyacentes.
- Ángulo del frente: ángulo del talud definido entre dos bancos adyacentes. Puede expresarse bien con respecto a la vertical, o bien respecto a la horizontal.
- Piedra: Distancia entre el barreno y la cara libre.
- Espaciamiento: Distancia entre dos barrenos adyacentes en la misma fila. (MINERAS, 2013)



**Ilustración 57.- Parámetros de voladuras en banco (MINERAS, 2013)**

***Fórmulas de cálculo de esquemas de voladura en banco.***- Muchas son las fórmulas propuestas por distintos autores para el cálculo del esquema o malla de perforación en las voladuras en banco. Todas ellas manejan uno o varios de los factores vistos anteriormente, denominados factores geométricos, inherentes a la roca e inherentes al explosivo. (MINERAS, 2013)

El problema que surge en el cálculo de voladura es que no todos estos parámetros pueden determinarse con igual facilidad y grado de precisión. Además, algunos de ellos, como la potencia del explosivo y la dureza de la roca, son conceptos genéricos que admiten interpretaciones diversas. (MINERAS, 2013)

Por otra parte, todas estas fórmulas han sido desarrolladas de manera empírica y, lógicamente, muchas de ellas, aun siendo adecuadas para aplicaciones similares a las de partida, presentan desviaciones importantes en circunstancias radicalmente diferentes. (MINERAS, 2013)

Hacer una relación de todas ellas resultaría prolijo y, en muchos casos, por la razón anteriormente mencionada, también estéril. Por ello, para que resulte una aplicación eminentemente práctica, se tratará aquí de interpretar aquéllas que, por su utilidad ó facilidad de aplicación, son más interesantes. (MINERAS, 2013)

Como idea inicial no se debe olvidar que siempre y cuando se disponga en la voladura de una adecuada cara libre, la zona de fragmentación aceptable se extiende hasta una distancia de aproximadamente 40 veces el diámetro de la carga. Esta primera estimación es la que da lugar a la sencilla regla nemotécnica que sugiere que, supuesta una malla cuadrada ( $B=S$ ), "la piedra B expresada en metros ha de ser aproximadamente igual al diámetro de la carga D, expresado en pulgadas". (MINERAS, 2013)

$$B = 40 \cdot D \leftrightarrow B(\text{metros}) = D(\text{pulgadas}) \text{ (MINERAS, 2013)}$$

Obviamente, se trata tan sólo de una primera aproximación que no tiene en cuenta ni el tipo de explosivo, ni el tipo de roca ni otros factores que pueden influir, y de hecho influyen, en el correcto diseño de la voladura. Sin embargo, para unos datos iniciales y un primer diseño conceptual, es de gran utilidad. (MINERAS, 2013)

Dentro de este tipo de formulaciones de extremada sencillez cabe mencionar las propuestas por P.A.RUSTAN (1990): (MINERAS, 2013)

- Voladuras a Cielo Abierto y diámetros entre 89 y 311 mm:

$$B = 18,1 \cdot D^{0.689} \text{ (MINERAS, 2013)}$$

- Voladuras Subterráneas y diámetros entre 48 y 165 mm:

$$B = 11,8 \cdot D^{0.630} \text{ (MINERAS, 2013)}$$

Se llegó a tales expresiones tras un muestreo de casi un centenar de datos entre explotaciones de uno y otro tipo, con unos coeficientes de correlación del 0,78 y del 0,94 respectivamente. (MINERAS, 2013)

Dichas fórmulas, aunque simples, reflejan dos aspectos que no tenía en cuenta la regla anterior: (MINERAS, 2013)

A medida que aumenta el diámetro del barreno, la carga se encuentra peor distribuida dentro del macizo rocoso. Por ello no es posible aumentar la piedra en la misma proporción que se aumenta el diámetro (Exponente de D menor que 1). (MINERAS, 2013)

En explotaciones subterráneas, con menor cara libre y mayor confinamiento, las voladuras se encuentran generalmente más confinadas, con peor salida, lo que obliga también a reducir la piedra (Distinto coeficiente para uno y otro caso). (MINERAS, 2013)

R.L. ASH en 1963 propuso una fórmula del mismo estilo que, de alguna manera, tenía en cuenta el tipo de roca y de explosivo, pero no así el primero de los dos aspectos que se acaba de mencionar. Por ello, puede decirse que se trata de una fórmula aplicable a diámetros grandes. La fórmula de ASH es la siguiente: (MINERAS, 2013)

$$B = K \cdot D \text{ (MINERAS, 2013)}$$

Donde K es una constante que varía con el tipo de explosivo y de roca, según el siguiente cuadro: (MINERAS, 2013)

Densidad y potencia del explosivo	K=40	K=35	K=30
	K=35	K=30	K=25
	K=30	K=25	K=20
	Dureza de la roca		

Ilustración 58.- Parámetro “k” de la fórmula de Ash (MINERAS, 2013)

## 4.2 Transporte de rocas

El transporte de rocas consiste en movilizar el material para la conformación de los muros de escolleras mediante medios mecánicos, para lo cual deberán existir suficientes volquetas dedicadas exclusivamente a este trabajo, las mismas que deben estar debidamente acondicionadas, ya que este tipo de material tiende a deteriorar este tipo de maquinaria, la cual se desplazara en base a la hoja de ruta descrita. Los costos de transportación en el sector están determinados por kilómetro recorrido y metro cubico de carga



**Ilustración 59.-** Proceso de cargada de material en la cantera



**Ilustración 60.-** Proceso de traslado de material desde cantera hasta sitio de acopio

#### ***4.2.1 Equipo a utilizar***

Para la construcción de obras civiles de protección costera existe un sinnúmero de maquinarias que podrían servir para los fines requeridos. Para esta clase de obras, este tipo de artefactos se denominan comúnmente como maquinaria pesada debido a la alta potencia que generan sus motores, los mismos que deben garantizar un rendimiento y funcionamiento estable, lo que hace que esta maquinaria se desempeñe en condiciones de trabajo exigentes capaz de soportar condiciones climáticas adversas, vías inaccesibles, tareas forzadas, etc.

Del universo de maquinarias resulta indispensable o ser las principales para esta actividad las siguientes:

- 2 Track drill de 12 Hp de potencia
- 1 Compresor de 185 Hp
- 2 Excavadoras con potencia de 320 Hp
- 7 Volquetas con capacidad mínima de 12 m<sup>3</sup>

#### **4.2.2 Metodología de cálculo de volúmenes**

La manera más utilizada para el cálculo de volúmenes en la construcción de muros de escollera y/o espigones, es mediante el método geométrico de las Dovelas, el mismo que consiste en dividir en dovelas (porciones) de anchos iguales o constantes el perfil en análisis, por lo que obtendremos áreas parciales que luego serán sumadas entre sí para obtener el área total, que a su vez multiplicados por el largo del muro, nos permitirá encontrar el volumen de las escolleras y/o espigones; lo expuesto se lo puede expresar matemáticamente mediante la siguiente formula:

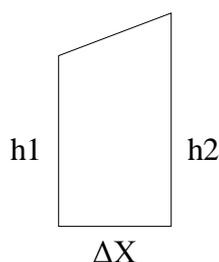
$$Vol = \Delta X \cdot L \cdot \Sigma \left[ \frac{(h1 + h2) \cdot}{2} + \frac{(hi + hi') \cdot}{2} + \dots \frac{(hn + hn') \cdot}{2} \right]$$

Expresión modificada de BISHOP

Dónde:

- Vol = Volumen del material en el muro
- $\Delta X$  = Ancho uniforme de la dovela
- L = Longitud del muro
- $\Sigma$  = Sumatoria de alturas parciales de la dovela
- h1 = Altura de la dovela
- h2 = Otra altura de la dovela

Dovela Tipo:



Esta expresión matemática para encontrar los volúmenes parte de la ecuación de estabilidad de taludes propuesta por BISHOP, por lo que los volúmenes del muro de protección podrá hallarse si y solo si la estructura se encuentra con una estabilidad que permita su trabajabilidad.

