

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Soluciones Ingenieriles para la rehabilitación de un muelle turístico y comunitario en Subida Alta, Puná.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero(a) Oceanográfico

Presentado por:

Karla Karina Córdova Rugel

Santiago Menoscal Piana

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a nuestros familiares y amigos, quienes fueron el sustento y motivación en el transcurso de nuestra carrera universitaria. A los profesores de la ESPOL de la carrera Ingeniería Oceanográfica quienes transmitieron sus conocimientos hacia nosotros forjándonos a ser buenos profesionales. A la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil por darnos la apertura para realizar este proyecto. A la Comuna Subida Alta por el apoyo y hospitalidad en el desarrollo del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, los pilares de mi vida. Gracias por darme educación y los mejores valores y actitud hacia la vida.

A Byron González, mi apoyo incondicional en todo este proceso.

A mi tutor, M.Sc. Alex Villacrés por su tiempo, paciencia y valiosos conocimientos impartidos.

A mi cotutora, M.Sc. Gina Andrade por su apoyo hasta altas horas del día y su carisma hacia nosotros.

Y finalmente, ¡Gracias a la vida!

Karla Córdova

Agradezco a Dios por las oportunidades que me ha presentado a lo largo de mi vida.

A mis padres, por inculcarme principios y valores fundamentales en el transcurso de mi formación personal y profesional.

A nuestros profesores, M.Sc. Alex Villacrés y M.Sc. Gina Andrade, por su apoyo y consentimiento durante el desarrollo del proyecto.

A todos quienes han sido participes en mi vida de una manera positiva, forjándome a ser la persona que soy hoy en día. ¡Muchas Gracias!

Santiago Menoscal

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Karla Córdova* y *Santiago Menoscal* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Karla Karina
Córdova Rugel

Santiago
Menoscal Piana

EVALUADORES

Msc. Luis Altamirano Pérez

PROFESOR DE LA MATERIA

Msc. Alex Villacrés Sánchez

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la solución más factible para proteger la zona de embarque y desembarque de pasajeros del existente muelle turístico y comunitario de la comuna Subida Alta, Puná, así como también realizar un diseño preliminar del mismo. Este trabajo forma parte de los proyectos que la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil quiere impulsar en el presente año, con la finalidad de recuperar la inversión inicial e incentivar el desarrollo turístico y socioeconómico de la comuna. La metodología consistió en realizar una matriz de decisión, la que permitió seleccionar la alternativa más viable para la recuperación del muelle. Posteriormente, se procedió a realizar un estudio de los aspectos oceanográficos más importantes del área de estudio, con los cuales se logró dimensionar y disponer la estructura de tal manera que impida el ingreso de la ola a la zona del embarcadero. El resultado obtenido de la matriz de decisión, como la alternativa más viable, fue la construcción de pantallas disipadoras de oleaje. El oleaje que llega al muelle tiene una dirección de 314° con respecto al norte y una altura estadística de ola de 3 metros. El diseño preliminar de la alternativa seleccionada es la extensión de una pasarela de 18.25 metros de longitud con una inclinación de 25° con respecto al muelle actual, que servirá como soporte de las pantallas disipadoras de oleaje de 35 cm de espesor. Además, se consideró una Evaluación de Impacto Ambiental con su respectivo Plan de Manejo Ambiental. En relación de lo anterior, este proyecto concluye que las pantallas disipadoras de oleaje impedirán el ingreso del oleaje al embarcadero, proporcionando seguridad en el transbordo de pasajeros. Finalmente, este proyecto recomienda realizar estudios en detalle de la batimetría y oleaje del sitio, así como un modelamiento numérico del comportamiento de dicha estructura respecto a la dinámica natural del sitio. A su vez, se recomienda la implantación de obras civiles complementarias que dan soporte al actual muelle.

Palabras clave: Subida Alta, oleaje, pantallas disipadoras, transbordo, batimetría.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the most feasible solution to protect the passenger embarkation and disembarkation area of the existing tourist and community dock of the Subida Alta commune, Puná, as well as to carry out a preliminary design of the same. This work is part of the projects that the Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil wants to promote this year, in order to recover the initial investment and encourage the tourist and socioeconomic development of the commune. The methodology consisted of making a decision matrix, which allowed selecting the most viable alternative for the recovery of the dock. Subsequently, a study of the most important oceanographic aspects of the study area was carried out, with which it was possible to size and arrange the structure in such a way that it prevents the wave from entering the jetty area. The result obtained from the decision matrix, as the most viable alternative, was the construction of wave dissipating screens. The waves reaching the dock have a direction of 314° with respect to the north and a statistical wave height of 3 meters. The preliminary design of the selected alternative is the extension of a pier 18.25 meters long with an inclination of 25° with respect to the current dock, which will serve as a support for the 35 cm thick wave dissipating screens. In addition, an Environmental Impact Assessment was considered with its respective Environmental Management Plan. In relation to the above, this project concludes that the wave-dissipating screens will prevent the entrance of the waves to the pier, providing security in the transfer of passengers. Finally, this project recommends carrying out detailed studies of the bathymetry and waves of the site, as well as a numerical modeling of the behavior of said structure with respect to the natural dynamics of the site. In turn, the implementation of complementary civil works that support the current pier is recommended.

Keywords: *Subida Alta, wave, dissipating screens, transfer, bathymetry.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Marco teórico.....	6
1.4.1 Área de estudio.....	6
1.4.2 Estudios previos.....	7
1.4.3 Factores Socioeconómicos	19
1.4.4 Estructuras costeras	23
CAPÍTULO 2	25
2. Metodología.....	25
2.1 Matriz de decisión.....	26
2.2 Diseño de “Solución Ingenieril”	27
2.2.1 Estadística de oleaje	27
2.2.2 Transformación del oleaje	29

2.2.3	Ola de retorno	31
2.2.4	Refracción de oleaje – método gráfico	33
2.2.5	Difracción en la punta de la estructura	35
2.2.6	Elementos estructurales de la extensión del muelle	37
2.2.7	Diseño del muelle flotante	39
2.3	Evaluación de impacto ambiental y plan de manejo ambiental	40
CAPÍTULO 3		43
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	43
3.1	Matriz de decisión.....	43
3.2	Características del oleaje	44
3.2.1	Estadística de oleaje	44
3.2.2	Transformación de oleaje.....	44
3.2.3	Refracción y Ola de Retorno	45
3.2.4	Difracción en la punta de la estructura.	49
3.3	Diseño de solución ingenieril	50
3.3.1	Disposición de la extensión de muelle con pantallas disipadoras de energía	51
3.3.2	Elementos estructurales de la extensión	52
3.3.3	Muelle flotante y rampa articulada.....	54
3.3.4	Metodología de construcción	55
3.3.5	Materiales de construcción.....	56
3.4	Análisis de costos unitarios	57
3.5	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA)	59
CAPÍTULO 4		60
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA		63
5.	Bibliografía.....	63

APÉNDICES.....	66
APÉNDICE A: GRÁFICOS DE REFRACCIÓN.....	67
APÉNDICE B: CÁLCULOS PARA DISEÑO DE PANTALLAS.....	73
APÉNDICE C: PLANOS.....	76
APÉNDICE D: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	78
APÉNDICE E: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	91

ABREVIATURAS

ASTM	American Society for Testing and Materials
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
PMA	Plan de Manejo Ambiental
SNAME	Sociedad de Arquitectos Navales e Ingenieros Oceánicos
SPM	Shore Protection Manual
WW3	Wave Watch 3

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-1. Mapa de actores en la comuna Subida Alta.	3
Ilustración 1-2. Restricciones del proyecto.....	3
Ilustración 1-3 Ubicación de área de estudio.	6
Ilustración 1-4 Mapa de tipos de clima.....	7
Ilustración 1-5. Distribución del oleaje en la costa ecuatoriana.	9
Ilustración 1-6. Boya virtual SWAN en Guayaquil.	11
Ilustración 1-7. Altura significativa del oleaje en la boya virtual Guayaquil del modelo SWAN.	11
Ilustración 1-8 Campo de velocidad de la corriente de marea durante un ciclo completo.	13
Ilustración 1-9 Circulación Superficial.....	14
Ilustración 1-10 Circulación superficial del área de estudio.....	15
Ilustración 1-11 Fase de marea.	16
Ilustración 1-12 Mapa Geológico de la isla Puná.	18
Ilustración 1-13. Manglar en Subida Alta.	19
Ilustración 1-14 Dirección domiciliaria de la población flotante de la comuna Subida Alta.	20
Ilustración 1-15. Viviendas de la comuna Subida Alta.	20
Ilustración 1-16. Tipo de material de las viviendas en la comuna Subida Alta.	20
Ilustración 1-17. Actividades que sustentan la economía de los hogares de la comuna Subida Alta.	21
Ilustración 1-18. Proyectos que la comuna Subida Alta desean que se genere en la parte productiva.....	22
Ilustración 1-19 Estructuras costeras con pendiente y verticales.	24
Ilustración 2-1 Proceso de diseño de SNAME	25
Ilustración 2-2 Proceso de diseño – Design Thinking.	26
Ilustración 2-3. Análisis bivariado de datos de periodo y dirección de oleaje en el periodo 1996-2018 con información de la boya virtual WW3.	28
Ilustración 2-4. Análisis bivariado de datos de periodo y dirección de oleaje en enero de 1998 con información de la boya virtual WW3.	28

Ilustración 2-5. Ángulo de exposición al oleaje en el Muelle de Subida Alta-Puná....	29
Ilustración 2-6. Cálculo del ángulo “teta” entre la dirección del oleaje incidente y la línea de costa.....	31
Ilustración 2-7 Métodos estadísticos utilizados en la metodología de Espín & Nath (1982) para el cálculo de Ola de Retorno	33
Ilustración 2-8. Presión absoluta en un punto B. Fuente: Universidad Veracruz	38
Ilustración 2-9 Estructura de un Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	42
Ilustración 3-1 Histograma de Alturas Significativas de oleaje obtenidos por el modelo WW3 en las coordenadas 3° S, 81.25° W y transformados al veril de 2 metros.	44
Ilustración 3-2 Oleaje en Subida Alta (mayo de 2016).	45
Ilustración 3-3 Refracción de oleaje con dirección 235° y 15 segundos de aguas intermedias hasta aguas someras frente a la comuna Subida Alta.	46
Ilustración 3-4 Refracción de oleaje con dirección 310° y 15 segundos de aguas intermedias hasta aguas someras frente a la comuna Subida Alta.	46
Ilustración 3-5 Dirección de oleaje en Subida Alta.	47
Ilustración 3-6 Refracción en líneas costeras irregulares.....	47
Ilustración 3-7 Ola de retorno en veril de 2 metros	47
Ilustración 3-8. Canal de navegación (línea en rojo) al Puerto de Aguas Profundas en Posorja.	49
Ilustración 3-9. Propuesta de solución en muelle de Subida Alta (en rojo).....	52
Ilustración 3-10 Diseño estructural de los pilotes.	53
Ilustración 3-11 Dimensiones de cabezales.	53
Ilustración 3-12 Vigas doble T y losa.	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Características del oleaje en Los Goles.....	10
Tabla 1-2 Características de la circulación en sector Los Goles.	15
Tabla 1-3 Rango de marea en Data Posorja.....	17
Tabla 2-1. Procedimiento para calcular el coeficiente de asomeramiento K_s según .	30
Tabla 2-2. Procedimiento para la obtención del coeficiente de refracción K_r	30
Tabla 2-3. Procedimiento para calcular Ola de Retorno según la metodología Espín & Nath (1982)	32
Tabla 2-4 Tabla de frecuencia para una serie de datos de oleaje.....	32
Tabla 2-5. Probabilidad de ocurrencia de una ola de retorno en diferentes años.....	33
Tabla 2-6. Tabla de datos para refracción gráfica según método gráfico de SPM. ...	35
Tabla 2-7 Embarcaciones que operan el turismo en el sector.	39
Tabla 2-8 Criterios de valoración para la Evaluación de Impacto Ambiental	41
Tabla 2-9 Clasificación según el rango de calificación de la EIA	41
Tabla 3-1 Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental.	43
Tabla 3-2. Dirección y periodo de oleaje más frecuentes en la zona de estudio y en el año El Niño 1998	44
Tabla 3-3. Parámetros estadísticos de oleaje en veril de 2 metros a partir de los datos de WW3.	45
Tabla 3-4 Difracción del oleaje en la punta de la estructura.....	50
Tabla 3-5. Longitud de pilotes extendidos	53
Tabla 3-6 Longitud de atraque en función de buque de diseño	54
Tabla 3-7 Energía de atraque por tipo de embarcación	55
Tabla 3-8 Presupuesto total estimado	58
Tabla 3-9. Análisis de resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	59

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En 2008, el Gobierno Provincial del Guayas impulsó el Programa de Ordenamiento de las playas de la provincia, el cual buscaba promocionar el perfil costero ecuatoriano y la isla Puná para uso turístico. Entre las comunidades de Puná que se beneficiaron por este proyecto son, de norte a sur: Bellavista, Estero de Boca, Cauchiche y Subida Alta. Estas comunidades tuvieron gran afluencia turística hasta 2012 fecha en la cual la promoción de estos sitios empezó a decaer.

La comuna Subida Alta se encuentra en la zona austral de la isla Puná, pertenece a la parroquia rural Puná y está bajo jurisdicción de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil (MIMG). Las actividades económicas que realiza la comuna son, entre otras, el turismo, el cual es visto por sus pobladores como una alternativa para la generación de empleo. Es por ello, que en el 2016 la MIMG gestionó la construcción de un muelle en Subida Alta, el cual tuvo como objetivos el desarrollo turístico de la comuna y facilitar la movilidad mediante el arribo de las embarcaciones en cualquier época del año, ya que entre los meses de mayo y octubre el traslado de los turistas desde Posorja hasta Subida Alta resultaba peligroso debido al fuerte oleaje presente en la zona.

El muelle operó, según información de los habitantes, entre 7 y 8 meses debido al desprendimiento de la rampa articulada y muelle flotante por un fuerte oleaje a mediados del 2017. El oleaje en el lugar donde se encuentra implantado el muelle ingresa con una dirección predominante del 314^o afectando la seguridad en la zona de embarque y desembarque.

La rehabilitación del Muelle Turístico y Comunitario de la Comuna Subida Alta genera y reaviva las expectativas productivas de la comuna y sus habitantes por medio del desarrollo turístico, considerando que va a dar un incremento en el flujo de llegada de los turistas.

La rehabilitación permitirá dar al muelle la funcionalidad que desde un principio necesitaba la estructura; proporcionando a la comunidad la oportunidad de aprovecharla en su beneficio.

1.1 Descripción del problema

La comuna Subida Alta, ubicada en la isla Puná, posee un muelle turístico y comunitario para embarque y desembarque de pasajeros construido en 2016 por la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil. De acuerdo con los documentos técnicos que reposan para el desarrollo del proyecto, la estructura tiene una longitud de 112.08 metros. Para su diseño no se consideró un estudio de oleaje por lo que la implantación actual de la zona de embarque y desembarque está expuesta directamente al oleaje. Se debe mencionar que, a los seis meses de estar operativo, se produjo el desprendimiento de la rampa articulada y el muelle flotante.

El oleaje en la zona no ha sido estudiado a detalle, sin embargo, la experiencia de los habitantes indica eventos de fuerte oleaje en los meses de transición e inicio de la estación seca (de abril hasta junio). Actualmente, el muelle se encuentra inhabilitado de sus funciones principales (embarque y desembarque de pasajeros) lo que impide la movilidad de la Comuna Subida Alta y realizar actividades de pesca e ingreso de turistas a la comuna de manera segura y en cualquier mes del año, afectando a los diversos actores sociales de la comuna.

El proceso de la rehabilitación del muelle turístico y comunitario de la Comuna Subida Alta cuenta con el levantamiento de un mapa de actores a quienes se les ha considerado sus expectativas e intereses respecto de la obra.

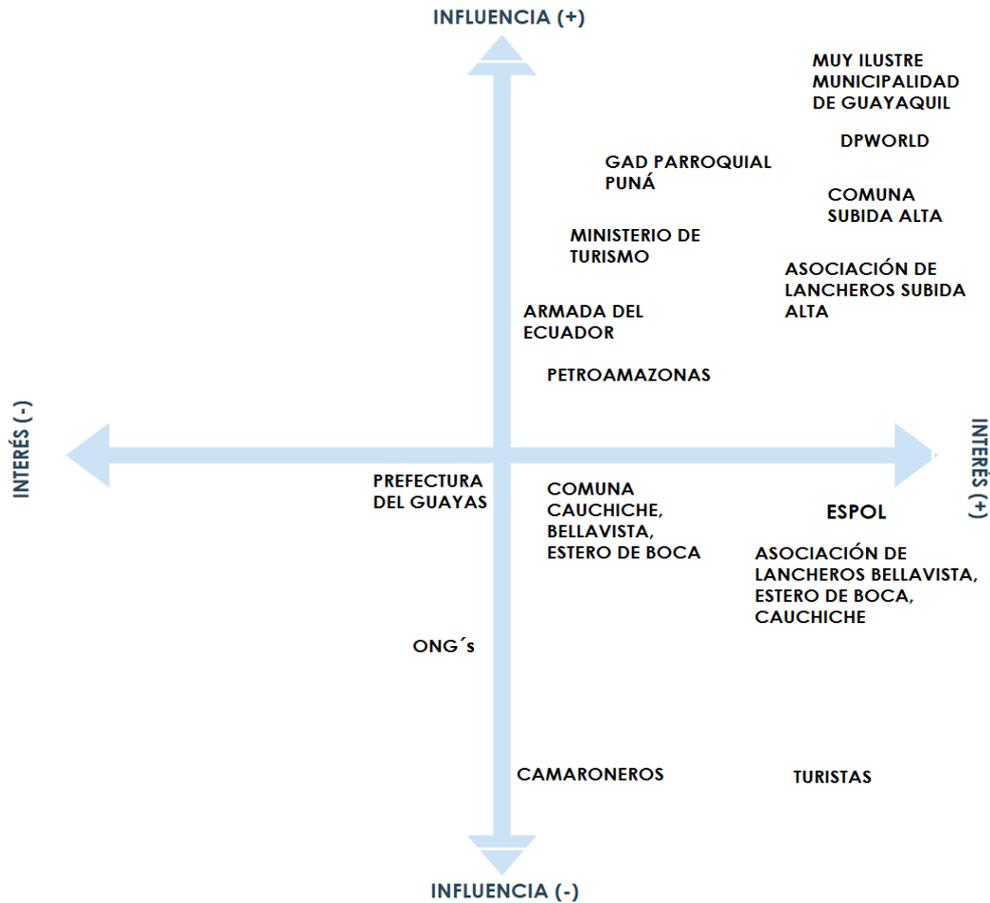


Ilustración 1-1. Mapa de actores en la comuna Subida Alta.
Fuente: Autores.

Las restricciones de este proyecto son físicas, sociales y económicas, detalladas a continuación:

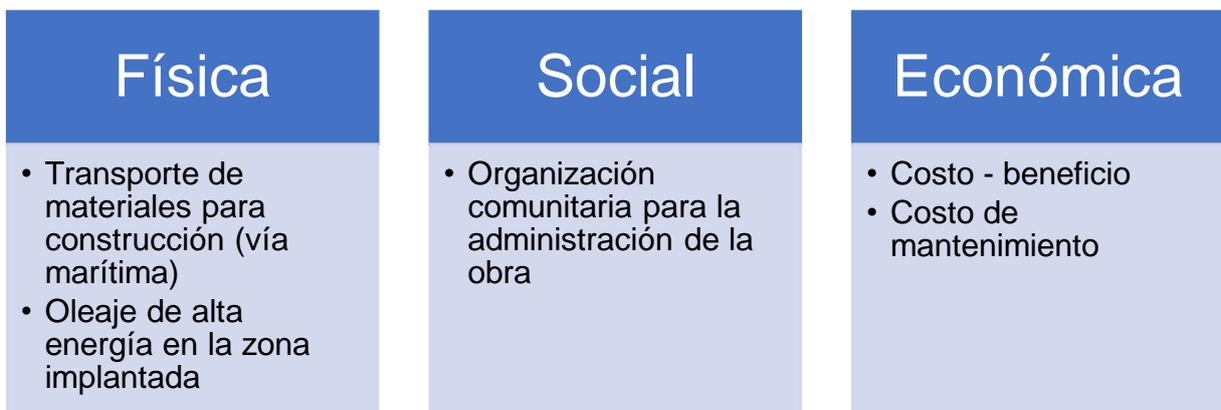


Ilustración 1-2. Restricciones del proyecto.
Fuente: Autores

1.2 Justificación del problema

La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil busca la recuperación de la inversión inicial, firmando un Convenio de Cooperación de Mejoramiento de Infraestructura Turística en la Comuna Subida Alta, con Dubái Ports World (DP World) por medio de su departamento de responsabilidad social. DP World está invirtiendo en el mejoramiento de vida de los ciudadanos, tanto de Puná, Posorja, El Morro y también de General Villamil Playas, con la finalidad de llegar a ser un Puerto Inteligente.

Según la Visión del Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible para Ecuador al 2020 declara que se debe:

Garantizar la gestión sostenible en el desarrollo y operación turística de sus riquezas culturales y naturales; la articulación de las cadenas de valor del turismo; la seguridad y la calidad de los destinos; la innovación, el conocimiento y la tecnología aplicada; con conectividad, infraestructura y facilidades adecuadas para el turismo (Tourism & Leisure, 2007) Pág. 127.

De acuerdo con el Análisis de los Recursos Naturales y Culturales en la Comuna Subida Alta, realizado por Briones (2019), la población turística está constituida por 240 visitantes mensuales, nacionales y extranjeros, que llegan a la Isla Puná y pasan por la comuna Subida Alta, distribuidos en grupos conformado mayoritariamente por familias, fluctuando entre los 12-65 años; concluyen un resultado de 3120 visitantes anual.

Así mismo, según el Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible para Ecuador al 2020, el turismo sostenible promueve oportunidades que permiten mejorar las condiciones de vida de los humanos, ya sea a través de la articulación de negocios privados y comunitarios en cadenas de valor que generan empleo directo e indirectamente, como a través de la demanda de servicios turísticos que generen experiencias auténticas. (Tourism & Leisure, 2007)

Tomando en consideración lo antes mencionado, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), ante lo solicitado por la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, acepta diseñar de forma preliminar soluciones ingenieriles tomando en cuenta las condiciones marino-costeras de la zona, las cuales, permiten la rehabilitación del muelle proporcionando funcionalidad y operatividad de manera segura.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar de forma preliminar soluciones ingenieriles a partir del análisis de los procesos costeros dominantes, para la rehabilitación de la operatividad y funcionalidad del muelle de pasajeros turístico y comunitario de la Comuna Subida Alta, Parroquia Puná.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Inspeccionar la condición actual de la estructura mediante una visita técnica y recopilación de planos constructivos.
2. Realizar estudios oceanográficos que influyen en la funcionalidad del muelle existente.
3. Evaluar las diferentes alternativas que permitan rehabilitar el muelle de Subida Alta considerando factores físicos, ambientales, sociales y económicos, utilizando la metodología de una matriz de decisión.
4. Diseñar la alternativa seleccionada para mitigar la acción del oleaje.
5. Rediseñar, de acuerdo con las necesidades, la plataforma flotante y rampa articulada.
6. Elaboración de planos generales.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Área de estudio

Subida Alta es una comunidad ubicada en el borde suroccidental de la isla Puná, parroquia rural del cantón de Guayaquil. Tiene una extensión de 3.423,38 ha, limitando al Norte con la Comuna Cauchiche; al Sur con la hacienda Los Pocitos; al Este con Campo Alegre y, al Oeste con el Océano Pacífico (DP WORLD, 2017), es el recinto más austral de la costa este de la isla, el cual posee dos playas conocidas como *playa ensenada de la comuna* y *playa vía a los Pocitos*, se encuentran expuestas a la influencia de olas refractadas provenientes del sur oeste, provocando un proceso erosivo constante.

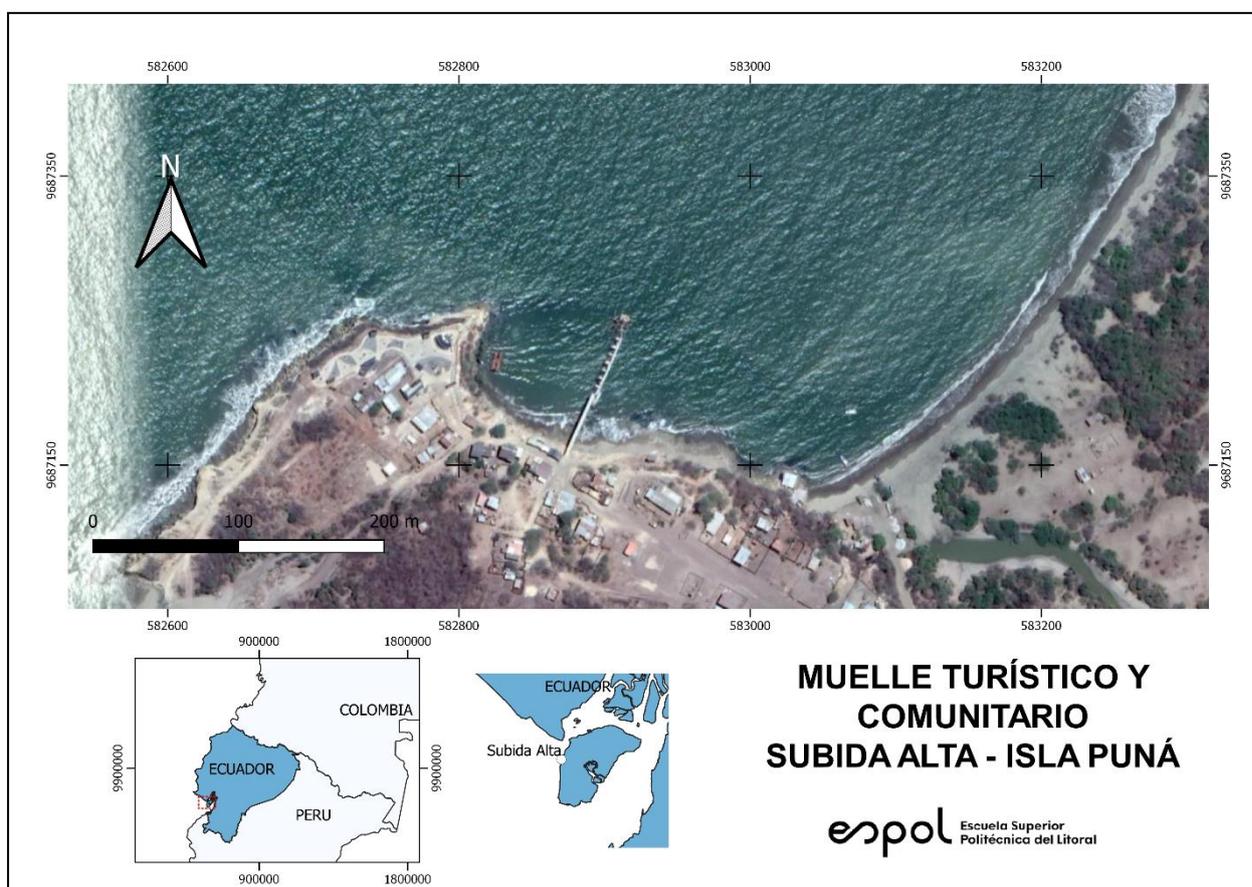


Ilustración 1-3 Ubicación de área de estudio.

Fuente: Autores

Para cumplir los objetivos de este proyecto, la zona de trabajo incluye principalmente el área de influencia donde se encuentra implantado el muelle de pasajeros turístico y comunitario de Subida Alta desde el 2016.

1.4.2 Estudios previos

1.4.2.1 Meteorología

La Comuna Subida Alta está localizada en una región de clima tropical con variaciones estacionales características de las zonas ecuatoriales. La estación seca o también conocida como verano es durante el periodo de junio a noviembre, mientras que la estación lluviosa o de invierno es de enero a abril, siendo los meses de mayo y diciembre periodos de transición entre ambas estaciones (Cucalón, 1996).

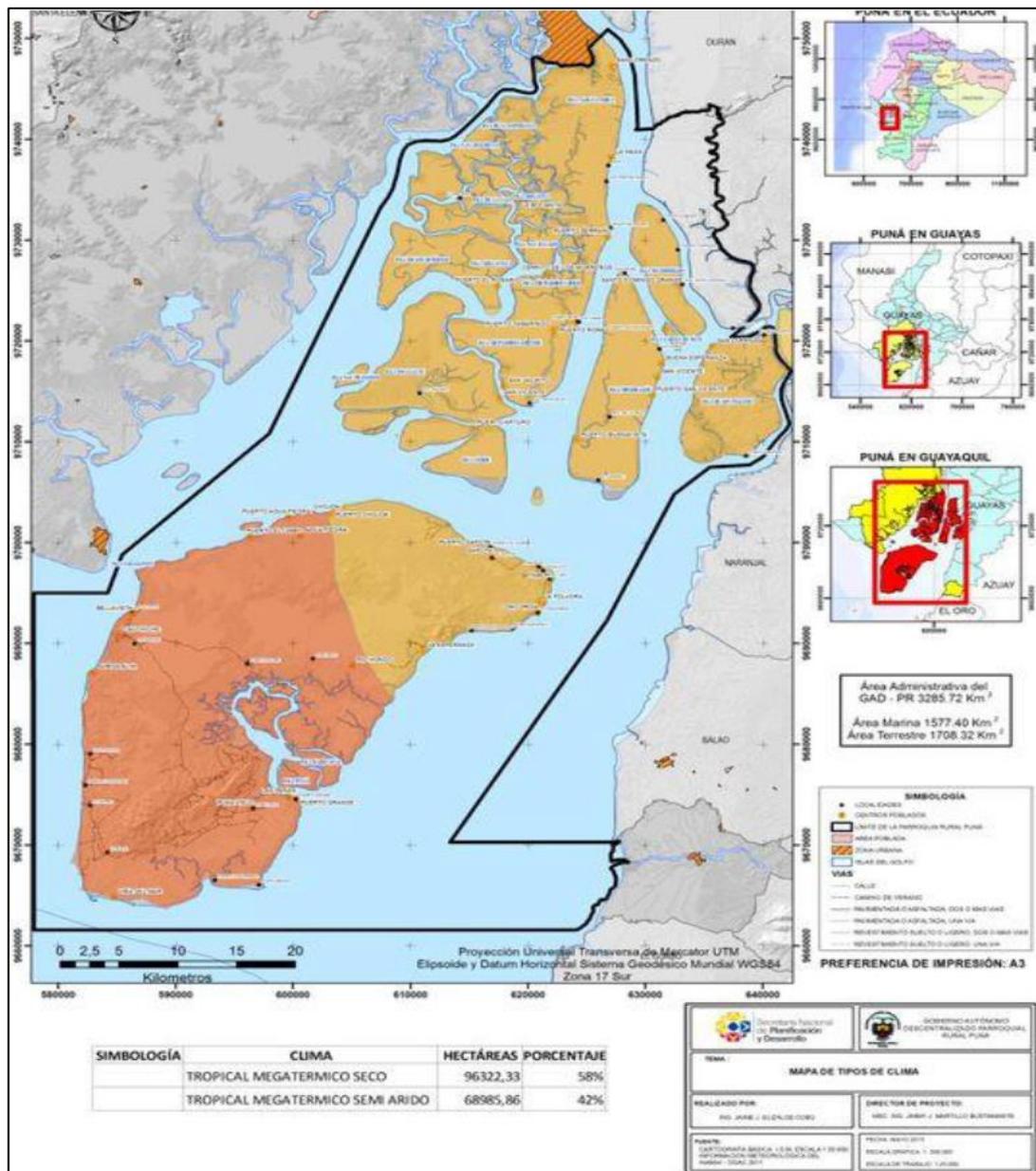


Ilustración 1-4 Mapa de tipos de clima.
 Fuente: Elizaldes Consultora (2015)

A demás de la clasificación de Koppen, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Puná realizado por Elizaldes Consultora (2015), el clima en la isla Puná es un

tipo tropical megatérmico árido a semiárido, similar al de la península de Santa Elena. Este tipo de clima es característico de temperaturas medias anuales de 24°C, con máximas y mínimas de 32°C y 16°C, respectivamente. Posee precipitaciones anuales inferiores a los 500 mm/m² concentradas durante la época lluviosa, las cuales son irregulares cada año debido a la aparición del fenómeno de El Niño.

El régimen de los vientos en la zona del estuario exterior del Golfo de Guayaquil, varía estacionalmente, en la época seca los vientos, que forman parte del sistema de los vientos alisios, se intensifican soplando del suroeste y oeste con velocidades promedio de 6 m/s. Durante la época húmeda, la dirección del viento fluctúa entre el sureste y oeste, debido al debilitamiento de los vientos alisios, siendo estos influenciados por la variabilidad climática presente en la zona. A la altura de la isla Puná, en época lluviosa, se registran vientos de todas las direcciones con velocidades promedio de 4 m/s (Cucalón, 1996).

1.4.2.2 Oleaje

Uno de los parámetros oceanográficos de mayor importancia en la ingeniería costera es el conocimiento del oleaje que se aproxima a la costa; permite caracterizar la morfología de las playas y predecir la evolución de la línea costa, así como también es de primordial consideración en el diseño estructural y funcional de estructuras marino-costeras para resistir la energía y fuerzas a la que estarán sometidas.

Régimen de olas

El régimen del oleaje son las condiciones de las ondas marinas en aguas profundas, área anterior a la zona de estudio, donde la ola aun no sufre los efectos de la configuración del fondo; es decir, la generación de la ola y como se propaga a través del océano hasta comenzar a transformarse a aguas someras.

La región ecuatorial posee vientos superficiales promedio de 6 m/s, ocasionando la formación de olas de periodo, altura y longitud de onda de poca magnitud. Sin embargo, en latitudes altas mayores a los 40°, en el Pacífico norte y sur, se encuentran zonas de baja presión donde el alcance y duración del viento son lo suficientemente grande para la formación de olas de mayor energía. Posteriormente, el oleaje desarrollado en esta región (fetch), se propaga por todo el océano Pacífico hasta alcanzar las costas, disipando su energía (Vera & Marín, 2015).