### **4.3 Alternativas de métodos de embarque**

Las condiciones que presenta este proyecto basado en la respectiva investigación que se ha llevado a cabo, lleva a mencionar que consiste en transportar el material netamente por carga terrestre.

Para este estudio se han considerado dos métodos de embarque de material, desde el lugar de acopio de materiales hasta las barcazas o gabarras que permiten transportar esto hasta el sitio donde se implantara la obra:

La primera alternativa es lograr un stock o acopio de materiales en el patio de maniobras con la finalidad de acumular el material y de esta manera se optimice el rendimiento de las volquetas ya que desde este punto se podrá embarcar el material mediante el uso de maquinaria (excavadoras), y con este material acopiado se podrá obtener un óptimo proceso de embarque hacia las gabarras, de esta manera se lograra realizar la mayor cantidad de embarques como sea posible.

La segunda alternativa es trazar un circuito de recorrido para las volquetas con la finalidad que estas descarguen el material directamente a las gabarras, por lo que estas deberán tener una cubierta lo suficientemente rígida para que soporten el

desplazamiento de volquetas con 10 o 12 toneladas de carga, y que a su vez estas realicen circuitos de traslado de material al sitio de descarga en la obra.

Se puede decir que el método más favorable para realizar el embarque del material a las gabarras, es la primera alternativa, ya que mediante este método tendremos una optimización de tiempo y recursos máquina-hombre en el transcurso de consecución de la obra.

#### ***4.4 Transporte de rocas por agua***

La principal manera de trasladar las rocas al sitio de obra es utilizando gabarras. Se llama gabarra o barcaza a una embarcación que se desplaza vía fluvial o marítima, de forma rectangular que puede ser impulsada por motores que permiten brindar servicios preferentemente en lugares rurales o apartados geográficamente debido a que estos lugares son carentes de vías de comunicación, especialmente puentes.

Las gabarras deberán permanecer ancladas en el muelle esperando a ser cargadas con el material rocoso para dirigirse al sitio de la obra, por lo cual se utilizarán dos excavadoras de orugas con pinza o cucharón de capacidad mínima 1.5 m<sup>3</sup> a fin de que provean de suficiente material a la gabarra y esta pueda realizar el circuito de transporte y descarga del material en el sitio de la obra, por lo que se estima un recorrido de 50 minutos de ida, 40 minutos de regreso y 30 minutos en la descarga del material que conformara las estructuras de protección, aunque para la descarga del material hay que tomar en consideración las condiciones de la marea y del oleaje.

Cuando se produzcan las mareas más bajas de sicigia (alineación de sol, luna y tierra que producen las pleamares más altas que las promedio y bajamares más bajas que las promedio) hay que trabajar en el sitio con mayor cuidado, principalmente si es que hay oleajes fuertes, estos se producen mayormente en épocas de vientos. Las más altas deben aprovecharse para trabajar en la parte superior de las escolleras.

El factor que más va a afectar, durante el proceso de descarga de material desde las gabarras, es el oleaje. En el primer semestre del año hasta Julio, las condiciones de oleaje son benignas. Durante los estudios de campo realizado, las alturas de ola no sobrepasaron los 0.80 metros, manteniéndose la mayor parte del tiempo entre alrededor de los 0.60 metros de altura. Con estas condiciones de ola se puede trabajar tranquilamente con toda seguridad.

Además de estos condicionantes para la descarga de material se debe indicar el método de descarga del material en el sitio de implantación de las estructuras de protección; ya que se debe emplear una gabarra, la misma que transportara y mantendrá en su cubierta todo el tiempo una excavadora de orugas con pinza o cucharón, la cual se encargara de realizar la descarga del material en el sitio que indiquen los puntos de señalización de los linderos de las estructuras que previo a la descarga serán delimitadas por el equipo de topografía que permanentemente realizara los controles del caso.

#### ***4.4.1 Equipo a utilizar***

El trabajo de transporte por agua y descarga del material en el sitio de la obra, se tendrá que realizar mediante el uso como mínimo de las siguientes maquinarias:

- 4 gabarras con capacidad mínima de 80 toneladas.
- 3 excavadoras de orugas con capacidad mínima de 320 Hp (se utilizaran 2 para carga y 1 para descarga del material de las gabarras, dependiendo del rendimiento obtenido, también eventualmente se podrán transportar 2 excavadoras al sitio de la obra).
- 1 bote o fibra

Este equipo a utilizar se considera como mínimo para la ejecución del proyecto, dichos equipos se utilizaran para la consecución de la tercera fase del proyecto que consiste en el transporte por agua del material, ya que las excavadoras se encargaran de abastecer de material a las gabarras, las cuales

realizaran el transporte por agua y el bote o fibra será empleado para transportar al personal técnico que se encargara de realizar el control de la obra y el monitoreo con el equipo topográfico competente.

#### ***4.5 Alternativas de descarga y colocación de rocas en Escolleras***

Para este tipo de trabajos las metodologías en la descarga de material son escasas, ya que el trabajo se realizara directamente en el espacio acuático, donde no se tendrá ningún contacto con la playa, mencionado esto se pueden determinar dos métodos de descarga del material:

- El primer método consiste en que la gabarra conste con compuertas en la parte inferior de la embarcación, a fin de que cuando se encuentre justo sobre el area de descarga, proceda a abrir sus compuertas para que el material se deposite en el punto indicado y la estructura de a poco vaya alcanzando la altura deseada.
- La segunda alternativa consiste en que la gabarra transporte normalmente el material en su cubierta y al instante de su llegada al sitio de depositacion del material se posicione realizando maniobras conjuntas con la embarcación que transportara la excavadora; a fin de que ambas trabajen en simultaneo, se entrelazaran para evitar que el oleaje las disperse y dificulte la descarga del material. Luego de realizadas estas maniobras, con el uso de la maquinaria se procederá a realizar el vaciado del material, cuyo operador tendrá que proceder con la mayor cautela posible para colocarlo dentro de los linderos de la estructura.

Habiendo dicho esto, es claro que la alternativa óptima para la descarga y colocación de rocas en la estructura es la segunda debido a su funcionalidad, consecuente a estas alternativas de descarga se menciona dos metodologías de trabajo para complementar la alternativa optima de descarga:

- La primera consiste en la depositación del material filtrante de 2-20 kg en cada muro simultáneamente a fin de que en cuanto este tipo de material alcance su altura de diseño se proceda a realizar la colocación de la capa siguiente; intermedia y coraza.
- La segunda alternativa consta en realizar la colocación de del material filtrante de 2-20 kg en una estructura a la vez, hasta que este alcance su altura de diseño, para así colocar el material de las capas restantes, intermedio y coraza, a fin de ir concluyendo una estructura a la vez.

Se puede mencionar que las dos metodologías para la alternativa escogida son válidas, pero se recomienda utilizar la primera alternativa debido a que la obtención de material en la cantera se la va diferenciando por los distintos tamaños de rocas que van a formar cada capa de las estructuras de protección costera, y de la misma manera se deberá realizar el transporte y acopio en el patio de maniobra.

#### ***4.5.1 Batimetrías del lugar***

La primera actividad que se efectuara en el proyecto es la batimetría del lugar donde se implantaran las estructuras, que es el equivalente a la topografía común que se realiza generalmente en las obras en tierra firme, con la finalidad de conocer el relieve del fondo marino y así considerar las variables geométricas que influirán en la conformación de dichas estructuras.