Según estudio, “Análisis de las olas en la costa central del Ecuador”, realizado por Allauca & Cardin (1987), las olas frente a las costas ecuatorianas son de mar de leva (tipo swell), la dirección de ola predominante es del suroeste y estas sufren más los efectos de refracción, con coeficiente de refracción K_r de 0.3605. (Ilustración 1-5)

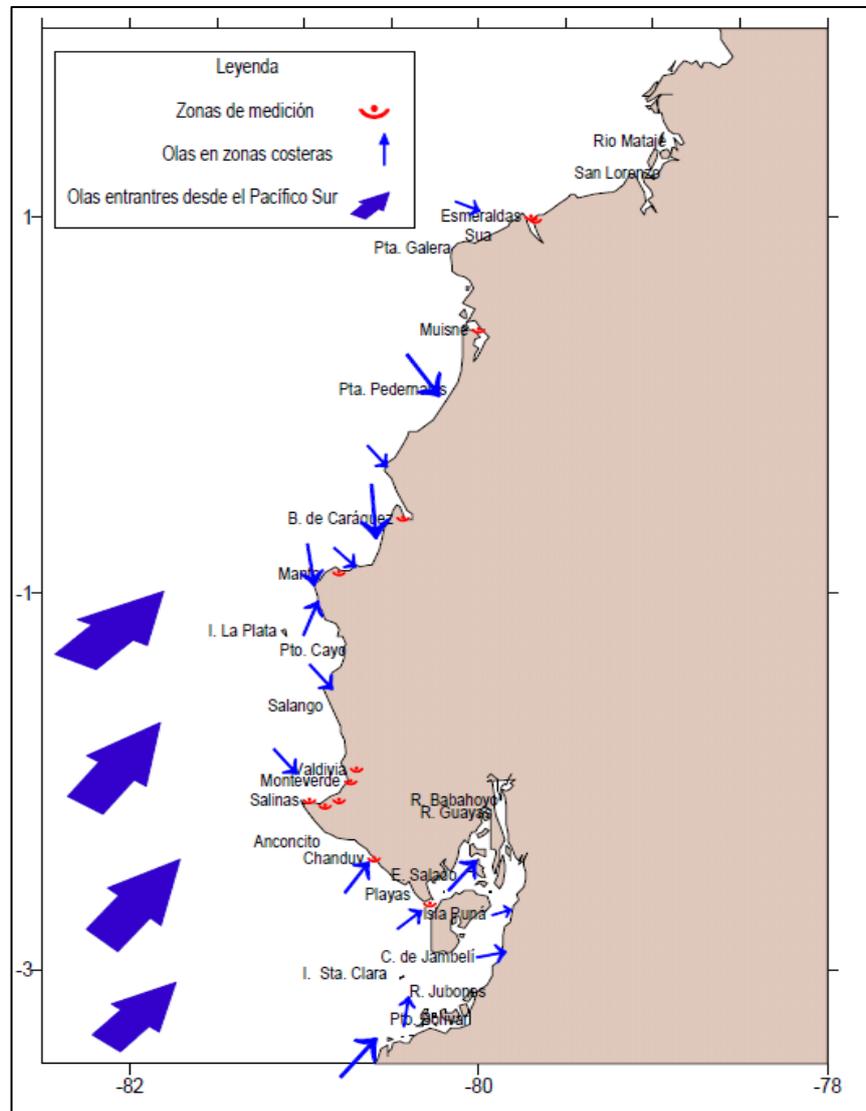


Ilustración 1-5. Distribución del oleaje en la costa ecuatoriana.
Fuente: Vera, Lucero, & Mindiola (2009)

Estadística de olas

Vera, Lucero, & Mindiola (2009), en su estudio de caracterización oceanográfica de la costa central ecuatoriana, durante dos meses de mediciones, concluyó que la altura media significativa encontrada en el sector de Los Goles, frente a nuestra área de estudio, es de 0.57 m y altura máxima de 2.34 m, con un periodo promedio de 15 segundos y con una dirección predominante que oscila entre el suroeste y oeste. Debido a que este sector comprende parte del Canal Marítimo de Acceso a Guayaquil, es un área donde se han observado olas de hasta 3 metros de altura, por acción del paso de las embarcaciones.

En la actualidad, a 4 kilómetros frente a la Comuna Subida Alta, se encuentra operando el Canal de Acceso al Puerto de Aguas Profundas en Posorja, generando olas de gran altura. Durante la primera etapa del puerto, este tendrá una frecuencia de ingreso de 2 buques semanales, por lo que habrá un tráfico marítimo de 2 ingresos y dos salidas que pasan frente a la costa occidental de puna (DP World Posorja S.A., 2016)

Tabla 1-1. Características del oleaje en Los Goles.

Lugar	Altura Significativa Media [m]	Altura Máxima [m]	Dirección dominante	Periodo medio [s]
Los Goles	0.57	3	SW	15

Fuente: Vera, Lucero, & Mindiola (2009)

El INOCAR en su portal web¹ hace publicaciones diarias de altura de oleaje en 5 estaciones a lo largo de la costa ecuatoriana. La estación más cercana a Subida Alta es la grilla anidada de Guayaquil (Ilustración 1-6). Los valores son obtenidos del modelo numérico SWAN (Simulating Waves Nearshore), el cual es un modelo de propagación de oleaje espectral que simula la energía contenida en las ondas en su propagación desde superficies oceánicas hasta las zonas costeras, tiene una resolución espacial de 0.01 grados y su pronóstico es de hasta 5 días.

¹ https://www.inocar.mil.ec/modelo_olas/index.php

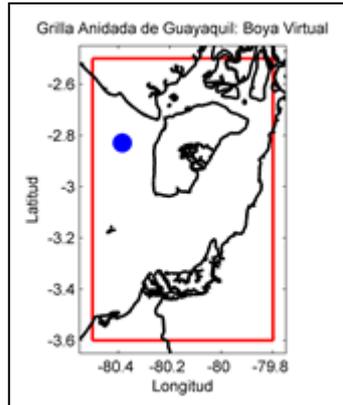


Ilustración 1-6. Boya virtual SWAN en Guayaquil.
Fuente: INOCAR (2020)

Las alturas de oleaje en Subida Alta según la boya virtual Swan para el 8 de febrero del 2020 tienen valores entre 0.5 y 0.75 metros.

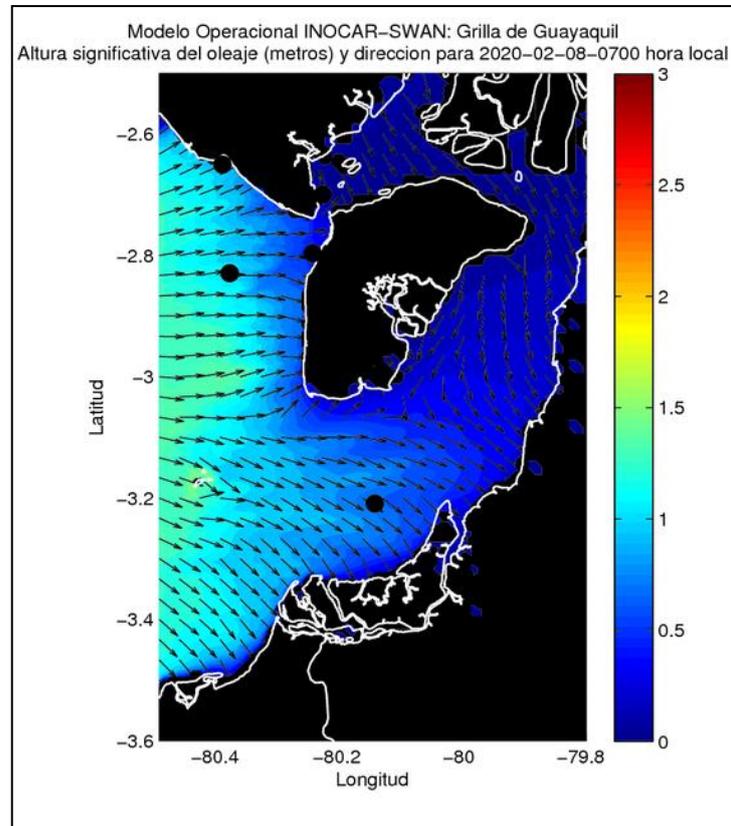


Ilustración 1-7. Altura significativa del oleaje en la boya virtual Guayaquil del modelo SWAN.

Fuente: INOCAR (2020)

1.4.2.3 Corrientes

Las corrientes, que en las zonas próximas a las costas suelen ser generadas por vientos y mareas, así como por diferencias de densidad, cumplen un papel importante en este

estudio, ya que son estas las que influyen en el diseño de las obras de atraque, maniobras de navegación y transporte de sedimentos.

Debido a que el patrón de circulación en el área de estudio se ve influenciado principalmente por la marea y los vientos, se define la marea como el ascenso y descenso periódicos de todas las aguas oceánicas. Junto al ascenso y descenso vertical de agua, hay varios movimientos horizontales llamados comúnmente corrientes de marea (Léniz Drápela, 2008).

En Ecuador, una corriente de marea fluye durante aproximadamente 6 h y 12 min hacia la costa, en correspondencia con la marea alta; después se invierte y refluye, durante casi el mismo tiempo, pero menor, en dirección contraria, y se corresponde con la marea baja. Una corriente que fluye hacia la costa se califica como de flujo; y la que se aleja de la misma, reflujo. Durante el periodo de inversión, el agua se caracteriza por un estado de inmovilidad, o calma, llamado estoa.

La comuna Subida Alta se encuentra ubicada en la frontera entre lo que Cucalón (1996) clasifica estuario interior y estuario exterior ($80^{\circ}15'W$). En el estuario interior, las corrientes son dominadas básicamente por la marea en donde la magnitud y dirección de estas corrientes dependen de la amplitud de la marea y el lugar considerado. La entrada y salida del agua durante cada ciclo de marea produce una corriente de flujo y reflujo, respectivamente. La Ilustración 1-8 muestra el resultado del modelamiento de Malla Flexible Delft3D del Río Guayas y el Sistema Estuarino en Ecuador, desarrollado por Barrera (2016), de las corrientes de marea durante un ciclo completo.

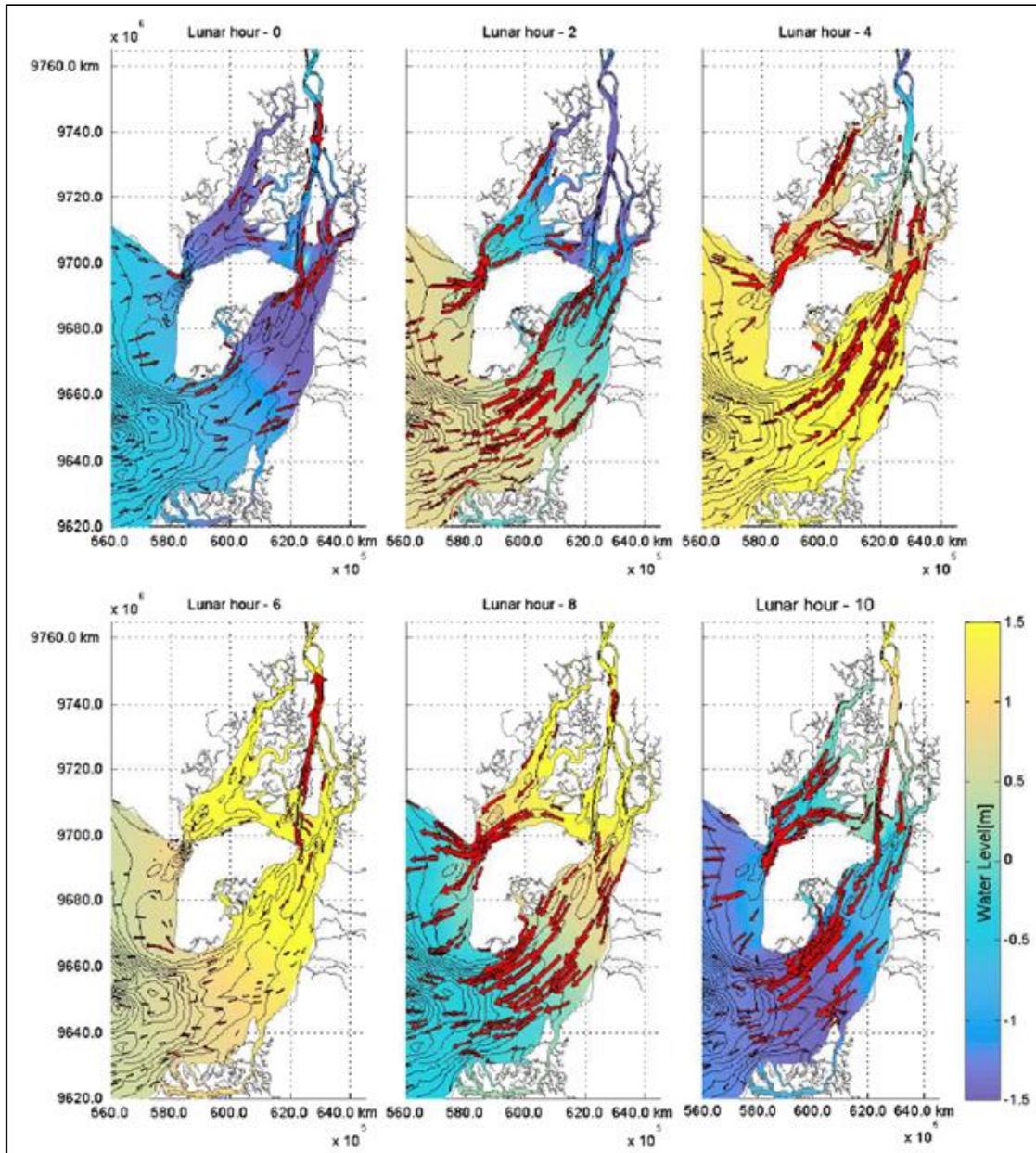


Ilustración 1-8 Campo de velocidad de la corriente de marea durante un ciclo completo.
Fuente: Barrera (2016)

Distintamente del estuario interior, la circulación a través del estuario exterior del Golfo de Guayaquil es menos entendida debido a la complejidad de la interacción del efecto del viento, el aporte de agua dulce proveniente de aguas arriba, las mareas, las corrientes provocadas por gradientes de densidad, movimientos inerciales, flujos característicos asociados con la geometría y batimetría de la cuenca, la interacción de masas de agua oceánicas, etc. (Cucalón, 1996).

En el estudio realizado por Vera, Lucero, & Mindiola (2009), reportan que, en enero del 2007, mediante perfiles de corriente en Los Goles, velocidades máximas de 1.2 m/s con dirección sureste durante el flujo y 1.5 m/s con dirección noroeste en el reflujó. Ilustración 1-9) Se inducen velocidades promedio en un rango ente 0.52 m/s a 1.21 m/s en el flujo, mientras que el reflujó la magnitud de velocidades promedios es considerablemente menor en un rango ente 0.12 m/s y 0.35 m/s. A una profundidad de 12 metros, las velocidades promedio son de 0.29 a 0.44 m/s con dirección sureste, alcanzando velocidades máximas de hasta 0.8 m/s durante el flujo. Durante el reflujó, la magnitud de las velocidades promedio varían entre 0.14 a 0.31 m/s, con velocidades máximas de 0.6 m/s dirigiéndose al noroeste.

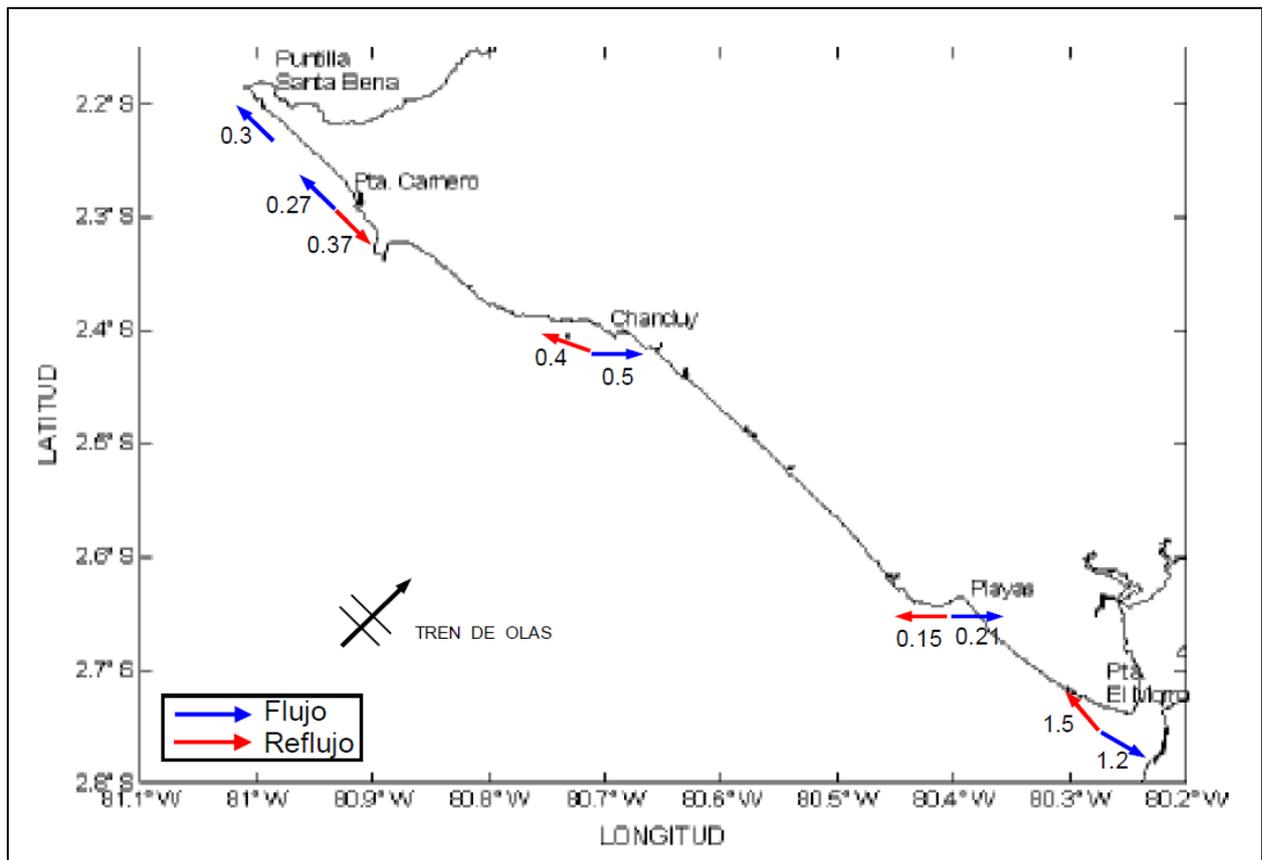


Ilustración 1-9 Circulación Superficial
Fuente: Vera, Lucero, & Mindiola (2009)

Tabla 1-2 Características de la circulación en sector Los Goles.