Es necesario elaborar un modelo batimétrico el cual tendrá un patrón geométrico a seguir, en todo el proceso de ejecución de la batimetría del proyecto, debiéndose considerar una amplia cobertura a la franja submarina con la finalidad de controlar los puntos y coordenadas por donde pasan los ejes de proyección del trazado de la estructura de protección costera.

La batimetría debe aplicarse de forma permanente en toda la extensión de la duración del proyecto, mediante esta actividad se podrá controlar el tendido de los taludes de muros de protección, el ancho de las capas con el respectivo volumen

que demandan cada una ellas, la proyección vertical necesaria de las estructuras que permitirán cerrar paso a las olas. Se debe tener presente que la batimetría no solo es para medir la extensión y el relieve de la franja marina del proyecto sino que también controla y moldea la forma a las estructura del muro marino.

Las estaciones que generan poligonales deben estar permanente ubicadas en la parte continental del sector (playa es decir, alineadas en forma perpendicular al eje de la estructura y de manera similar con la sección transversal de la misma con la variante de que en vez de estar en tierra firme en control se lo realizara usando un medio de flotación marino con la asistencia de buzos que utilizando cámaras y otros dispositivos digitales complementaran el control geométrico de las estructuras de protección costera.

Entre los dispositivos que se emplean y se consulta continuamente es el mareógrafo que nos da registros similares a un acelerógrafo sísmico y que nos permite mediante este aparato hacer gráficos de la altura de la marea en función del tiempo (horas), además con un sonar manual y con la ayuda de otros artefactos batimétricos, podemos identificar y trazar los veriles o sea es la descripción de las curvas de igual profundidad.

#### **4.5.2 Estudio de Suelos**

Los estudios de suelo son esencialmente importantes para cualquier tipo de proyecto, con los cuales se procurara desvanecer incertidumbres típicas de los suelos que serán sometidos a esfuerzos permanentes de cargas y las inevitables combinaciones que estas producen y que se presentan a lo largo de la vida útil de la estructura de protección costera y el suelo donde esta será implantado. El suelo donde se construirán los muros de escolleras y espigones perpendiculares oblicuos a la línea costera, son suelos de características no drenadas, donde la presión de poros será constante, además se debe tener presente que el suelo del fondo marino se lo asocia y se los diseña bajo el criterio de la aplicación de los esfuerzos totales.

Los estudios de suelos obtenidos mediante exploraciones geofísicas, prueba de laboratorio y obtención de muestras geológicas nos permitirán obtener constantes, parámetros y demás correlaciones geotécnicas útiles para interpretar el geo-medio del proyecto. Por lo tanto, es evidentemente necesario para fines constructivos realizar estudios de suelo en particular y demás estudios geotécnicos en general.

#### ***4.5.3 Determinación de Asentamientos por cargas puntuales***

El suelo donde se implantara la estructura de protección costera estará sometido a cargas puntuales y de todo tipo, consecuencia de esto se producirán ciertos casos de asentamientos y esfuerzos.

Consideraríamos como carga puntual la que se produce en el acto de colocación o el de acumulación de rocas en un área reducida, que da un efecto similar al del golpeteo de un martillo en una estructura de protección costera, esta fuerza puntual desplaza la estructura al lado débil del terreno.

Las cargas puntuales se asocian con las cargas permanentes ya existentes, formando un solo cuerpo monolítico, es decir al llegar o ponerse una carga puntual a la estructura, la carga puntual sirve de impulso que desplaza a las cargas acumuladas anteriormente en forma de capas, produciéndose en la mayoría de los casos asentamientos, por lo que a la acción de aplicar cargas puntuales da como consecuencia deformaciones, en otras palabras se produciría hundimiento en el estrato de suelo debido a la poca resistencia del mismo.

Los asentamientos en los estratos de suelo pueden determinarse por diferentes metodologías que nos dará la deformación buscada a fin de controlarla y que esta no cause impactos negativos en la estructura de protección costera.

Por lo tanto y a manera de conocimiento general, se mencionan los tipos de asentamientos por cargas puntuales y asociadas, lo cual se describe a continuación:

- Instantáneo
- Elástico
- Plástico
- En función del tiempo
- Residual

#### **4.5.4 Tablas de Mareas**

Las tablas de marea nos permiten conocer la fluctuación de los niveles marinos en los diferentes puntos de las costas, mediante la cual se puede establecer las horas efectivas de trabajo para poder ejecutar la obra de protección costera propuesta.

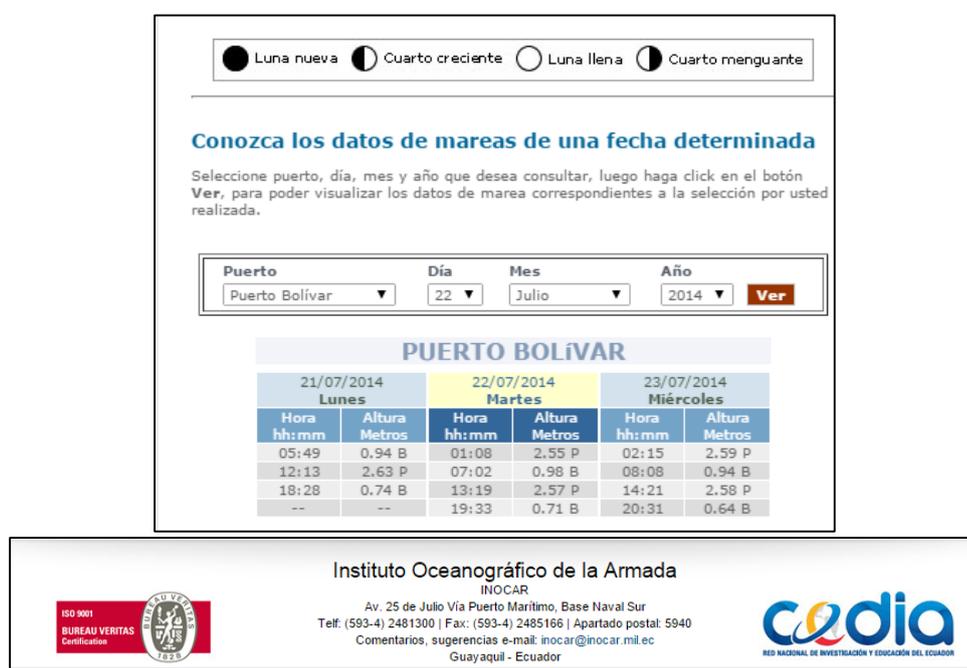
Se define como marea la subida y bajada periódica del nivel de las aguas de mar a consecuencia de la atracción entre el sol y la luna, además la intensidad de las mareas está en función directa con relación a la masa oceánica e inversamente proporcional con relación al cubo de su distancia. Las mareas altas y bajas producto de la intervención de los astros se las llaman mareas en sicigia.

Dependiendo las necesidades del proyecto o de la orientación en el diseño, se podría hacer tablas con las mareas altas y bajas, lo cual se podría utilizar para diseñar estructuras de protección costeras usando algunas combinaciones de las mareas provenientes de la elaboración de un listado secuencial.

Estas combinaciones para diseño de estructuras de protección costeras son:

- Marea alta media
- Marea baja media
- Marea alta mayor
- Marea baja menor
- Marea baja menor media

Estas combinaciones de niveles de mareas se dan tomando la mayor, o el menor nivel oceánico y luego promediándolo para obtener un nivel de marea de diseño; en otros casos se busca directamente sin promediar o colocar algún factor de modificación al nivel más alto y al nivel más bajo del nivel del mar.