Circulación	Estado de Marea	Velocidades Promedio [m/s]	Velocidad Máxima [m/s]	Dirección
Circulación Superficial	Flujo	0.52-1.21	1.2	Sureste
	Reflujo	0.12 – 0.35	1.5	Noroeste
Circulación a 12 m de profundidad	Flujo	0.29 -0.44	0.8	Sureste
	Reflujo	0.14 – 0.31	0.6	Noroeste

Fuente: Vera, Lucero, & Mindiola (2009)

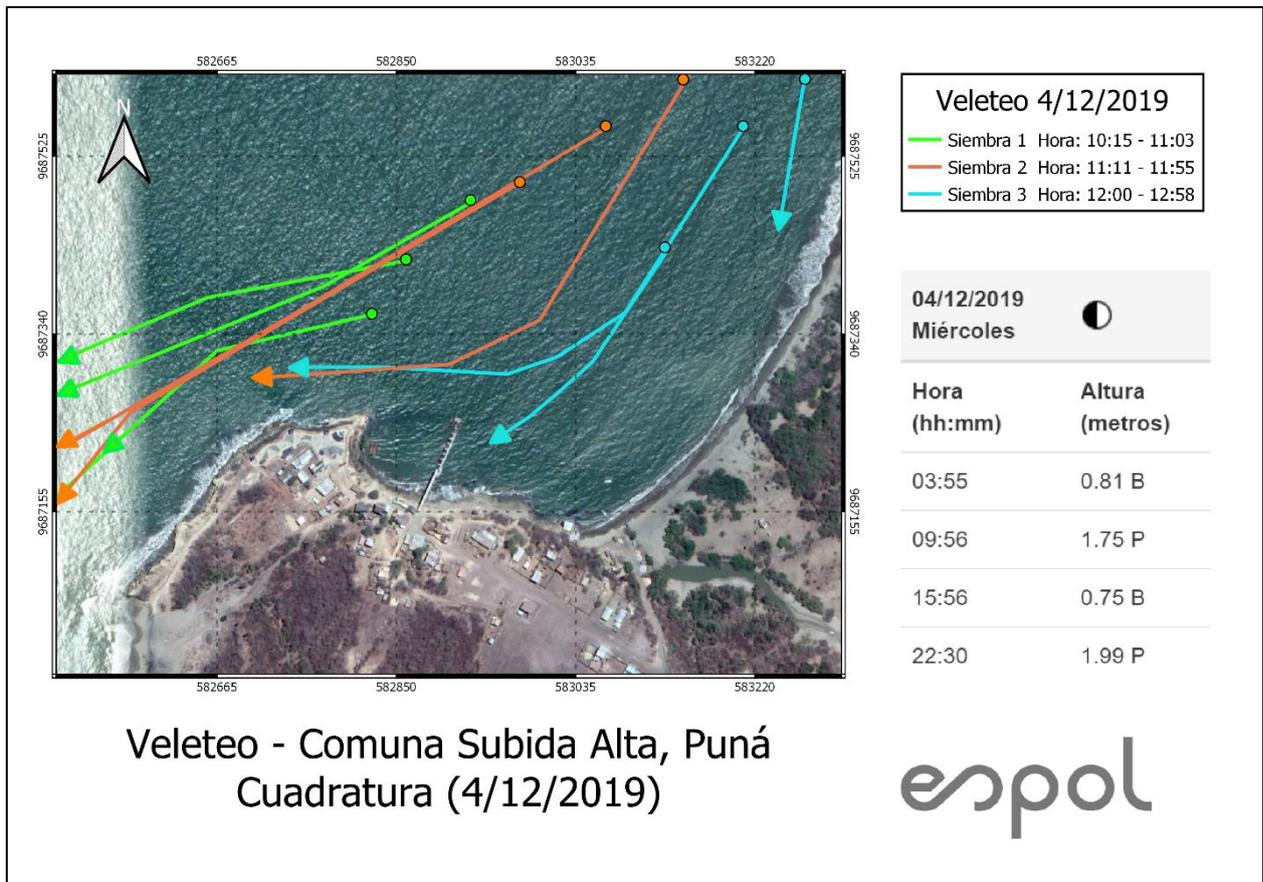


Ilustración 1-10 Circulación superficial del área de estudio.

Fuente: autores

1.4.2.4 Mareas

En el mundo, las mareas desempeñan un papel importante en la navegación marítima debido a que durante mareas altas la profundidad de los canales de navegación aumenta, este es el caso del golfo de Guayaquil, en donde las embarcaciones de gran calado ingresan dependiendo del estado de la marea. Las mareas son ondas de períodos

muy largos que se mueven a través de los océanos en respuesta a las fuerzas gravitacionales ejercidas por la luna y el sol, se originan en los océanos y avanzan hacia las costas donde son las responsables del ascenso de la superficie del mar, denominado “marea alta”, y del descenso llamado “marea baja”, su diferencia en altura se conoce como “rango de marea” (NOAA, 2019).

El Instituto Oceanográfico de la Armada es una fuente nacional que proporciona informes anuales sobre predicciones diarias de altura de marea en 20 estaciones a lo largo de la costa ecuatoriana, los valores se encuentran con respecto al promedio de bajamares de sicigia (MLWS por sus siglas en inglés).

Los rangos de marea máximos, con respecto al promedio, se presentan cuando la Luna, Tierra y Sol se encuentra alineados, a este fenómeno se le conoce como Sicigia. Cuando la alineación de la Luna difiere 90° con el sol, se conoce como Cuadratura. La estación más cercana a la comuna Subida Alta es Data Posorja, se puede observar en la Ilustración 1-11 que ambas localidades tienen la misma fase de marea.

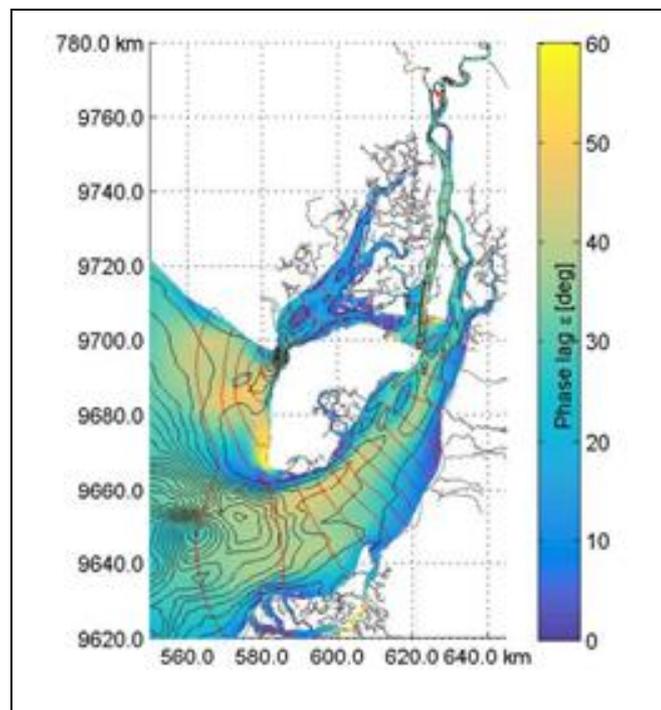


Ilustración 1-11 Fase de marea.
Fuente: Barrera (2016)

En la estación Data Posorja se presentan los siguientes rangos de marea de Sicigia y Cuadratura para el año 2019:

Tabla 1-3 Rango de marea en Data Posorja

RANGOS DE MAREAS PROMEDIO EN ESTACIÓN DATA POSORJA		
	Máximo	Mínimo
Sicigia	2.7	0.1
Cuadratura	2.4	0.4

Fuente: INOCAR (2019)

1.4.2.5 Geología

La geología nos ayuda a comprender la composición, dinámica e historia del material geológico y estratigráfico que se encuentra debajo del área terrestre y marítima del Ecuador. La Isla Puná posee en la mayor parte de su superficie, planicies que van entre 15 y 80 metros de altitud, al sobrepasar la cota 80 metros se produce un cambio en la orografía, formándose la cordillera Zambapala situada al sur de la Isla, con una altura máxima de 300 metros sobre el nivel del mar. La isla está conformada por varias formaciones geológicas detalladas en la Ilustración 1-12, la más antigua es Zapotal que a la vez conforma la geología de la comuna Subida Alta (Navarrete, Carcelen, Sotomayor, & Pérez, 2011).

Según Dumont *et al.* (2005), Subida Alta se asienta sobre dos terrazas formadas por movimientos tectónicos y depósitos de sedimentos marinos del Pleistoceno Superior (800 mil años), están compuestas por areniscas calcáreas, arcillas y conglomerados con mega fósiles comunes. Estas terrazas dan origen a acantilados de hasta 40 metros de altura sobre la playa donde se asienta la iglesia de Subida Alta acompañada de un mirador y algunas viviendas. Al sureste de la comuna se encuentra la cordillera de Zambapala, de la Formación Puná (Miembro Lechuza) cuyo levantamiento se habría producido hace 0.6 a 1.8 millones de años (Cobos, 2010).

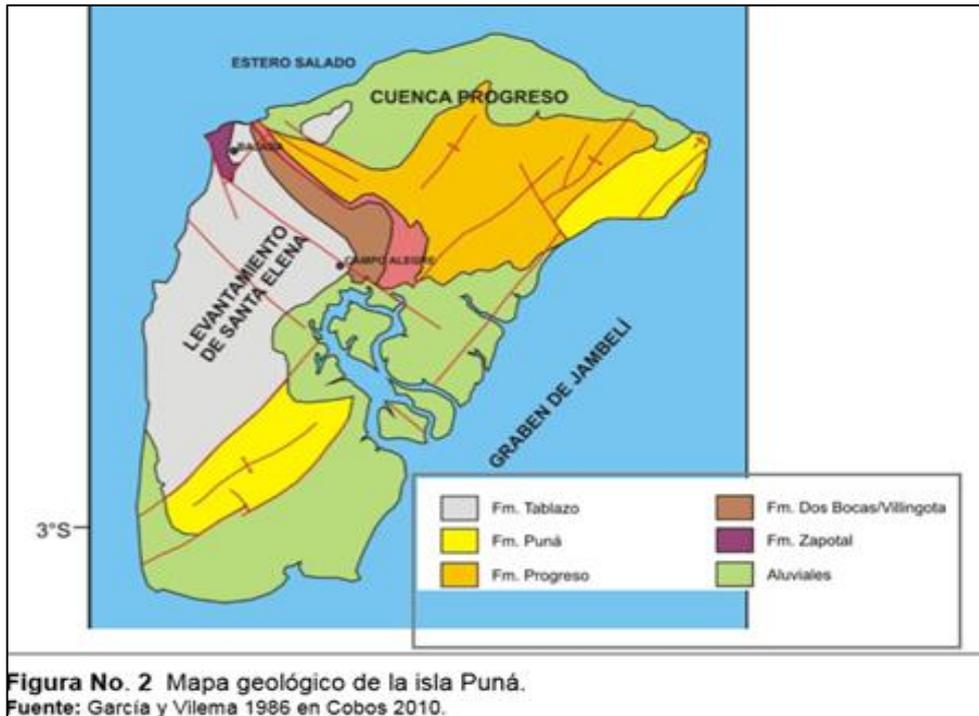


Ilustración 1-12 Mapa Geológico de la isla Puná.
Fuente: García y Vilema 1986 en Cobos (2010)

1.4.2.6 Flora y Fauna

La vegetación en la isla Puná comprende formaciones vegetales de matorral, bosques secos, manglares y salitrales. Los matorrales secos cubren zonas extensas de la isla debido a la tala del bosque seco deciduo y al pastoreo, aunque existen remanentes de bosque poco alterados en las cordilleras de Zambapala y San Ramón (Navarrete, Carcelen, Sotomayor, & Pérez, 2011).

Según Madsen, Mix, & Balslev (2001), existe una vegetación clímax entre la población de Subida Alta y la cordillera Zambapala, esta vegetación se conforma por Bosques secos cubiertos con: matorrales y bosques de galería a los lados de los cauces de los ríos intermitentes. Existen planicies consecuencia del sobrepastoreo del ganado vacuno y caprino alrededor de Subida Alta. Al norte de Subida Alta, se forma una laguna costera temporal con pequeños parches de vegetación de manglar, dominados por *Conocarpus erecta*. En la Imagen x se puede observar el manglar junto con desechos plásticos que llegan del mar y se estancan en las playas adyacentes (Navarrete, Carcelen, Sotomayor, & Pérez, 2011).



Ilustración 1-13. Manglar en Subida Alta.
Fuente: Autores

En cuanto a la flora, existe un total de 107 especies vegetales, siendo 81 nativas, 2 endémicas, 2 introducidas y naturalizadas, 21 introducidas y cultivadas y una no identificada. Por su hábito de crecimiento, 40 especies son árboles, 23 arbustos, 28 hierbas, 9 lianas, 4 epifitas, 1 bejuco y 1 parásita.

La fauna en subida alta es diversa, posee tres especies de reptiles: iguana verde (Iguana iguana), se encuentra comúnmente entre los manglares y en las playas, la lagartija (*Dicrodon guttulatum*), abunda al norte de Subida Alta, y *Stenocercus iridescens*, habita en los matorrales. Se han encontrado 71 especies de aves, de las cuales 14 son endémicas regionales.

1.4.3 Factores Socioeconómicos

Demografía: En 2010 la población estimada en la comuna Subida Alta por el censo INEC fue de 100 personas las cuales no residen de forma permanente en la isla, algunas residen en Posorja, Guayaquil u otras ciudades en busca de mejores oportunidades laborales e instituciones educativas para sus hijos. Según un censo realizado en octubre del 2019 por la administración de la comuna Subida Alta a 133 habitantes, Guayaquil es el lugar de residencia del 93% de la población flotante, el 7% reside en Durán, Daule, Machala y EE. UU. (Ilustración 1-14). Muchos de los habitantes no permanentes, regresan a la comuna durante las vacaciones estudiantiles (febrero a marzo).

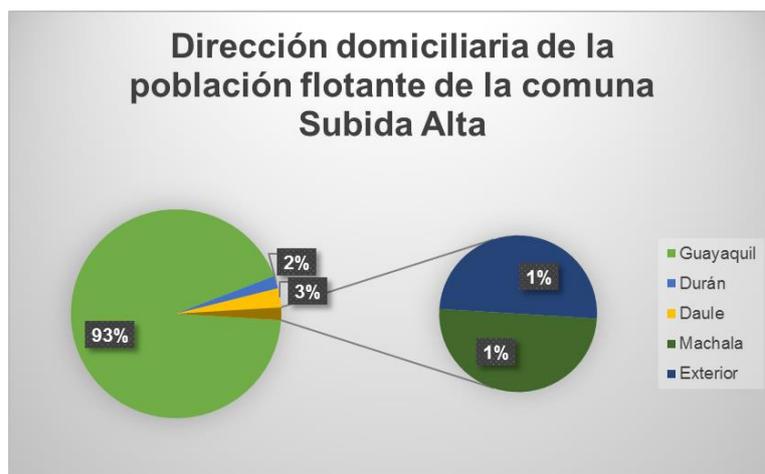


Ilustración 1-14 Dirección domiciliaria de la población flotante de la comuna Subida Alta.

Fuente: (Cavildo de la comuna Subida Alta, 2019)

Vivienda y Servicios Básicos: Según el censo INEC 2001, la comuna Subida Alta tenía 22 viviendas. El 51% de los comuneros encuestados por el censo de Subida Alta (2019) tiene casa propia mientras que el 49% posee casa que fueron cedidas, alquiladas o compartidas. Además, el tipo de material de construcción de las viviendas que predomina es caña/tabla.



Ilustración 1-15. Viviendas de la comuna Subida Alta.

Fuente: Cavildo de la comuna Subida Alta (2019)



Ilustración 1-16. Tipo de material de las viviendas en la comuna Subida Alta.

Fuente: Cavildo de la comuna Subida Alta (2019)

En la actualidad, la comuna no posee servicio de agua potable, los pobladores deben trasladarse a Posorja a comprar tanques de agua que solventes sus actividades diarias, también suelen comprar agua proveniente de pozos cercanos. Para el consumo humano, compran botellones de agua potable transportadas en lanchas desde Posorja.

Actividades económicas: Según Navarrete *et al.* (2011) en su estudio indica que después del año 2006 la población residente se dedica principalmente a la agricultura estacional, ganadería extensiva, pesca artesanal y ocasionalmente a la recolección de barbasco y fabricación de carbón vegetal. La ganadería representa una de las más importantes fuentes de ingresos económicos para Subida Alta, entre agosto y septiembre cuando el alimento se encuentra en escasas cantidades debido a la estación seca, los animales son vendidos a compradores que llegan a Subida Alta o son llevados a Posorja.

Las personas que poseen lanchas tienen como actividad económica principal la pesca artesanal, de camarón y peces pelágicos pequeños. También se dedican a trasladar pasajeros locales entre la comuna y Posorja, en ocasiones también realizan la movilización de turistas que quieren visitar la comuna. La movilización es una actividad muy importante debido a que es el único medio de transporte por el cual se puede acceder a la isla.

El censo 2019 de la comuna Subida Alta indica que el sustento económico de los hogares es en su mayoría debido a las actividades que realizan en ciudades fuera de la comunidad, el 56% encontró oportunidades laborales en Posorja, Guayaquil u otras ciudades, mientras que el 16% es jubilado y el resto se dedica a la agricultura, pesca y comercio (ver Ilustración 1-17).



Ilustración 1-17. Actividades que sustentan la economía de los hogares de la comuna Subida Alta.

Fuente: Cavildo de la comuna Subida Alta (2019)

La comunidad cree importante incentivar proyectos en el ámbito productivo que aumenten los ingresos económicos de la comuna. Las actividades de gran interés son la agricultura y el turismo, otras actividades como la actividad agropecuaria, ganadería agronomía, gastronomía y pesca también son consideradas por la población como potenciales generadores de ingresos económicos a la comunidad (Cavildo de la comuna Subida Alta, 2019).