**Ilustración 61.- Tabla de Marea de un día arbitrario en Puerto Bolívar (INOCAR, 2014)**

#### 4.5.5 Señalización

La señalización requerida para este tipo de trabajos, se da mediante el posicionamiento de los puntos de referencia para la delimitación de las estructuras mediante el uso de equipos topográficos, los cuales determinara la ubicación de dichos puntos ubicando las coordenadas de las estructuras. La demarcación se la realizara mediante la colocación de elementos flotantes, sujetos entre sí y con contrapesos para que no pierdan la alineación determinada.

Actualmente gana terreno la señalización vertical luminosa, que es la ideal por las condiciones del sitio de obra y por las exigencias del proyecto. Esta señalización es de características fosforescentes y reflectiva, por lo que la una denota su luminosidad por los materiales que están constituidos y la otra es por el reflejo de un haz de luz (natural o artificial) que incide en ella respectivamente.

En la construcción de obra civil se destaca actualmente dos grupos de señalización una de orientación técnica que contiene simbología con lenguaje de construcción y la otra concerniente a la seguridad industrial, que alerta, previene e informa sobre posibles riesgos en zonas intervenidas con la finalidad de evitar contratiempos tanto en los obreros como en la comunidad.

En trabajos de protección costera, es muy común disponer desde la plataforma continental avanzando hacia la estructura en implantación una serie de reglas escalonadas que son alineadas tomando como referencia el BM que se encuentra en las orillas y que relaciona esta serie de reglas escalonadas con la profundidad que alcanzara el muro.

#### **4.5.6 *Ubicación de BMs***

Para poder realizar el posicionamiento de las estructuras, la alineación y la georreferenciación de las mismas, además del control en la ejecución de los trabajos, se ubicaran los puntos Bank Mark (BM) los cuales deben ser referenciados con los del IGM (Instituto Geográfico Militar) para tener coordenadas reales y no supuestas o arbitrarias, los cuales deberán permanecer en puntos fijos con la finalidad de realizar permanentes verificaciones y control de las estructuras de protección costera a implantar.

Las coordenadas del IGM hay que trasladarlas desde el lugar referencial en donde por lo general está implantado un hito que porta la ubicación geográfica necesaria para establecer la posición real donde se encuentra el proyecto.

Es elemental que los BM deben estar ubicados en objetos fijos que sean visibles y a su vez no se deterioren o sean destruidos con facilidad ya que estos son de consulta constante para los diferentes frentes del proyecto de protección costera. Los BM tanto reales como supuestos o arbitrarios se deben demarcarse en la plataforma continental y desde allí trasponerlos a los ejes de la franja marina donde se instalaran los muros de protección contra las olas.

#### **4.5.7 Descarga de Rocas**

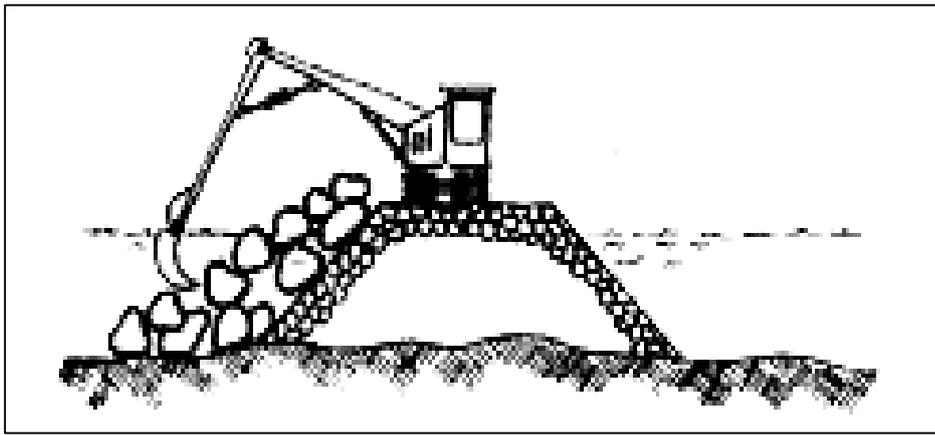
Como se mencionó anteriormente, la descarga de las rocas se las realizaran en los puntos referenciados mediante el uso de maquinaria (excavadora de orugas), la cual depositara el material partiendo de la capa filtrante de 2-20 kg, la misma que se deberá seguir colocando en cada estructura hasta que estas capas alcancen su altura de diseño y se realizara el mismo trabajo en cada estructura de protección y luego se procederá con la colocación de las capas de Intermedio con material de 500 kg, después se realizara la colocación de las capas de coraza con material de 2000, 3600 y 4000 kg, con la misma metodología de la capa de 2-20 kg terminando cada capa simultáneamente en todas las estructuras de protección costera a construirse.

#### **4.6 Re conformación de rocas en Escolleras**

Las estructuras de protección costera, tanto los muros de escollera, como los muros de espigones, son elementos que antes, durante y después de su construcción, están sometidos a acciones de fuerzas dinámicas que las desestabilizan, por lo cual es necesario su reconformación y reconstrucción en determinados momentos, además debido a que sus puntos estabilizadores estáticos están sumergidos, estos tienden a cambiar su centroide geométrico y su centro de masa, y como consecuencia de esto, el material granular o rocoso se desplaza fuera de los límites geométricos de la estructura, lo que amerita una pronta reconformación con la finalidad de no perder material constructivo y a su vez que no se pierdan las secciones geométricas para lo cual fue diseñada.

La metodología de este proceso de reconformación en los muros de escollera y espigones, será a medida que con el material filtrante descargado desde las gabarras o barcasas y a su vez colocado por medio de excavadoras de oruga, de tal manera que permita posicionarse esta maquinaria sobre el material descargado en marea baja, desde este punto la excavadora repartirá material de manera uniforme o en sitios de mayor requerimiento, con la finalidad de reconformar en forma de capas y en toda la longitud de estas estructuras. Por lo expuesto, se hace

indispensable los servicios topográficos permanentes a fin de controlar en base a una variable ósea una sola dimensión (longitud lineal) las posibles des conformaciones que se produzcan en cada capa; la capa que constantemente se desconforma es la de coraza, cuyos elementos rocosos tienen un peso con rango entre 2000, 3600 y 4000kg; dejando constancia que a mayor peso el rendimiento en esta actividad es menor debido a lo dificultoso en el acoplamiento para la conformación de estas capas.



**Ilustración 62.- Reconformación de Capas de la Estructura de Protección**

#### ***4.6.1 Control de anchos y alturas de capas***

Mediante la utilización de equipo topográfico, se realizara el control de cada capa de las estructuras y anchos de las mismas, a fin de optimizar el material y evitar la pérdida de estas debido a que el trabajo en estas condiciones imposibilita recuperar el material que fuere mal colocado, con estos equipos de precisión se llevara un control constante en la colocación del material que formaran las estructuras antes mencionadas. Es primordial recalcar la importancia de colocar en forma correcta las diferentes granulometrías rocosas para que los anchos y las alturas de las capas sean homogéneos, gracias a esto la estructura tendrá el funcionamiento deseado.

El muro de protección costera, consta de 6 capas: replantillo con un rango de piedras de 2-20kg, núcleo 2-20kg, intermedio 500kg, coraza interior (cara

protegida) 2000kg, coraza exterior (cara expuesta al oleaje) 3600kg, y coraza superior (corona del muro) 4000kg.

- Las capas de Replanto y Núcleo pueden ser descargadas sin mucha exigencia de uniformidad pero sin descuidar su sección geométrica.
- Las capas de intermedio, coraza interior, coraza exterior y coraza superior, requieren una colocación uniforme, ordenada, y orientada para que los elementos rocosos engranen o encajen, de tal manera que sea mínima la relación de vacíos entre roca y roca.

De esta manera, se tendría un buen y riguroso control de anchos y alturas de las capas que conformaran la estructura de protección costera (off shore).

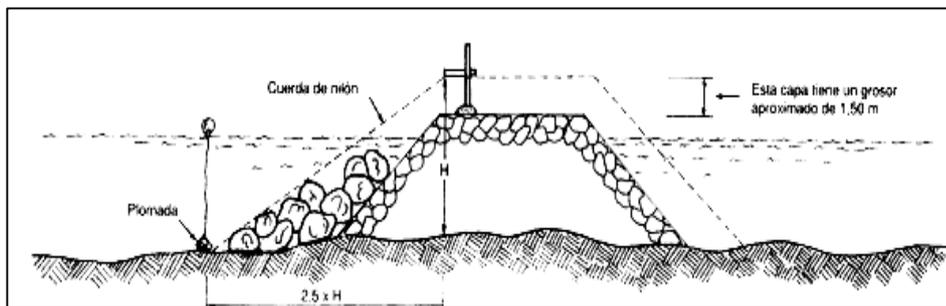


Ilustración 63.- Control de ancho y alturas de capas de las estructuras

#### 4.7 Trabado de Rocas de Coraza

Cabe destacar que estas estructuras de protección costera son clasificadas como estructuras flexibles debido a su conformación, y para que estos muros de protección obtengan una homogeneidad adecuada, se deberá llegar a obtener una TRABAZÓN entre roca y roca producida por las aristas y por la rugosidad que genera fricción, con la finalidad de evitar deslizamientos inesperados que afecten la resistencia de la estructura.

La resistencia, la durabilidad y la estabilidad de los muros de protección costera, está principalmente ligada en función de la trabazón de las rocas, lo relevante de las aristas, peso, constitución geológica de los elementos rocosos, que

mantienen a todos estos formando un bloque monolítico; tal como se lo describió anteriormente, las capas superiores de esta estructura de protección costera, los elementos rocosos, deben ser colocados de tal manera que disminuya en gran porcentaje la relación de vacíos entre rocas, por lo que estas deben ser colocadas teniendo en cuenta la disminución de los vacíos para lograr su trabazón y al mismo tiempo aproximarse a un estado estructural único, en otras palabras la obtención de una trabazón efectiva entre elementos rocosos, nos permitirá llegar a obtener la suficiente resistencia de la estructura para soportar el embate de las olas, estabilidad estática y dinámica y por último la tendencia de que todo el elemento estructural se proyecte a funcionar de manera confiable.

## **5. CAPÍTULO 5: ESPECIFICACIONES Y NORMAS TÉCNICAS DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA**

### **5.1 Elementos Estructurales**

Los principales elementos estructurales de la alternativa escogida para frenar o neutralizar la agresividad del mar son:

- Muros de Escolleras costa afuera
- Muros de Espigones instalado lateralmente oblicuos a la playa

Los muros de escollera forman una barrera contra impactos de fuerzas y los muros de espigones en su gran mayoría sirven para estabilizar y preservar la integridad del perfil costero.

#### **5.1.1 Escollera Costa Afuera y Espigones laterales**

Las Escolleras costa afuera son muros que soportan la fuerza que desarrollan las olas por la influencia de los agentes climatológicos – atmosféricos.

La estructura de la escollera está conformada por elementos geológicos de diferentes dimensiones e inercias; acompañada de la geometría basada en los requerimientos del proyecto.

Los Espigones son estructuras que trabajan lateralmente y oblicuos con referencia a la playa, los cuales cumplen con la función de evitar la erosión producida por las corrientes marinas multidireccionales que se presentan en el entorno de la playa de Jambeli.

#### **5.1.2 Características Estructurales**

El muro de Escolleras está compuesto por diferentes secciones, las cuales tienen un desempeño específico que en conjunto da una respuesta estructural, es decir que dicha respuesta es la resistencia que se alcanza al funcionar todas las

secciones como un solo cuerpo monolítico, también como se dijo anteriormente la escollera depende de la geometría proporcionada que le da la estabilidad, en esto tiene mucho que ver la pendiente de equilibrio del muro que es de quien depende su firmeza. A continuación se describen las secciones estructurales de los muros de Escollera y Espigones y alguna de sus características:

- Replanto: Es una base estabilizadora de los muros de Escollera y Espigones, conformado por material granular con un rango de 2 a 20 kg.
- Núcleo de Escollera: El mismo que consta de material granular con rango de 2 a 20 Kg, el cual sirve para impermeabilizar el muro, cortando el paso del flujo; además se lo utiliza como soporte estabilizador de las demás capas.
- Núcleo de Espigones: Este está constituido de material granular de 500 Kg, el cual sirve para rigidizar la estructura.
- Intermedio de Escolleras: Esta capa está conformada por material granular de 500 Kg, la misma que sirve para rigidizar la estructura y que trabaja como transición para la colocación de las capas de coraza.
- Coraza de Escolleras: Estas capas están conformadas por material (rocas) de 2000 Kg, 3600 Kg y 4000 Kg., las mismas que trabajan como receptoras de la energía producida por los oleajes, evitando así que las olas hagan colapsar el muro.
- Coraza de Espigones: Esta capa está conformada por material (rocas) de 2000 Kg, la misma que trabaja como receptor de los oleajes producidos por corrientes multidireccionales que atacan lateralmente a estos.

## **5.2 Procedimientos Constructivos**

Se define como procedimientos constructivos a una serie de pasos que se deben realizar para lograr de manera capaz el objetivo deseado, que consiste en la construcción de estructuras de protección costera en la parte sur del balneario en la Isla Jambeli. Se puede decir que es la metodología envolvente para desarrollar

en forma global el proyecto. Para tener un enfoque objetivo del proyecto es aconsejable desdoblarlo en tres fases, las cuales se retroalimentaran entre sí, y estas son:

- Administrativas, Financieras y Técnicas.

Se dice que se retroalimentan o relacionan entre sí por que entre las tres se debe hacer coincidir los objetivos del proyecto, como sabemos un proyecto global es un conjunto complejo de actividades que inevitablemente necesitan de controles internos y externos.

Como se dijo anteriormente el proyecto global se lo maneja en tres partes o secciones, por lo que se puede mencionar de la parte administrativa que obtendremos lo siguiente:

- Definición, planificación y programación
- Evaluación e informes

En cuanto a la parte Financiera, esta se encarga de solventar y respaldar actividades y movimientos de valores, como:

- Costo Directos e Indirectos de la obra
- Garantías económicas para el proyecto
- Obligaciones tributarias y financieras

Y sobre la parte técnica se puede nombrar pasos que nos permitan obtener los nobles propósitos del proyecto:

- Planificación, logística y ejecución
- Control: Interno (supervisión contratista e ingenieros civiles) y externo (Fiscalización y supervisión de entidad pública contratante)
- Evaluación e informes

Un proyecto debe estar firmemente enraizado en la organización, y así también todo proceso tiene límites y restricciones por lo que debe ser monitoreado-controlado constantemente para obtener los resultados requeridos.

### **5.2.1 Metodología General**

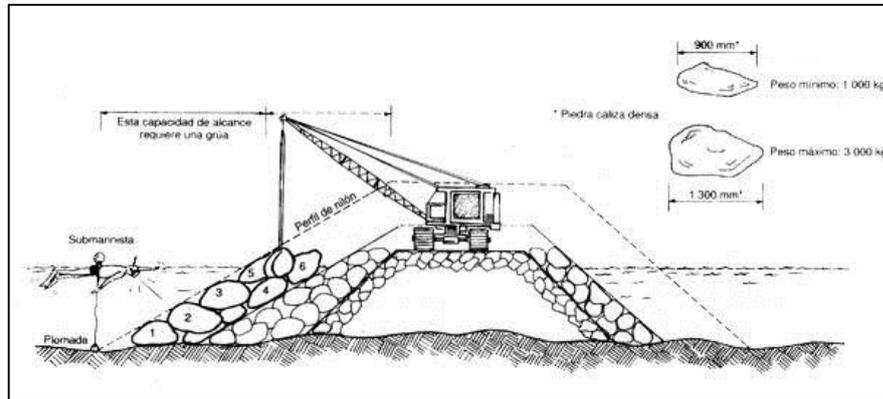
Para la construcción e implementación de la obra de protección costera sería beneficioso utilizar una metodología común, uniforme, rutinaria en otras palabras una metodología general que permita que con pocos cambios pueda ser utilizada para las diferentes necesidades o requerimientos técnicos con lo que está diseñada la obra.