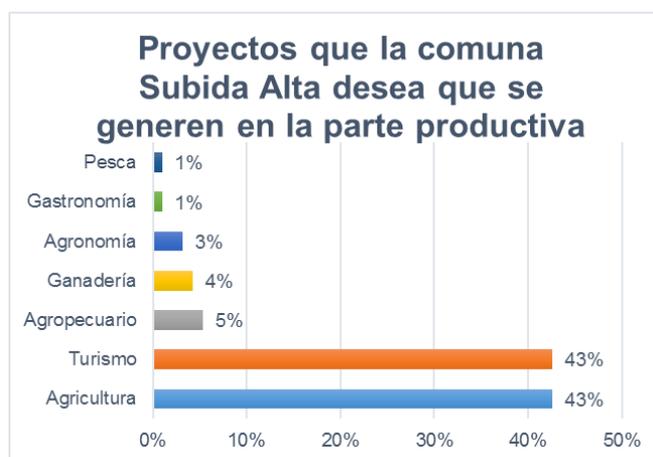


Ilustración 1-18. Proyectos que la comuna Subida Alta desean que se genere en la parte productiva.

Fuente: Cavildo de la comuna Subida Alta (2019)

Turismo: En 2008, el Consejo Provincial del Guayas (actual Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas) impulsó el Programa de Ordenamiento de playas en el perfil costero ecuatoriano y la isla Puná cuyo objetivo era promocionar todo el margen occidental como destino turístico. Aunque las diferentes autoridades intervengan, los principales protagonistas en el desarrollo y promoción turística, deben ser los residentes locales.

Navarrete, Carcelen, Sotomayor, & Pérez (2011) indica que hasta 2011, 8 personas tienen lanchas, tres familias ofrecen hospedajes y comedores. Actualmente, los servicios de lancha, hospedaje y comida deben confirmarse con anticipación debido a la escasa frecuencia de visitantes (alrededor de 12 por semana), así lo indica el presidente de la comuna Sr. Erick Quinde.

La propuesta de zonificación turística para las playas de la Isla Puná realizada por Santana (2018), expone que, para Subida Alta, de acuerdo con sus características físicas, se pueden considerar las siguientes zonas:

- Zona preferentemente turística
- Zona de conservación de la naturaleza
- Zona de conservación del patrimonio cultural

La zona preferentemente turística se refiere a las dos playas que posee Subida Alta, una ubicada detrás del muelle donde se forma una ensenada hasta donde se encuentran varadas las lanchas y la otra playa es conocida como “El Cementerio de las Ostras” o “Playa de los enamorados”. Si se camina aproximadamente tres kilómetros en línea recta por la “Playa de los enamorados” se llega a “Punta Brava”, donde se encuentra “La Cruz” el cual es un sitio considerado de importancia cultural debido a la presencia de restos de vasijas antiguas (Santana, 2018).

1.4.4 Estructuras costeras

Las estructuras costeras tienen como principal objetivo prevenir los daños causados por la erosión costera, las inundaciones y el incremento del nivel del mar; sin embargo, también existen otros propósitos para su uso, como la protección de las instalaciones portuarias y la estabilización de los canales de navegación. En la siguiente tabla se presentan diferentes tipos de estructuras costeras, describiendo los objetivos y funciones de cada una de ellas.

Las Estructuras costeras verticales como rompeolas y otras estructuras relacionadas son construidas principalmente para dar protección contra el ataque de las olas en muelles, áreas de maniobra, facilidades portuarias y otras áreas adyacentes a la costa. Muchas de estas estructuras tienen como requerimiento servir en diferentes propósitos y muchos de ellos cambian a través del tiempo. La composición y construcción de estas estructuras depende de mucha práctica y conocimiento local, tomando particularmente las condiciones locales y los materiales a utilizar (Allsop, Vicinanza, & McKenna, 1996).

La principal preocupación en el diseño de este tipo de estructuras es poder completar los niveles de requerimiento con respecto a la protección de la acción del oleaje en la zona de calma durante el servicio y además contra las condiciones extremas de oleaje. El grado de protección en la zona de calma va a depender del uso que se le dé a la facilidad y más aún, depende de la economía de la operación de la facilidad y de lo que hay detrás de ella (Allsop, Vicinanza, & McKenna, 1996).

Según Takahashi (1996), existen muchos tipos de estructuras rompeolas usadas a través del mundo. Los rompeolas pueden ser clasificados en tres tipos de estructuras: (1) el tipo pendiente, (2) el tipo vertical, y (3) tipo especial.

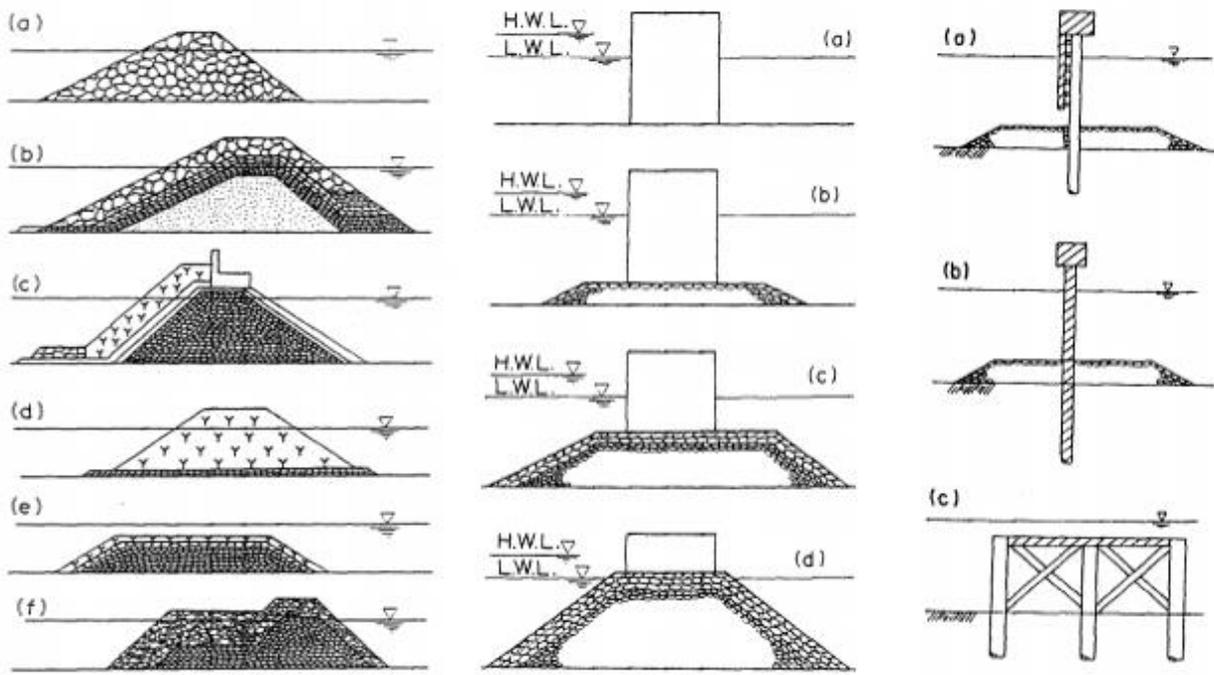


Ilustración 1-19 Estructuras costeras con pendiente y verticales.
Fuente: Takahashi (1996)

En la actualidad, dos principales técnicas son utilizadas para construir infraestructuras de embarque y desembarque para barcos – espigones y muro vertical de concreto como estructuras de rompeolas. El principal material utilizado para construir un espigón son rocas y extractos de canteras y para los rompeolas verticales, concreto (García Espinel, Alvarez García-Lubén, & González Herrero, 2016)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología general aplicada en este proyecto esta basada en el proceso de diseño de ingeniería propuesto por la Sociedad de Arquitectos Navales e Ingenieros Oceánicos (SNAME), adoptando el concepto de Design Thinking.

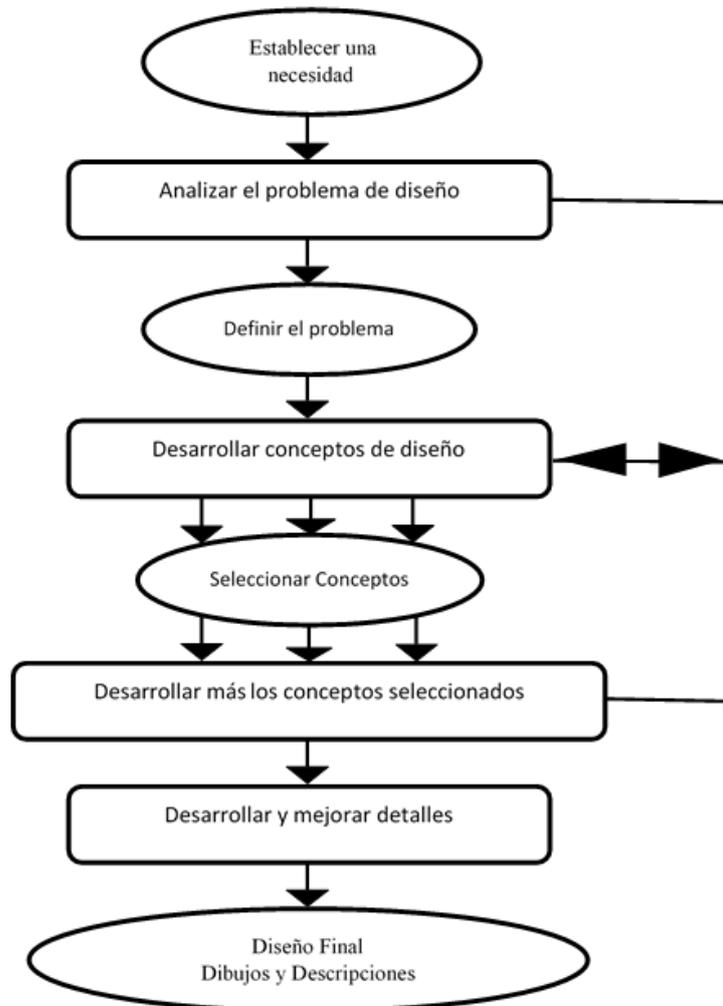


Ilustración 2-1 Proceso de diseño de SNAME

El diseño de ingeniería es un proceso que permite crear una solución que satisfaga necesidades considerando restricciones por parte del cliente, de manera segura, confiable y ambientalmente responsable. Mediante un análisis del problema de diseño

se estableció , desarrollando varios conceptos de diseño, donde a través de un proceso de retroalimentación o iteración, se seleccionaron los más viables. Una vez establecidos los conceptos, se mejoró los detalles llegando a un diseño final con sus descripciones.

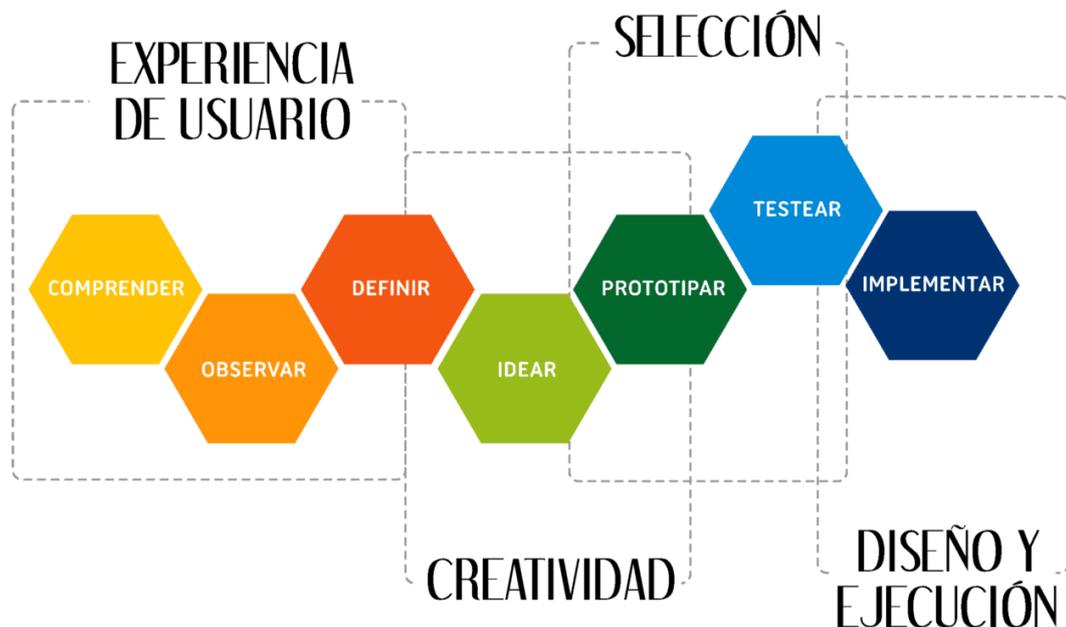


Ilustración 2-2 Proceso de diseño – Design Thinking.
Referencia: Tabuchi Yagui (2015)

Design thinking es un pensamiento de diseño que se centra con mayor énfasis en el proceso que simplemente en el producto final, es decir, el producto o solución nace a partir de una resolución de problemas mediante una estrategia creativa basado en un diseño centrado en las personas Pelta Resano (2013).

2.1 Matriz de decisión

Elegir la alternativa específica para la construcción de una obra, la cual afectará directa o indirectamente a la sociedad en común es una decisión que se debe analizar detalladamente y verificar la factibilidad de cada opción que se proponga.

La metodología aplicada en este trabajo, se basó en otorgar un valor de ponderación o importancia entre 0% y 100% a cada criterio de factibilidad establecido: físico, técnico, y económico, cuya suma de ponderación debe ser igual al 100%. A cada criterio de factibilidad se le asignó variables correspondientes a la identificación previa de las

mismas por medio del diagnóstico y línea base, a las cuales se les otorga un valor entre 1 y 10 (siendo 10 la calificación máxima = el mejor lugar), definiendo así la mejor alternativa para recuperar y rehabilitar el uso del muelle turístico y comunitario de la comuna Subida Alta; así mismo, a cada variable se le puede o no asignar sub variables según le corresponda el análisis.

Cabe recalcar que las ponderaciones de los criterios y las calificaciones de las variables y sub -variables son asignadas según la experiencia o análisis del grupo de trabajo de este proyecto integrador.

2.2 Diseño de “Solución Ingenieril”

2.2.1 Estadística de oleaje

Para el análisis de oleaje en la zona de estudio, se descargaron datos del modelo de oleaje Wavewatch III o WW3 (NOAA, 2019), el cual genera una predicción con un horizonte de 180 horas (7.5 días) cada tres horas, la información es de libre acceso y proporciona datos de altura significativa, periodo y dirección del oleaje en determinadas grillas y periodos de tiempo. En este caso, se escogió la boya virtual más cercana a Subida Alta (3° S, 81.25° W), la cuál se encuentra en aguas profundas (veril de 1000 m) y poseé datos desde enero de 1996 hasta mayo del 2018.

Con los datos descargados del WW3, se realizó un análisis de frecuencias bivariado de periodo y dirección de oleaje durante el periodo 1996-2018. También, para tener en cuenta casos extremos, se estudió el oleaje en enero de 1998 el cual corresponde a un año con presencia del fenómeno El Niño. Conocer los valores típicos de periodo y dirección de oleaje nos va a permitir caracterizar el oleaje incidente en la zona de estudio.

		Dirección (grados)																	Suma
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	
		10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
Periodo (segundos)	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Suma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.38	0.44	0.06	0.03	0.02	0.04	0.00	0.00

Ilustración 2-3. Análisis bivariado de datos de periodo y dirección de oleaje en el periodo 1996-2018 con información de la boya virtual WW3.

Fuente: Autores

Durante el periodo 1996-2018, se reflejan valores de dirección y periodo típicos de la costa ecuatoriana, donde la dirección del oleaje que predomina es proveniente del suroeste (235°) con un periodo que oscila entre 13, 14 y 15 segundos. Mientras que, para El Niño 1998, se observan oleajes provenientes del norte (310°) con un periodo de 15 segundos.

		Dirección (grados)																	Suma
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360
		10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
Periodo (segundos)	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.11	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00
	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01	0.04	0.04	0.05	0.00	0.00
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Suma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.21	0.06	0.08	0.09	0.00	0.00

Ilustración 2-4. Análisis bivariado de datos de periodo y dirección de oleaje en enero de 1998 con información de la boya virtual WW3.

Fuente: Autores

Debido a la presencia de un acantilado cerca del muelle de Subida Alta (Ilustración 2-5), el ángulo de exposición al oleaje es 228° con respecto al norte geográfico. Esta información limita el área de estudio a oleajes con dirección de entre 228° hasta 310° , esta última dirección corresponde a la del oleaje típico en presencia del fenómeno El Niño.

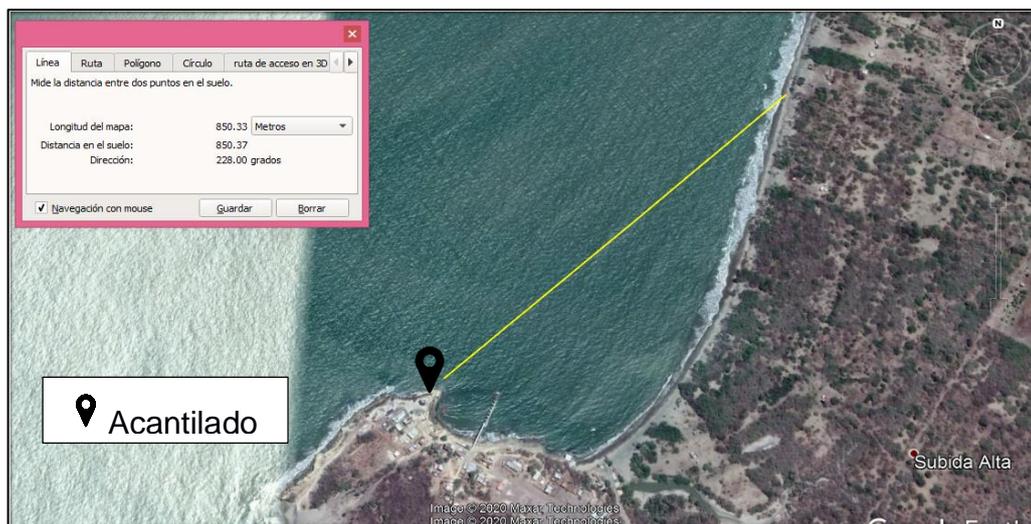


Ilustración 2-5. Ángulo de exposición al oleaje en el Muelle de Subida Alta-Puná
Fuente: recuperado de Google Earth

2.2.2 Transformación del oleaje

El set de datos descargados del modelo WW3 corresponde a oleaje en aguas profundas, sin embargo, se necesitan las características del oleaje que incide en el muelle de Subida Alta. Para determinar la propagación del oleaje desde aguas profundas hasta el veril de 2 metros (veril más cercano al muelle), se contempló la teoría lineal de ondas y la ley de Snell. Estas teorías permitieron determinar los fenómenos de asomeramiento y refracción a través del cálculo de los coeficientes K_s y K_r .

Antes de realizar el procedimiento de obtención de coeficientes, se debe tener un registro de altura de oleaje, periodo y dirección.

- **Obtención del coeficiente de asomeramiento K_s**

Para el cálculo del coeficiente de asomeramiento K_s se utilizaron las fórmulas descritas en la tabla 2-1.

Asunción: el periodo se considera constante.

Tabla 2-1. Procedimiento para calcular el coeficiente de asomeramiento K_s

N°	Procedimiento	Fórmula
1	Longitud de onda en aguas profundas	$L_o = \frac{gT^2}{2\pi}$
2	Celeridad de onda en aguas profundas	$C_o = \frac{L_o}{T}$
3	Longitud de onda al veril 2 metros mediante la siguiente expresión implícita	$L = L_o * \operatorname{Tanh}\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$
4	Celeridad de grupo en aguas profundas	$C_{g0} = \frac{C_o}{2}$
5	Celeridad de onda al veril 2 metros	$C = \frac{L}{T}$
6	Celeridad de grupo al veril 2 metros	$C_g = \frac{C}{2} \left[1 + \frac{4\pi \frac{d}{L}}{\operatorname{senh}\left(4\pi \frac{d}{L}\right)} \right]$
7	Coficiente de "shoaling"	$K_s = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_g}}$

L_o : Longitud de onda en aguas profundas; L: longitud de onda en veril de dos metros; T: periodo de onda; g: gravedad; C: celeridad; d: profundidad veril 2 metros

Fuente: Shore Protection Manua (1973)

- Obtención del coeficiente de refracción K_r .

A continuación, se calculó el coeficiente de refracción K_r :

Tabla 2-2. Procedimiento para la obtención del coeficiente de refracción K_r

N°	Procedimiento	Fórmula
1	Para obtener θ , se aplicó la Ley de Snell	$\frac{\operatorname{sen}\theta}{\operatorname{sen}\theta_0} = \frac{L}{L_o} \rightarrow \theta = \operatorname{arcsen}\left(\operatorname{sen}\theta_0 \frac{L}{L_o}\right)$
2	K_r .	$K_r = \sqrt{\frac{\operatorname{cos}\theta_0}{\operatorname{cos}\theta}}$

θ : ángulo en muelle; L: longitud de onda en veril de dos metros

Fuente: Shore Protection Manua (1973)

El ángulo "teta" formado en aguas profundas entre el frente de oleaje efectivo incidente y la línea de costa se calculó de la siguiente forma:

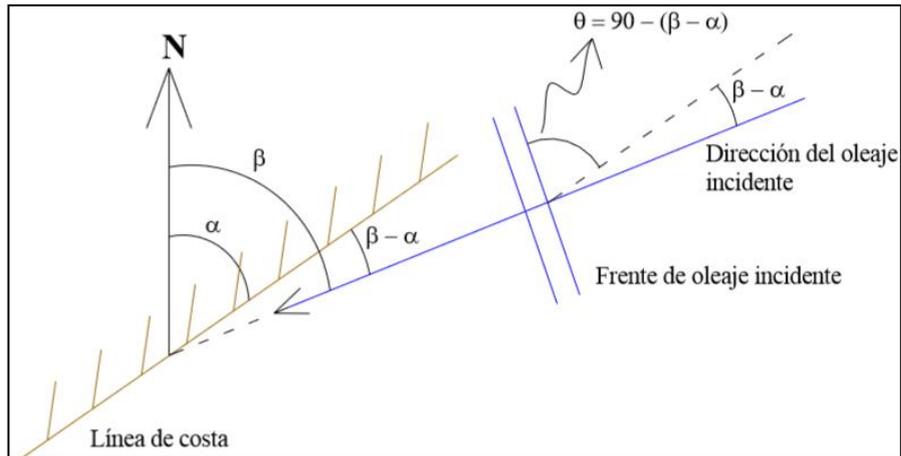


Ilustración 2-6. Cálculo del ángulo “teta” entre la dirección del oleaje incidente y la línea de costa.

Fuente: (Universidad Politécnica de Cataluña)

Finalmente, la altura de oleaje en aguas profundas “ H_0 ” transformada al veril de 2 metros “ H ” se calculó de la siguiente forma:

$$H = K_s * K_r * H_0$$

2.2.3 Ola de retorno

La Ola de retorno fue calculada mediante las metodologías de Draper, Weibull, Log-Log y Log-Ln; según el trabajo realizado por Espin & Nath (1992). Los datos utilizados corresponden al oleaje transformado de aguas profundas a someras (veril de 2 metros). El procedimiento requirió los siguientes valores: altura de oleaje máxima, mínima y el número total de datos.

Tabla 2-3. Procedimiento para calcular Ola de Retorno según la metodología Espín & Nath (1982)

N°	Procedimiento	Fórmula
1	Número de clase (regla de Sturges)	$= 1+3.322*\log_{10}(\text{número de datos})$
2	Rango de clase	$\frac{\text{altura máxima} - \text{altura mínima}}{\text{número de clase}}$
3	Tablas de frecuencia	
4	Métodos gráficos Draper, Log Log, Log Ln y Weibull	
5	Determinación de ola de retorno de periodo 50 años según la mejor correlación entre los gráficos mencionados en el 4to procedimiento	

La tabla de frecuencia consta de intervalos de clase, valores medios de cada intervalo y el número de frecuencia (número de valores dentro de cada intervalo). La tabla 2-4 explica la composición de la tabla de frecuencia.

Tabla 2-4 Tabla de frecuencia para una serie de datos de oleaje.

	Intervalo de frecuencia [A B]		Valor medio H_s	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa P
1	Altura mínima de oleaje	Altura mínima + rango de clase	$\frac{A + B}{2}$	Nº de valores dentro del rango de frecuencia	$\frac{\text{Frecuencia absoluta}}{\text{Nº total de datos}}$
2					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Nº de clase					

Con los valores medios H_s y las frecuencias relativas P de cada intervalo de frecuencia, se graficaron las curvas y líneas de tendencia de cada uno de los métodos estadísticos (Ilustración 2-7).

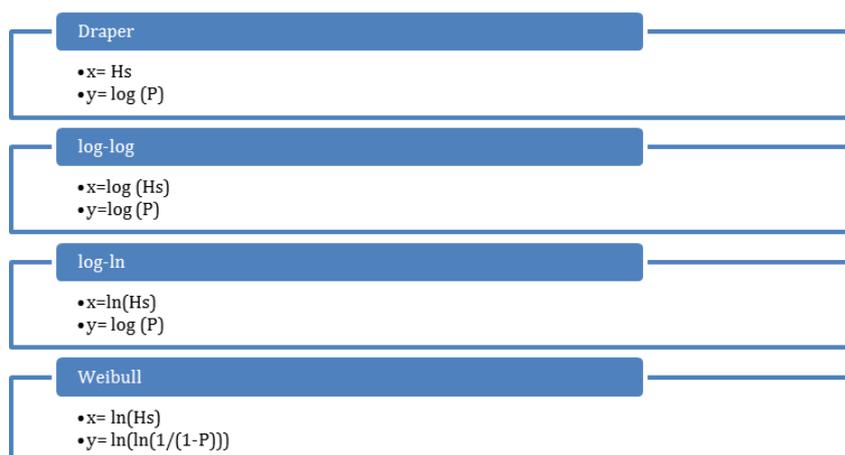


Ilustración 2-7 Métodos estadísticos utilizados en la metodología de Espín & Nath (1982) para el cálculo de Ola de Retorno

Cada año tiene la siguiente probabilidad de ocurrencia:

Tabla 2-5. Probabilidad de ocurrencia de una ola de retorno en diferentes años.

Año	Probabilidad de ocurrencia
1	3.42E-04
10	3.42E-05
25	1.37E-05
50	6.85E-06
100	3.42E-06

Con la línea de tendencia de cada método estadístico se determinó la altura de ola de retorno según su probabilidad de ocurrencia (frecuencia relativa).

2.2.4 Refracción de oleaje – método gráfico

Las olas son oscilaciones periódicas de la superficie del mar, formadas por crestas y depresiones que se desplazan horizontalmente debido al efecto del viento en la interfase aire-agua (Pond & Pickard, 1983). Cuando una ola llega a profundidades menores a $L/2$, los efectos friccionales entre la ola y el fondo aumentan, de esta forma los frentes de ola cambian de dirección para mantenerse paralelos a las isóbatas (Allauca & Cardin, 1987). La celeridad de onda decrece al disminuir la profundidad, por lo que la porción de cresta

en agua más profunda avanzará más rápidamente que la porción de agua menos profundas (Enfield, 1977).

Los valores de dirección y periodo de oleaje se obtuvieron realizando un análisis de frecuencias bivariado (sección 2.2.1.) con el fin de establecer los valores más frecuentes de la zona de estudio. También, para tener en cuenta casos extremos, se estudió el oleaje en enero de 1998 el cual corresponde a un año de evento El Niño.

El método que se utilizó para refracción de oleaje es el descrito en el Shore Protection Manual (1973), el cual consiste en lo siguiente:

Asunciones:

1. El flujo de energía de onda entre ortogonales permanece constante.
2. La velocidad (de propagación) de una onda, a un período dado en un lugar en particular, depende sólo de la profundidad en esa locación.
3. Los cambios en la topografía de fondo son graduales.
4. Efectos como corrientes, vientos y reflexión de onda desde la playa, son considerados despreciables. pág. 2-60

Materiales necesarios:

1. Carta náutica impresa en formato A3.
2. Periodo y altura de oleaje más frecuente en aguas profundas.
3. Plantilla de refracción (*Fig. 2.18. SPM Vol. I*).
4. Tabla C-2 del SPM. Apéndice C.
5. Materiales varios como lápiz, escuadras, borrado, etc.

Procedimiento

1. Definir veriles (profundidades) de refracción.
2. Elaborar la tabla de datos. Inicia con un periodo T y con un ángulo de aproximación del oleaje.

Tabla 2-6. Tabla de datos para refracción gráfica según método gráfico de SPM.

Profundidad [metros]	d/L_0	$\text{Tanh}\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$	C_1/C_2
d	$\frac{d * 2\pi}{gT^2}$	Tabla C1. SPM Apendice C	$\frac{d_{200}}{d_{100}}$
200			
100			
⋮			
d: profundidad, L0= longitud de onda en aguas profundas			

3. Dibujar en la carta náutica un contorno medio entre cada par de veriles, allí es donde tendrá lugar el cambio de ángulo.
4. Extender una ortogonal con la dirección de aproximación escogida, hasta el primer contorno medio.
5. Dibujar una tangente el punto de intersección entre la ortogonal y el contorno medio.
6. Sobreponer la ortogonal de la plantilla con la ortogonal dibujada y el punto marcado 1.0 en la plantilla con el punto de intersección.
7. Utilizando el punto de giro de la plantilla, girarla hasta que el valor de C_1/C_2 para que ese intervalo intercepte con la línea tangente. La ortogonal de la plantilla ahora está en la dirección del nuevo segmento de ortogonal.
8. Trazar una recta paralela a la ortogonal de la plantilla desde la intersección hasta el próximo contorno medio. Este es el nuevo segmento de la ortogonal que se está refractando.
9. Repetir el proceso hasta que todos los veriles de interés se hayan cruzado.

2.2.5 Difracción en la punta de la estructura

La Difracción es un fenómeno que ocurre en consecuencia de la interrupción de un tren de olas frente a una barrera natural como un acantilado o también por estructuras como un rompeolas o un muro. Aquella barrera hace que la energía con la que llega la ola disminuya y sea transferida lateralmente a lo largo de su cresta (Shore Protection Manual, 1973).

El método de difracción que se utilizó es el descrito en el SPM², a continuación, el procedimiento:

1. Determinar la profundidad y periodo de oleaje en el lugar donde se desea calcular la difracción.
2. Calcular:

$$\frac{d_s}{L_0} = \frac{d_s}{5.12 * T^2}$$

3. Buscar en la tabla C-2 del SPM:

$$\frac{d}{L}$$

Ingresando el valor de $\frac{d}{L_0} = \frac{d_s}{L_0}$ en la tabla

4. Calcular L:

$$L = \frac{1.58}{\left(\frac{d}{L}\right)}$$

5. Escoger una de las plantillas del SPM³ En general, la elección dependió de la dirección de oleaje en la punta de la estructura.
6. Escalar L al plano de la estructura, el cual represento una unidad en la plantilla de difracción seleccionada.
7. Determinar los coeficientes de difracción K_d más cercanos a la zona de embarque y multiplicarlos por la ola al pie de la estructura, de esta forma se obtuvieron las alturas de ola reducidas.

² Capítulo 2, pág. 2-60 del Shore Protection Manual V I.

³ Capítulo 2, pág. 2-79 a 2-89 del Shore Protection Manual V I.

2.2.6 Elementos estructurales de la extensión del muelle



El diseño de los pilotes, cabezales, vigas y travelosas se realizó con las mismas dimensiones y especificaciones que las que el muelle actualmente posee para no perder la estética y el comportamiento estructural.

La profundidad de hincado de los pilotes se la definió en base al análisis de los perfiles estratigráficos proporcionados por el MIMG.

2.2.6.1 Diseño de pantallas disipadoras de energía

Las pantallas disipadoras de energía son estructuras de hormigón armado con agujeros en su cara frontal que permiten el traspaso parcial del oleaje incidentes para reducir la reflexión y disipar su energía.

El diseño consta de un análisis de las presiones hidrostáticas e hidrodinámicas (en específico el oleaje) a lo largo de la estructura que se encuentra sumergida.

Presión hidrostática

Según la Ley de Pascal “*en cualquier punto en el interior de un líquido en reposo la presión es la misma en todas las direcciones*”, esta ley depende de las diferentes profundidades Z a las que se quiera medir la presión con respecto a un nivel de referencia (fondo marino). Considerando A la superficie libre de agua y B un punto cualquiera en el eje sumergido de la estructura, la presión en B es:

$$P_B = P_A + P_E(Z_A - Z_B)$$

Donde la presión atmosférica P_A es considerada cero.

La ecuación para determinar la presión hidrostática en cualquier punto de una estructura vertical se resume al peso específico del líquido P_E por la altura que hay desde la superficie hasta el punto considerado ($Z_A - Z_B$).

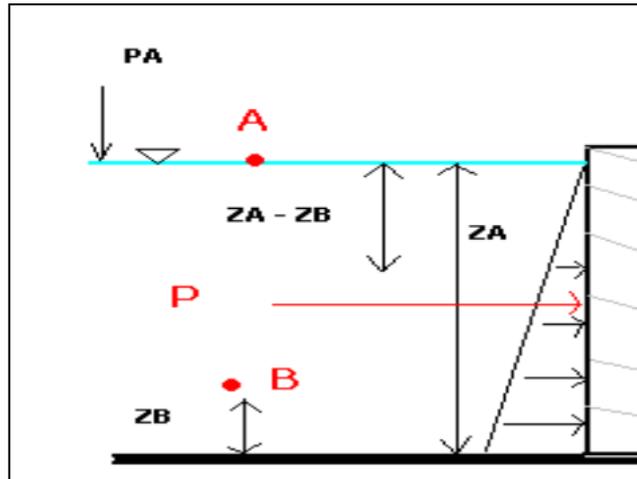


Ilustración 2-8. Presión absoluta en un punto B. Fuente: Universidad Veracruz

De esta forma, se obtiene la presión hidrostática a la que se ve sometida una pantalla sumergida en agua. Los cálculos pueden observarse con detalle en el Apéndice B.

Presión hidrodinámica

En la actualidad, en la práctica de la ingeniería, las fórmulas simples no están disponibles para el diseño preliminar de pantallas rompeolas perforados; generalmente solo se han informado observaciones cualitativas y consideraciones heurísticas (Goda, 1985).

La presión hidrodinámica en una pantalla vertical sumergida en el mar es resultado de la interacción olas-superficie vertical, lo que puede ser estimado por la teoría de la ola de pequeña amplitud de Takahashi (1996). La fórmula expresa un concepto básico, aunque esencial, sobre la presión de las olas en una pared vertical.

Las limitaciones de esta fórmula son:

- El rompimiento de las olas no está incluido en la ecuación.
- La pendiente del fondo no se considera, la cual si es empinada crean presiones impulsivas.
- Overtopping o traspaso de agua no se toma en cuenta.
- No considera la reflexión de la ola, la cual es determinada de manera general por modelamiento físico experimental.

$$p_z = w_0 * h * \left[\frac{\cosh k (h + z)}{\cosh kh} \right] * \cos \sigma t$$

Las presiones hidrostática e hidrodinámica nos permiten calcular un factor de amplificación a las fuerzas estáticas en la pantalla. Para ver el detalle del cálculo, ir al Apéndice B.