Este tipo de metodología o forma de interpretar y construir obra civil depende mucho de la planificación, de los rubros disponibles y también básica o especialmente a las características del escenario donde se va a desarrollar el proyecto, entonces se buscaría una metodología de corte económica y logísticamente manejable donde se pueda utilizar concretamente las maquinarias y mano de obra disponible, se puede entender que la metodología común va a utilizar un alto porcentaje de los mismos procedimientos para cada frente constructivo.

En base a lo expuesto para el movimiento de tierras, de cimentaciones, mejoramiento de condiciones geológicas, traslado y retiro de materiales, se puede mencionar que de forma general se utilizaran: pala mecánica, excavadoras, cargadoras, retroexcavadoras, etc... las mismas que servirán para hacer corte y relleno. De la misma manera se usara bañeras (25m<sup>3</sup>), mulas (12-14m<sup>3</sup>), volquetas (6-8 m<sup>3</sup>) para acarreo y desalojo de materiales.

Por lo expuesto se menciona que ciertas actividades o rubros planteados en el proyecto pueden presentar los mismos procedimientos, es decir, se vuelven repetitivas las formas o sea que la metodología es la misma o general; ya que las actividades, las maquinarias y hasta los procedimientos son comunes.

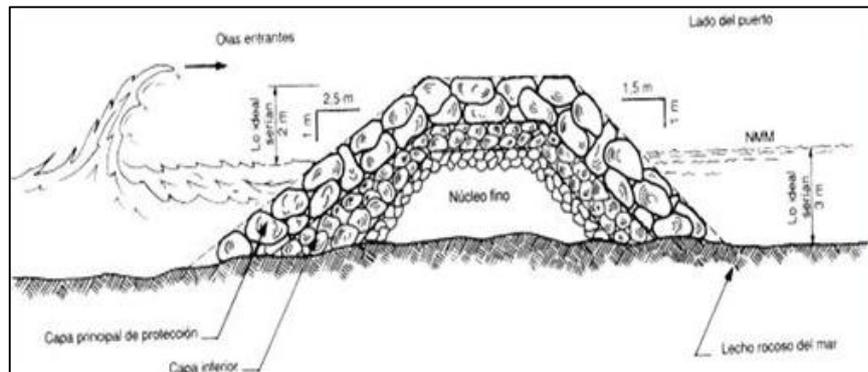
En esta descripción se indica que ciertas actividades pueden mantener las mismas metodologías, lo cual simplifica o reduce la utilización de otros elementos constructivos (maquinaria, mano de obra, planificaciones, etc...)



**Ilustración 64.- Metodología de Colocación de las capas de coraza**

### **5.2.2 Niveles de Referencia**

Para la implantación de los muros de escolleras y espigones, la geometría de diseño esta referenciada a la altura que demanda el alcance de la ola y la profundidad descrita por la batimetría del relieve del fondo marino. De manera general otro nivel de referencia que determina las proporciones geométricas de las estructuras de protección, es el nivel medio del mar (MLWS), este nivel medio del mar, nos da la pauta de un nivel fijo de agua al cual estará sumergida la estructura a fin de tener un mejor aprovechamiento tanto del área sumergida que estabiliza en base a la porción que estará sumergida la estructura, la parte de la estructura sumergida sigue el concepto teórico clásico de Arquímedes que dice que un cuerpo sumergido recibe un empuje vertical que lo hace menos denso e inestable. Lográndose la estabilidad con taludes de proporciones adecuadas y también con espesores de las capas con dimensiones apropiadas.



**Ilustración 65.- Niveles de la estructura respecto a la ola de diseño**

### 5.2.3 Control de los Materiales

En el proyecto los diferentes materiales requeridos para la conformación de las estructuras de protección costera, deben estar sujetos a controles. Los materiales constructivos deben ser sometidos a algunos controles para el éxito de la obra y el beneficio del constructor. A continuación se detallan los tipos de control a utilizarse para la construcción de las estructuras en mención:

- Control Analítico, para lo cual se deberá conocer la gravedad específica del material y como se había mencionado anteriormente, para los sólidos de coraza y capa intermedia es preferible una gravedad de 2.50, pero se podría aceptar hasta 2.30. Para la capa de núcleo es conveniente utilizar material con gravedad de 2.40 pero pudiéndose aceptar hasta 2.20. El peso específico (saturado-seco), es conveniente una roca para coraza e intermedio de 2500 Kg/cm<sup>3</sup>, pero se puede aceptar hasta 2250 kg/cm<sup>3</sup>. Para el núcleo se puede usar una roca con peso específico de 2300 kg/cm<sup>3</sup>, pero se podría aceptar 2100 kg/cm<sup>3</sup>. Absorción, máximo un 8%. Resistencia al desgaste (Abrasión Los Ángeles) máximo 35%. Resistencia al Sulfato de Sodio, máximo un 25%.
- Control Técnico de calidad, por este control se entiende que los materiales que deben llegar al sitio de la obra, tienen que cumplir con las especificaciones técnicas generales y específicas del proyecto, debido a que el material no solo debe cumplir las propiedades

intrínsecas parcialmente, sino que debe manifestarlas en un 100%, debiendo cumplir las propiedades técnicas en garanticen la funcionabilidad, durabilidad para el tiempo de vida útil que se ha proyectado.

## **6. CAPÍTULO 6: FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **6.1 Evaluación Integral del Proyecto de Construcción**

Se entiende por Evaluación Integral del Proyecto de Construcción al proceso tecnológico e industrializado calificado de forma o manera cuantitativa por medio de apreciaciones de expectativas técnicas que permita calificar, comparar, estimar, calcular y a su vez señalar en qué estado o en qué porcentaje cumplen las posibilidades de solución para lo que fue ideado el proyecto con relación a las necesidades del sector en estudio, es decir que esto forma parte del cumplimiento de objetivos necesarios para obtener soluciones concretas que ayude a mitigar los efectos negativos que causa la agresividad marina.

La evaluación global del proyecto nos conlleva a examinar en forma parcial cada uno de los objetivos que deben cumplirse según lo planificado. Entonces estos objetivos serán calificados en función al cumplimiento o no de su propósito, esto se detalla en un cuadro evaluativo que se muestra a continuación:

Los resultados que presenta el cuadro evaluativo manifiesta cumplimiento aceptable dentro de las soluciones propuestas para contrarrestar las necesidades planteadas en este sector. Estas soluciones podrán modificar favorablemente las condiciones actuales del sitio del proyecto.