2.2.7 Diseño del muelle flotante

2.2.7.1 Dimensionamiento del buque de diseño

Es necesario identificar las embarcaciones que utilizan el muelle y aquellas que en un futuro puedan hacer uso de este. En la actualidad la comuna Subida Alta solo dispone de 8 embarcaciones de pesca artesanal (Panga pesquera artesanal) adaptada para actividades de turismo y dos yates recreativos, por lo que, para fines de este proyecto, se consideró en el diseño del muelle flotante un yate recreativo de 9.80 m de eslora.

Tabla 2-7 Embarcaciones que operan el turismo en el sector.

Embarcación	Eslora [m]	Calado [m]
	8.50	0.70
	9.80	0.80

2.2.7.2 Carga de atraque

La carga horizontal corresponde a la fuerza transmitida por las defensas al soportar la carga producida por el atraque de los buques de diseño. La energía de atraque se calcula como:

$$E_c = \frac{(W1 + W2) * v^2}{2 * g}$$

Donde:

$W1=1.33 \text{ DWT}$

$W2=PLH2\pi/4$

v: velocidad de atraque del buque

DWT: peso muerto del buque

P: peso específico del agua (1,00 T/m³)

L: eslora del buque

H: calado del buque a plena carga.

2.2.7.3 Predimensionamiento del muelle flotante

Este muelle flotante fue diseñado con el número de atracaderos necesarios para permitir la operación de un buque de diseño de 9.80 metros de eslora, y para una panga de fibra de vidrio adaptada para turismo de 8.5 m de eslora. Puesto que, la afluencia de las embarcaciones a la comuna Subida Alta es de baja frecuencia, el atracadero fue diseñado para que se acodere una embarcación a la vez. De igual manera, la construcción del muelle flotante de forma rectangular y por su implantación en el lugar, permite el acoderamiento de dos pangas de 8.5 m de eslora simultáneamente.

$$L_{nec} = n * E * c$$

n: número de atraque; E: eslora del buque; c: Factor de corrección

2.3 Evaluación de impacto ambiental y plan de manejo ambiental

El análisis de la valoración de impactos ambientales se realizó por medio de la metodología de la matriz de Leopold, que se basa en el criterio subjetivo del evaluador. Se consideraron las actividades más importantes de las tres etapas: construcción, operación y abandono. Se utilizaron criterios de evaluación de impactos de Espinoza (2007) mediante la siguiente tabla:

Tabla 2-8 Criterios de valoración para la Evaluación de Impacto Ambiental

Criterio (CV)	Caracterización y Valoración		
Carácter (C)	Positivo (1)	Negativo (-1)	Neutro (0)
Grado de Perturbación (P)	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia (I)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Extensión (E)	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración (D)	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Total	12	8	4

El resultado de la valoración posee un carácter negativo o positivo cuya clasificación está en función de un rango de valores como se muestra a continuación. El valor se obtuvo mediante la multiplicación del carácter por la suma de todas las valoraciones de los criterios por actividad expuestos en la matriz de Leopold.

Tabla 2-9 Clasificación según el rango de calificación de la EIA

Carácter	Calificación	Rango
Negativo (-)	Severo	>-15
	Moderado	Entre -15 y -9
	Compatible	<-9
Positivo (+)	Alto	>15
	Mediano	Entre 9 y 15
	Bajo	< 9

Se realizó un plan de manejo ambiental (PMA) en función de las actividades consideradas dentro de cada una de las etapas analizadas en la evaluación de impacto ambiental. El PMA es presentado en forma de fichas técnicas y en cada una de ellas está señalado la etapa del proyecto, los impactos y las acciones ambientales propuestas.

La estructura del PMA fue subdividida en sub-planes y programas detallados a continuación.

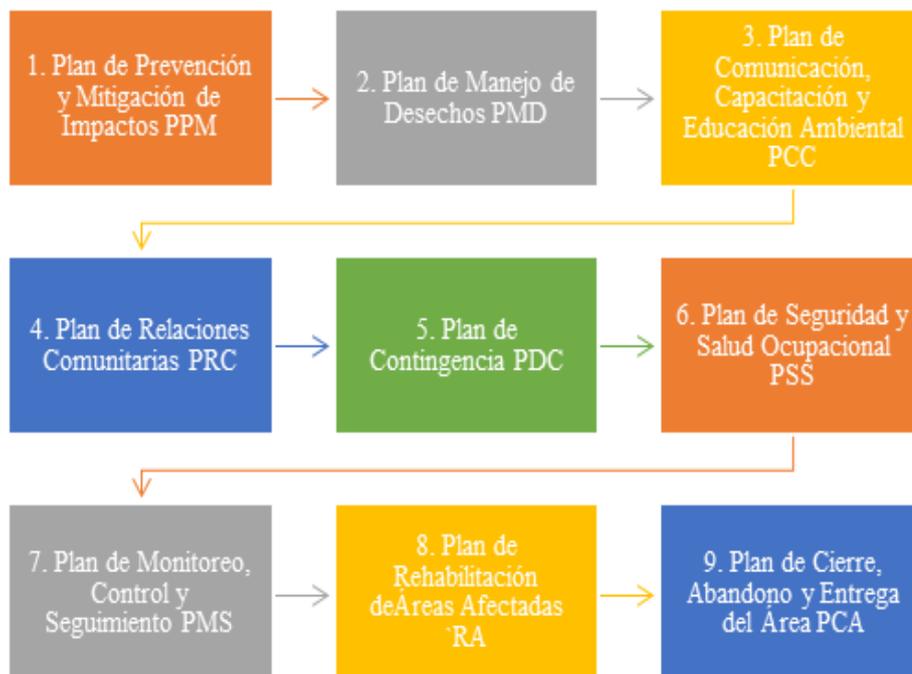


Ilustración 2-9 Estructura de un Plan de Manejo Ambiental (PMA).
Fuente: (Secretaría de Ambiente, 2017)

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de este proyecto fueron:

3.1 Matriz de decisión

Para la selección de la mejor alternativa que permita asegurar el embarcadero del muelle, se utilizó la metodología de la matriz de ponderación de factibilidad descrita en la sección anterior. De esta manera se obtuvo la alternativa de pantallas disipadoras de oleaje como la alternativa más apropiada y óptima para este proyecto.

Tabla 3-1 Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Criterios	Ponderación de Criterios	variables	Ponderación de Variables	Pantallas variables	Calificación Pantallas	Espigón Variables	Calificación Espigón
Físico	20%	Oleaje	4	2.8	7	2.8	7
				2.8	7	2.8	7
		Circulación	2.75	2.2	8	2.2	8
		Grado de Protección	2	0.8	4	1.2	6
		Mareas	3.25	1.3	4	1.3	4
Técnico	30%	Disponibilidad de Materiales Constructivos	0.5	0.4	8	0.15	3
		Metodología de construcción	4.5	3.6	8	1.8	4
		Maquinaria	1	0.8	8	0.5	5
		Transporte de Materiales	3	1.8	6	1.5	5
Económico	50%	Financiamiento	7	5.6	8	5.6	8
				4.9	7	4.9	7
		Desarrollo Económico/Actividad des potenciales de desarrollo	3.25	1.95	6	2.275	7
				2.275	7	2.6	8
		Retorno de la inversión	3.75	3	8	1.875	5
				3	8	1.875	5
		Población Económicamente Activa	6	5.4	9	4.2	7
Costos	7.25	6.525	9	3.625	5		
Costos de Mantenimiento	7	4.9	7	4.9	7		
Calificación final					129		108

3.2 Características del oleaje

3.2.1 Estadística de oleaje

Debido al ángulo de exposición de la playa (228°), se escogen los valores detallados en la Tabla 3-2 para realizar los estudios de refracción con el método físico propuesto en el SPM, estos valores son resultado del análisis bivariado descrito en la sección 2.2.1. Para los estudios de transformación de oleaje se consideraron las direcciones de oleaje en el rango 228° (ángulo de exposición) y 325° (ángulo de oleaje extremo más 15°).

Tabla 3-2. Dirección y periodo de oleaje más frecuentes en la zona de estudio y en el año El Niño 1998

Periodo [s]	Dirección [°]
15	235
15	310

3.2.2 Transformación de oleaje

La transformación del oleaje de aguas profundas a someras tuvo los siguientes resultados:

- El Histograma de Alturas significativas muestra que las alturas de oleaje con mayor porcentaje de ocurrencia están entre 0.5 y 1.3 metros.

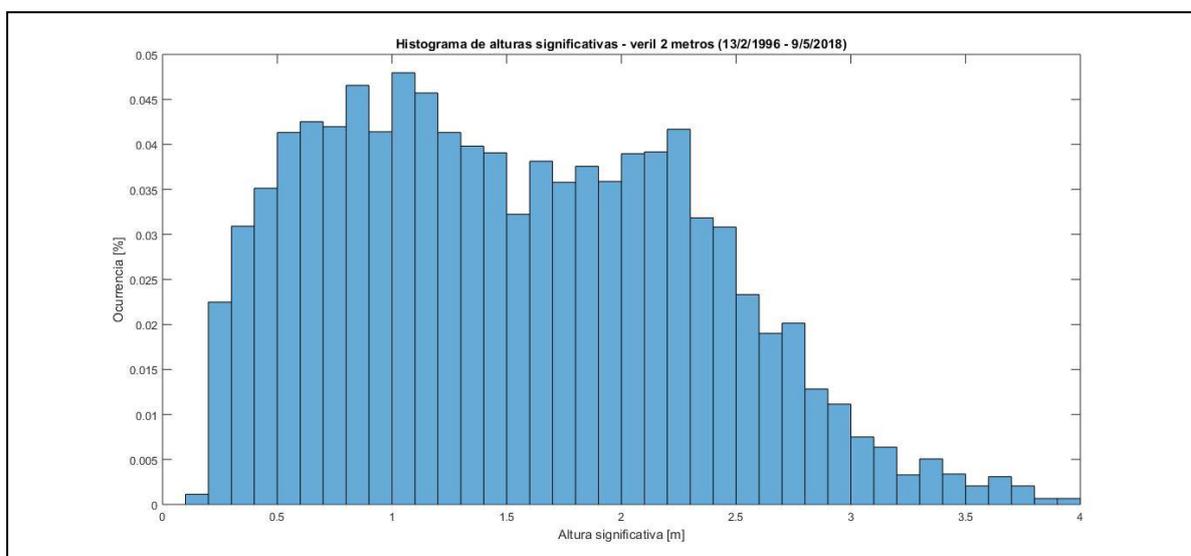


Ilustración 3-1 Histograma de Alturas Significativas de oleaje obtenidos por el modelo WW3 en las coordenadas 3° S, 81.25° W y transformados al veril de 2 metros.

Fuente: Autores

- La altura promedio es de 1.53 metros y el 30% de las olas más altas es de 2.45 metros.

- La máxima altura de oleaje registrada es de 3.94 metros en febrero de 1997, año en el cual hubo fuertes anomalías de vientos del suroeste debido al fenómeno de El Niño 1997-1998.

Tabla 3-3. Parámetros estadísticos de oleaje en veril de 2 metros a partir de los datos de WW3.

Parámetros	Fórmula	Valores
Altura significativa o H1/3 [m]	$\frac{1}{N/3} \sum_{i:1}^N H_i$	2.45
Promedio del 10% de las olas más altas o H1/10	$\frac{1}{N/10} \sum_{i:1}^N H_i$	2.96
Promedio del 1% de las olas más altas H 1/100	$\frac{1}{N/100} \sum_{i:1}^N H_i$	3.65
Altura promedio [m]	$\frac{1}{N} \sum_{i:1}^N H_i$	1.53
Altura máxima [m]		3.94
H: Altura; N: Número de datos		

La Ilustración 3-2 capturada el 28 de mayo del año 2016 por satélites, muestra longitudes de onda aproximadamente de 72 metros, lo que indica un periodo de 16 segundos. Las olas en aguas profundas que llegan a las costas con este periodo pueden medir en promedio 2.05 m según los datos del WW3.



**Ilustración 3-2 Oleaje en Subida Alta (mayo de 2016).
Fuente: Google Earth**

3.2.3 Refracción y Ola de Retorno

La refracción utiliza el periodo y dirección de oleaje más frecuente (Tabla 3-2) del tiempo analizado 1996-2018 y, en particular se escoge la dirección más frecuente en enero del año 1998, año que tuvo la presencia de condiciones extremas de oleaje debido a fenómeno El Niño.

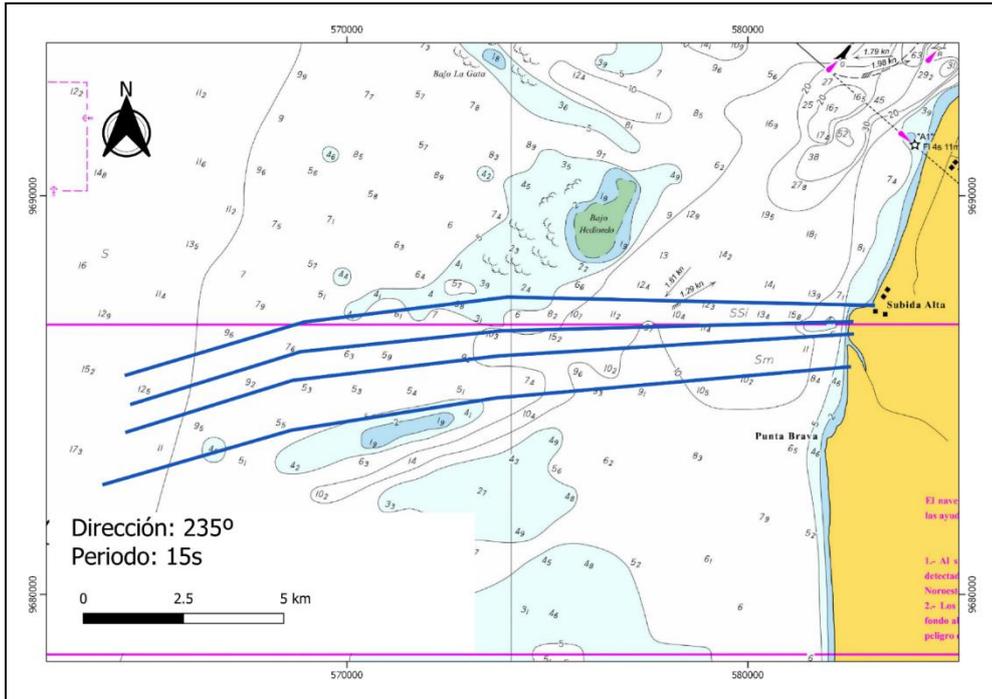


Ilustración 3-3 Refracción de oleaje con dirección 235° y 15 segundos de aguas intermedias hasta aguas someras frente a la comuna Subida Alta.

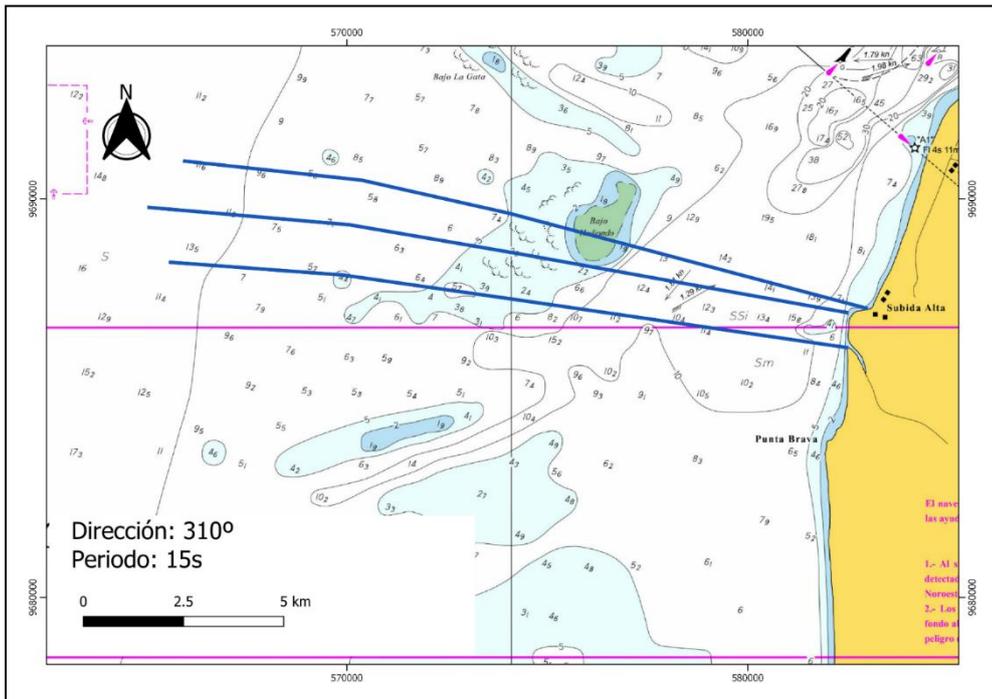


Ilustración 3-4 Refracción de oleaje con dirección 310° y 15 segundos de aguas intermedias hasta aguas someras frente a la comuna Subida Alta.

La dirección de la ola al llegar al muelle de Subida Alta se refracta alineándose a los veriles y a la costa (Ilustración 3-5).



Ilustración 3-5 Dirección de oleaje en Subida Alta.

Fuente: Google Earth

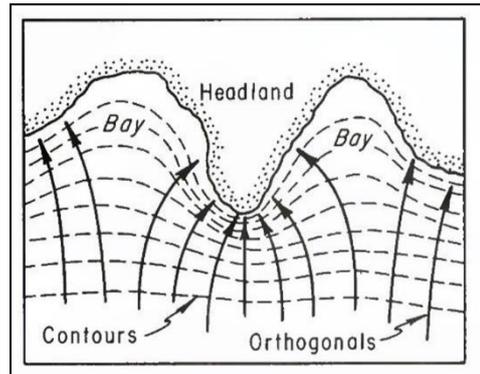


Ilustración 3-6 Refracción en líneas costeras irregulares.