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ANTES DEL PROYECTO</b>	<b>POST PROYECTO</b>	<b>% CUMPLIMIENTO APROXIMADO</b>
<b>Mitigar la fuerza del oleaje</b>	Oleaje destructivo	Oleaje bajo control	90 - 100%
<b>Detener la socavación de suelo en la línea costera</b>	Desprendimiento de suelo	Recuperación y conservación de suelo	80 - 100%
<b>Recuperación del ancho de playa</b>	Perdida o disminución de playa	Recuperación de Playa	80 - 100%
<b>Disminución de la agresividad marina</b>	Ingreso de flujo de mar playa adentro	Interrupción de flujo de mar	95 - 100%
<b>Encausamiento de la franja marina</b>	Transito multidireccional del flujo	Direccionamiento uniforme del flujo	95 - 100%
<b>Restauración y preservación del medio ambiente</b>	Contaminación y afectación ambiental	Contaminación y afectación ambiental manejable	75 - 100%
<b>Creación de un ambiente favorable y sustentable para los habitantes del sector</b>	Poca actividad artesanal, comercial, turística e industrial	Incremento progresivo de las actividades económicas en el sector	Indeterminado

## **6.2 Alcance**

El alcance investigativo del proyecto tiene beneficios extra técnicos que amplia directa e indirectamente el espectro de utilidades adicionales que genera la obra civil de protección costera en el sector Sur del balneario en la Isla Jambeli. El proyecto tiene diferentes objetivos o sea que su alcance es múltiple, ya que va desde lo social, cultural, turístico, industrial, artesanal, medio ambiente hasta el comercio e industrias de producción.

En lo Social, el proyecto tratara de apaciguar los temores de la población, de ser afectados por la naturaleza.

En lo cultural, debido a los efectos negativos del oleaje esta actividad es escasa, pero se incrementaría a medida que la obra civil cumpla sus propósitos.

En lo turístico, esta actividad permanece con poca demanda ya que el turista percibe desastre e incomodidad, lo cual lo aleja del sector, esta situación cambiaria con la aparición de las estructuras de protección costera, que permitirían regular este tipo de inconvenientes.

La actividad industrial que sobresale es el cultivo de camarón en piscinas, siendo un importante rubro de ingreso a nivel local y nacional, la cual mayoritariamente se expende para mercado internacional. Al implantar tanto muros de escollera y espigones, estabilizaría los manglares, el suelo, encausaría las aguas de mar, o sea ordenando nuevamente el ecosistema para así evitar el perjuicio de la actividad camaronera.

La actividad artesanal practicada mayoritariamente por la población del sector es la pesca, por lo tanto un pescador artesanal que no dispone de embarcaciones sofisticadas no puede aplicar la actividad en vista que debido al desorden de los flujos marinos, dificulta la pesca, con los muros de escollera produciría un efecto regulador del mar en ese sector propicio para la pesca artesanal.

El medio ambiente como se lo ha mencionado en diferentes capítulos, esta alterado por efectos del calentamiento global, y aún más en los sectores costeros por la presencia de Fuertes vientos que producen violentas olas que destruyen paisajes, vegetación y que también contaminan ríos, suelos y Flora. Los muros de escolleras y espigones controlarían el acceso del agua de mar y sus efectos devastadores en el ecosistema local.

En cuanto al Comercio e industrias de producción, estas actividades están estancadas carente de iniciativas de inversión debido a que estas dos actividades depende directamente del turismo local, nacional e internacional, entre las actividades comerciales y de industria, la que más sobresale es la del catering (industria alimenticia), con la implementación de las estructuras de protección, estas controlarían los excesos de la naturaleza y atraería a turistas que buscan disfrutar del placer del sol, arena y mar.

### **6.3 Resumen**

La sinopsis de este proyecto de investigación, se origina a partir de la identificación de las necesidades que deben ser resueltas por medio de las soluciones técnicas que plantea la ingeniería portuaria o costera. A esta rama de la ingeniería civil le corresponde el diseño y la construcción de:

Estructuras de protección como escolleras, espigones, y demás estructuras marinas

- Accesos navegables en los puertos marítimos
- Muelles para atracadero de embarcaciones

Edificaciones para puertos, aduanas, transferencia de pasajeros y mercadería desde tierra hasta los barcos.

El producto obtenido proveniente de la investigación que son una serie de parámetros, correlaciones y variables técnicas, tienen las características que nos

manifiesta la tendencia que origina los eventos en el sector de estudio, al relacionar y analizar estos datos, expone falencias que deben ser cubiertas para poder satisfacer las necesidades de la zona, debido a la fuerza destructiva del oleaje.

La síntesis técnica del proceso investigativo es la que permite hacer una proyección en base a los datos obtenidos sirviéndose de la investigación de campo y laboratorio, para establecer un proceso de diseño el mismo que daría solución a los efectos negativos producidos por agresividad marina. El resumen del proceso de diseño del proyecto, será el siguiente:

- Definición de objetivos
- Formulación de requerimientos funcionales
- Determinación de las condiciones hidráulicas
- Determinación de las condiciones geotécnicas
- Selección de alternativas posibles
- Selección de la alternativa apropiada
- Definición geométrica de la alternativa escogida
- Funcionabilidad de la alternativa escogida
- Cálculos de la Alternativa escogida
- Presupuesto de la alternativa escogida

Estos pasos se los puede plasmar en una tabla comparativa donde el proceso de diseño del proyecto se lo relacione en función de los requerimientos técnicos.

Adema la a matriz presenta como se encuentra estructurado a manera de resumen el propósito del proyecto:

<b>FORMULACION</b>	<b>DESGLOSE TECNICO</b>		
<b>Definición de objetivos</b>	Control de oleaje	Mitigación del impacto ambiental	Atenuación de colapsos habitacionales y reactivación económica
<b>Requerimientos funcionales</b>	Resistir impacto de las olas	Durabilidad dentro del periodo de vida útil estimado	Recuperación de playa y control de medio ambiente
<b>Determinación de las condiciones hidráulicas</b>	Tamaño de la ola	Fuerza y velocidad de arrastre de las olas	Identificación Nivel medio del mar y oscilaciones de marea
<b>Determinación de las condiciones geotécnicas</b>	Regulación de Socavación y azolvamiento	Selección de canteras	Control granulométrico del material geológico
<b>Selección de alternativas posibles</b>	Protección marina off shore (costa afuera)	Geo tubos rellenos con arena	Rompeolas Flotante
<b>Selección de la alternativa apropiada</b>	Protección marina off shore (costa afuera)	Conjunto de escolleras paralelas a línea de playa	Espigones laterales oblicuos a la línea de playa
<b>Definición geométrica de la alternativa escogida</b>	Muros longitudinales con altura en función de olas	Estabilidad en función de los taludes de las estructuras	Rigidez en función de los espesores de las capas rocosas
<b>Funcionabilidad de la alternativa escogida</b>	Cumple los requerimientos de funcionabilidad establecidos	Cumple los requerimientos de funcionabilidad establecidos	Cumple los requerimientos de funcionabilidad establecidos
<b>Cálculos de la Alternativa escogida</b>	Estructurales	Funcionales	Económicos
<b>Presupuesto de la alternativa escogida</b>	Materiales de construcción	Mano de obra calificada y no calificada	Equipos y maquinarias

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el desarrollo investigativo de este proyecto de obra civil, se ha observado en la ejecución del mismo, que este trasciende más allá de las fórmulas matemáticas, de la disposición técnica de materiales de construcción, de la gama de las maquinarias y aun de las soluciones de los eventos desfavorables generados por la naturaleza para las cuales fueron estas formuladas, abarcando un espectro amplio que mejora otros escenarios estrechamente ligados a la génesis de la investigación como de carácter socio económico, ambiental, turístico, comercial, etc.

Debido a que la obra civil es un proceso técnico multidisciplinario que involucra las diferentes ramas de la ingeniería civil, las mismas que al aplicarlas en la zona del proyecto también trasladan sus beneficios a la comunidad, manifestando un bienestar tangible a sus alrededores; por lo que la relación costo-beneficio supera las expectativas proyectadas ya que la construcción además de generar fuentes directas e indirectas de recursos económicos también tiene un efecto multiplicativo en otros escenarios ligados con la producción y generación de recursos. Por lo cual contrarrestar desastres con la participación de las soluciones técnicas que brinda la ingeniería civil es la mejor alternativa para el desarrollo, bienestar y progreso del sector sur de la playa de la Isla Jambeli.

Se sugiere que la obra civil de protección costera además de su mantenimiento, debe complementarse con obras y acciones menores que deberían ser tomadas en cuenta por la comunidad y por las autoridades locales. Algunas de estas acciones serían:

El relleno hidráulico para el afianzamiento y reconstrucción de la plataforma arenosa de la playa.

Para evitar el caos habitacional imperante en la zona, se debería normar con ordenanzas la línea de fábrica de construcción con relación a la playa, ubicando las viviendas en lugares donde el suelo sea más estable o firme con la finalidad de que estas no corran ningún riesgo.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la implantación de una estructura de protección costera mejora las condiciones ambientales, pero adicional a esto, se debe corregir y mejorar los servicios sanitarios para evitar cualquier contaminación, y esto se lograría definiendo el trazado por donde se deben ubicar estas redes.

Manejo adecuado de los desechos inorgánicos para evitar que sus traslados de una u otra manera sean depositados en los lugares donde se implantaran las estructuras de protección, y evitar la proliferación de vectores ambientales.

Y sobre todo la principal recomendación es la ejecución del proyecto en estudio para evitar todos los problemas ya expuestos y al mismo tiempo obtener todos los beneficios ya mencionados, tomando en cuenta que a mayor demora en la construcción del mismo, se amplificarían los daños y también se incrementaría el costo en la implantación debido a procesos inflacionarios que impactan directamente en los costos en la construcción de la obra civil (materiales, mano de obra, maquinaria, equipos, etc.).

## **8. Bibliografía**

- Abata, K. (2010). *Analisis de datos historicos de corrientes en bahia Naufragio, Isla San Cristobal, Galapagos*. Guayaquil.
- Andrade G., L. B. (1992). *Soluciones Ingenieriles a los problemaserosivos de la Libertad*. Guayaquil.
- CAAM, C. A. (1996). *Procesos Biofisicos en el Golfo de Guayaquil*. Guayaquil.
- Chavarria, J. (1988). *Estudio comparativo de los niveles y fases de las mareas en el sistema Río Guayas-Estero Salado*. Guayaquil.
- Chávez, S. y. (2009). *Informe sobre el reconocimiento geologicode la isla Jambelí en la provincial de El Oro, afectada por procesos de erosion*. Guayaquil.
- Controls. (s.f.). Comportamiento de las juntas. *Ensayo de Rocas*, 183.
- Controls. (s.f.). Ensayos de Clasificacion. *Ensayo de Rocas*, 180.
- Controls. (s.f.). Ensayos de resistencia y deformabilidad. *Ensayos de Rocas*, 171.
- Controls. (s.f.). Mecanica de las rocas. *Ensayo de rocas*, 167.
- Controls. (s.f.). Permeabilidad de las rocas. *Ensayos de Rocas*, 181.
- Controls. (s.f.). Sistemas automaticos de ensayo. *Ensayo de Rocas*, 174.
- Controls. (s.f.). Sistemas automaticos de ensayo. *Ensayo de Rocas*, 175.
- CRUZ-OROZCO, R. (16 de 10 de 1978). *biblioweb.tic.unam.mx*. Recuperado el 05 de 10 de 2014, de

<http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1980-1/articulo81.html>

earth, g. (s.f.).

Ejercicios de Granulometria, f. r. (2014). *http://es.slideshare.net*. Recuperado el 03 de 10 de 2014, de <http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/ejercicios-de-granulometria>

ESPOL. (2000). *Oceanografía Física y procesos litorales en La Libertad para el diseño de las Obras de Protección Costera*. Guayaquil.

[http://mattdiaz19.blogspot.com/2010\\_08\\_01\\_archive.html](http://mattdiaz19.blogspot.com/2010_08_01_archive.html). (s.f.). Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?tbm=isch&tbs=ring%3ACfzx\\_1mCmjPFsIjqZ3Ktr8KC0pkpbxZHKDRAIS-Br6L1UgYtIWA7t2tRKkd\\_1H7mUBw3SXOvXHG9nhOcBPD1m1kfUzCoSCapncq2vwoLSESOppirBMbRoKhIJmSlvFkcoNEARSrRL1y5nCX0qEgmVL4GvovVSBhHVsrzve-tOwCoSCS0hYDu3a1EqEapKQvyMHjcWKhIJ](https://www.google.com.ec/search?tbm=isch&tbs=ring%3ACfzx_1mCmjPFsIjqZ3Ktr8KC0pkpbxZHKDRAIS-Br6L1UgYtIWA7t2tRKkd_1H7mUBw3SXOvXHG9nhOcBPD1m1kfUzCoSCapncq2vwoLSESOppirBMbRoKhIJmSlvFkcoNEARSrRL1y5nCX0qEgmVL4GvovVSBhHVsrzve-tOwCoSCS0hYDu3a1EqEapKQvyMHjcWKhIJ)

INOCAR, I. O. (22 de 07 de 2014). <http://www.inocar.mil.ec/>. Recuperado el 22 de 07 de 2014, de <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/tabla-de-mareas>

Lucero, A. S. (1992). *Estudio de la Circulación costera frente al Puerto de la Libertad (Ecuador) utilizando flotadores*. Guayaquil.

Macas, F. (03 de 08 de 2011). *Aguaje afectó playa sur de Jambelí y dejó sin luz y sin agua a comunidad*. Recuperado el 05 de 10 de 2014, de <http://www.eluniverso.com>:  
<http://www.eluniverso.com/2011/08/03/1/1447/aguaje-afecto-playa-sur-jambeli-dejo-sin-luz-agua-comunidad.html>

MACAS, F. (5 de 04 de 2014). Aguajes y oleajes acortan el espacio de playa en Jambelí. *Diario El Universo*.

Mar, C. G. (2014). [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h62.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h62.html). Recuperado el 03 de 10 de 2014

MINERAS, D. D. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en mineria*. Madrid.

Murray S., D. C. (1974). *Circulation and Salinity Distribution in the Rio Guayas Estuary, Ecuador*. In: *Estuarine Research II*. L. Cronin, Academic Press NY, pp. 345-363.

Soledispa. (2004). *La acelerada erosión de la playa del balneario de Jambelí (varios métodos para su regeneración)*. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. 12(1), 160-176. Guayaquil.

Vera. (2005). *Cálculo del Transporte Litoral de en la Isla Jambelí, usando la metodología sugerida en el (Coastal engineering manual) CEM*. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. . Guayaquil.

Vera, L. (2000). *Análisis de los procesos costeros en la Libertad*. Guayaquil.

*www.eluniverso.com*. (s.f.). Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2011/08/03/1/1447/aguaje-afecto-playa-sur-jambeli-dejo-sin-luz-agua-comunidad.html>

*www.viajandox.com*. (s.f.). Recuperado el sabado de enero de 2015, de [https://www.google.com.ec/search?q=mapa+de+ubicacion+de+isla+jambeli+ecuador&rlz=1C1VSNA\\_enEC578EC578&espv=2&biw=1517&bih=741&tbm=isch&imgil=cQy4N3usMraBIM%253A%253BHmzWJfxJVDVhNM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.viajandox.com%25252Ffeloro%25252Fmachala-ca](https://www.google.com.ec/search?q=mapa+de+ubicacion+de+isla+jambeli+ecuador&rlz=1C1VSNA_enEC578EC578&espv=2&biw=1517&bih=741&tbm=isch&imgil=cQy4N3usMraBIM%253A%253BHmzWJfxJVDVhNM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.viajandox.com%25252Ffeloro%25252Fmachala-ca)

(Engineers & (U.S.), 1984)