Fuente: CERC (1984)

Siguiendo la metodología de Espin & Nath (1992) descrita en la sección 2.2.3, los resultados de ola de retorno en el veril de dos metros son los siguientes:

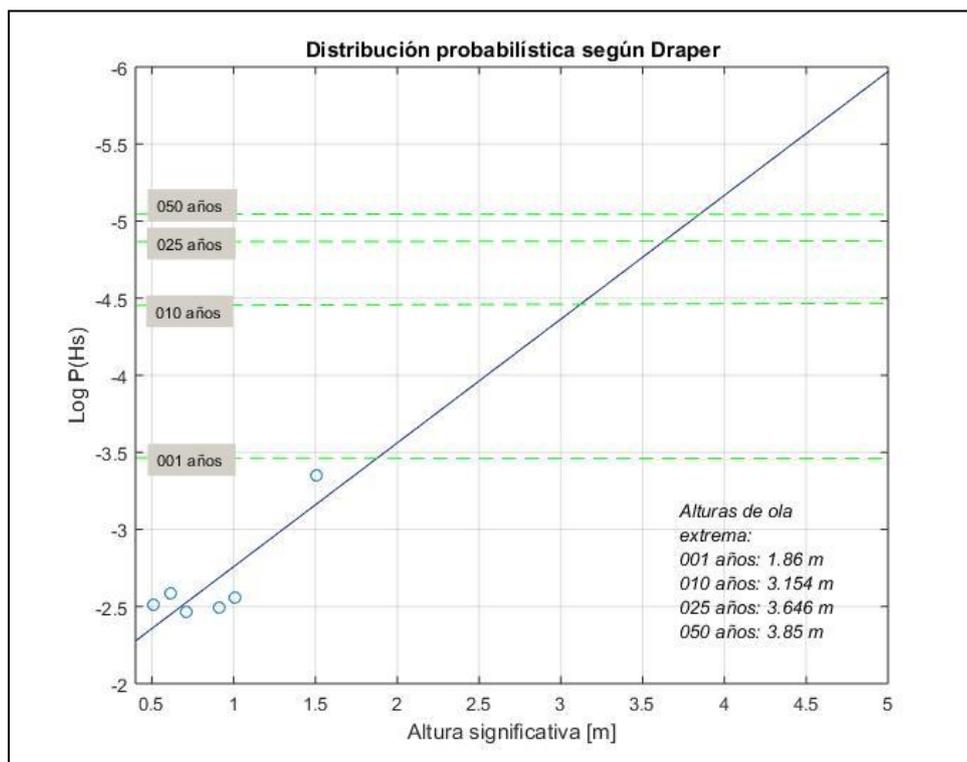


Ilustración 3-7 Ola de retorno en veril de 2 metros

De estos resultados preliminares, se debe considerar que el oleaje a lo largo de su trayectoria puede cambiar sus características por varias razones como, por ejemplo:

profundidades variables, estructuras artificiales, corrientes y cambios en las condiciones del viento. Para el caso particular de la comuna Subida Alta, las olas pueden ser afectadas por zonas de baja profundidad (bajos) que actúan como zonas de rompiente o también, debido al paso de buques de gran calado, la generación de olas debido al tráfico marítimo.

Influencia por bajos

En los gráficos de refracción se puede observar que el tren de olas proveniente de los 310° pasa por el denominado “Bajo hediondo”, el cual es llamado de esa forma por emanar olores de azufre. Este bajo actúa como zona de rompiente para las olas que llegan desde aguas profundas, lo cual origina olas de poca altura y gran periodo en las costas.

En cuanto a las olas provenientes del Suroeste (235°), en el gráfico de refracción (Ilustración 3-3) se observa que pasan por zonas de baja profundidad pertenecientes al “Bajo hediondo” y a otro bajo que se encuentra en dirección sur oeste del mismo.

Influencia por olas de buque

Subida Alta se encuentra a 2 km de distancia del nuevo canal de acceso al Puerto de Aguas Profundas en Posorja (Ilustración 3-8). El canal tiene 16,5 metros de profundidad y 21 millas náuticas de longitud, por lo que tiene la capacidad de recibir embarcaciones de gran calado. Estas embarcaciones son capaces de generar olas que, cuyo impacto en las costas de las comunidades australes de Puná, debe ser estudiado.

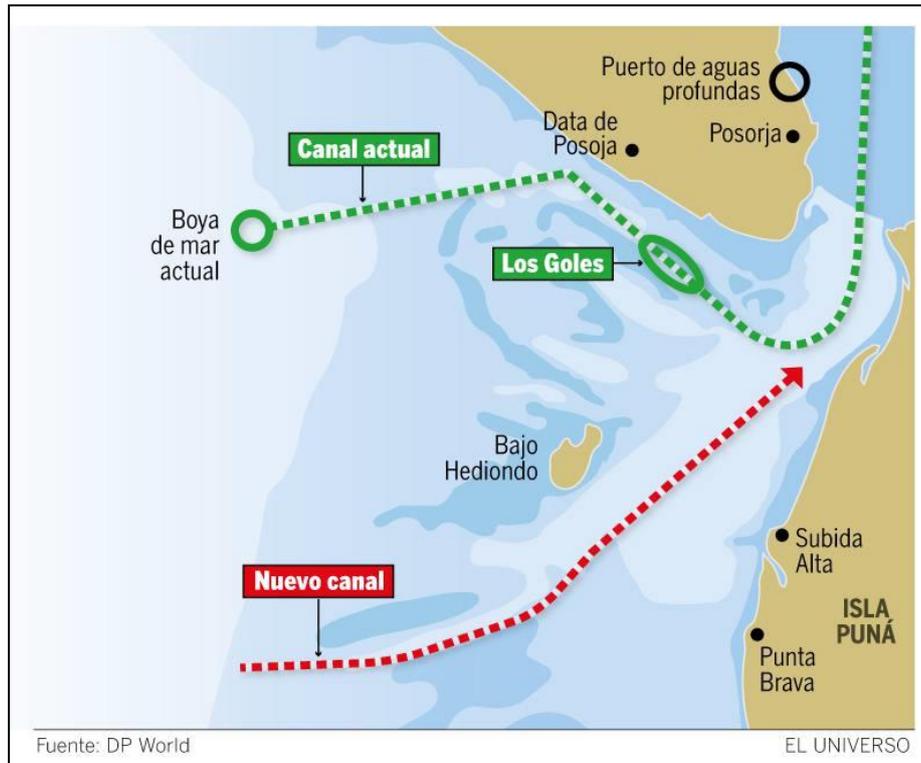


Ilustración 3-8. Canal de navegación (línea en rojo) al Puerto de Aguas Profundas en Posorja.

Fuente: DP WORLD (2017) en El Universo

3.2.4 Difracción en la punta de la estructura.

La difracción del oleaje en la punta del muro disipador de energía es calculada con la metodología del SPM, descrito en la sección 2.2.3. El oleaje al pie de estructura que se utilizó es el 10% de las olas más altas de los datos WW3.

Tabla 3-4 Difracción del oleaje en la punta de la estructura.

Diagrama de difracción de oleaje en un muro disipadora de energía	Coefficiente de difracción	Altura de oleaje reducida [m]
	0.08	0.24
	0.09	0.27
	0.10	0.3
	0.11	0.33
	0.12	0.36
	0.13	0.39
	0.14	0.42
	0.15	0.45
	0.20	0.6
	0.25	0.75
	0.30	0.9
	0.40	1.2

Fuente: (Shore Protection Manual, 1973)

Se puede observar que la altura de oleaje alrededor del muelle flotante varía entre 0.24 y 0.39 metros, una altura aceptable para las embarcaciones que atraquen en el muelle.

3.3 Diseño de solución ingenieril

Para reducir los efectos del oleaje en la zona del embarcadero, se desarrollaron soluciones ingenieriles para la rehabilitación del muelle de la comuna Subida Alta.

Estas soluciones son: la construcción de una extensión de muelle piloteado que permita la adherencia de unas pantallas de 35 cm de espesor, las cuales impiden el ingreso del oleaje a la zona donde se implementara el nuevo muelle flotante. Además, dentro de la solución se consideró, el nuevo diseño funcional de la plataforma flotante con una rampa articulada, y elevar el nivel de cota en los pilotes P18 y P19 (ilustración 3-9).

3.3.1 Disposición de la extensión de muelle con pantallas disipadoras de energía

Debido a que se necesita establecer la ubicación, disposición y orientación de la extensión del muelle piloteado con sus respectivas pantallas rompeolas, en función de crear una zona de calma para la implantación del muelle flotante y rampa articulada, se procedió a realizar los estudios pertinentes para lograr dicho objetivo.

Se requiere realizar un análisis del efecto de la difracción del oleaje en la punta de la extensión del muelle con pantallas verticales. En base a este análisis será orientada la extensión del muelle como la más favorable, así como, la dimensión de su longitud para obtener el área protegida necesaria para un embarque y desembarque de manera segura.

Según, entrevistas a los lancheros usuarios del muelle, estos comentan que en las mareas más bajas del año tienen problemas con el embarque y desembarque debido a que la quilla de la embarcación roza el fondo rocozo en donde anteriormente se encontraba implantado el muelle flotante. Además, en función de que se realicen mejoras en las embarcaciones destinadas para el turismo, se propone realizar la extensión del muelle como se muestra en la Ilustración 3-9 para así, obtener un mayor nivel de agua en la bajamar y también para evitar el revase de oleajes fuertes en marea alta. Por lo cual, se elevó la cota de los pilotes P17, P18 y P19 de manera que estén a igual nivel que los pilotes P15 y P16.

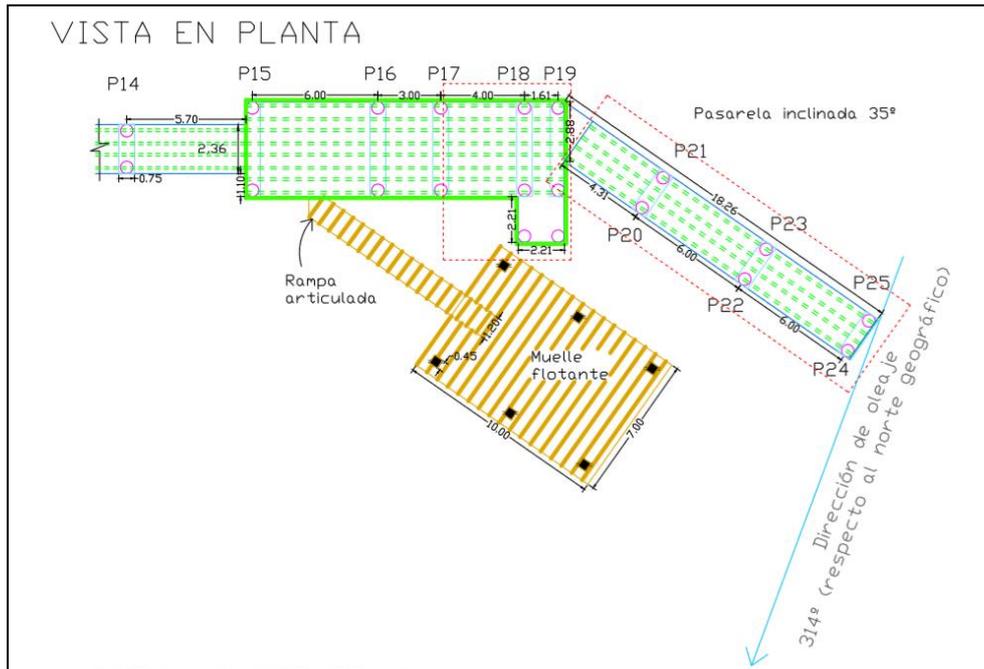


Ilustración 3-9. Propuesta de solución en muelle de Subida Alta (en rojo).
Fuente: Autores.

Por lo tanto, la disposición de la extensión del muelle está dada en función de los niveles de marea y la dirección del oleaje predominante. Respecto a la dirección de oleaje predominante en la estructura, se dispone extender el muelle hacia el este con una dirección de 35° grados respecto a la dirección original del muelle actual, de esta manera, según el análisis de difracción, se prevee una zona de calma para el atracadero de las lanchas, que además, permite alcanzar mayores profundidades a la menor distancia posible.

3.3.2 Elementos estructurales de la extensión

Se consideró que los elementos estructurales en la extensión de muelle propuesta deben tener las mismas dimensiones que los elementos del muelle actual con el fin de no cambiar la estética y el comportamiento estructural del mismo. En las siguientes secciones se detallan las dimensiones.

3.3.2.1 Pilotes

Los pilotes son circulares y tienen 0.6 metros de diámetro, como se observa en la Ilustración 3-10.

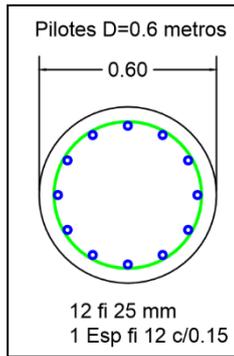


Ilustración 3-10 Diseño estructural de los pilotes.
Fuente: autores basados en Pilotajes & Perforaciones “PIGEGHSA”

Los pilotes P17, P18 y P19 elevaron su cota, teniendo una longitud final descrita a continuación:

Tabla 3-5. Longitud de pilotes extendidos

Pilotes	Longitud Extendida [m]	Longitud final [m]
P17	1.35	13.30
P18	2.23	13.49
P19	2.23	13.49

3.3.2.2 Cabezales

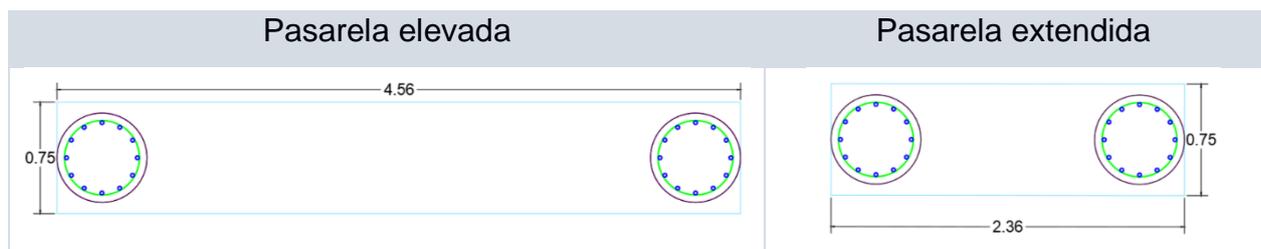


Ilustración 3-11 Dimensiones de cabezales.
Fuente: autores basados en Pilotajes & Perforaciones “PIGEGHSA”

3.3.2.3 Vigas y topping

Las vigas utilizadas en el diseño son doble T, con un topping de 0.04 metros tal como se muestra en la ilustración 3-12.

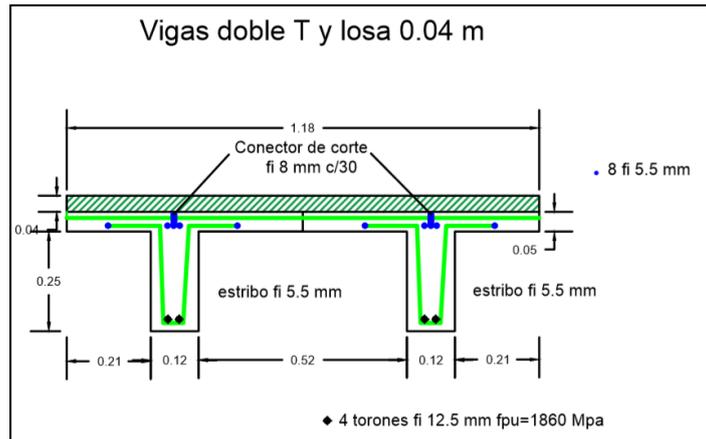


Ilustración 3-12 Vigas doble T y losa.

Fuente: autores basados en Pilotajes & Perforaciones "PIGEGHSA"

3.3.2.4 Pantallas disipadoras de energía

Las pantallas disipadoras de energía tienen un espesor de 0.35 metros y agujeros de 0.40 metros de diámetros espaciadas cada 0.80 metros. Cada pantalla debe estar acoplada mediante amarres a dos pilotes en sus lados y en la parte superior a la losa, como se indica en el plano del Apéndice C.

3.3.3 Muelle flotante y rampa articulada

3.3.3.1 Dimensionamiento de muelle flotante

En función al buque de diseño, un yate recreativo de 9.5 m de eslora, el dimensionamiento de la plataforma flotante es de forma rectangular con un lado de acoderamiento de 11 m y un lado auxiliar de 8 m de longitud.

Tabla 3-6 Longitud de atraque en función de buque de diseño

Longitud de atraque por tipo de embarcación			
Parámetros	Yate recreativo	Lancha de Fibra de Vidrio adaptada para turismo	Unidades
n	1	1	
E	9.50	8.50	m
M	3.00	1.90	m
c	1.20	1.20	
L_{nec} =	11.40	10.20	m
L_{nec} final	11	11	m

Se implementaran 6 pilotes guias de hormigon armado de 30 x 30 cm para restringir los movimientos horizontales del muelle flotante y proporcionar la estabilidad adecuada.

La rampa articulada tiene una pendiente de 30 grados para facilitar el acceso de los pasajeros, siendo el largo de esta de 10 m de longitud. La rampa ira apoyada mediante rodillos de acero inoxidable sobre rieles adaptados en la plataforma flotante.

3.3.3.2 Carga de atraque

La energía de atraque calculada con las características del buque de diseño seleccionado da como resultado:

Tabla 3-7 Energía de atraque por tipo de embarcación

Energía de atraque por tipo de embarcación			
Parámetros	Yate recreativo	Lancha de Fibra de Vidrio adaptada para turismo	Unidades
DWT	11	6	ton
P	1	1	Ton/m3
L	9.50	8.50	m
H	0.80	0.70	m
v	0.137	0.137	m/s
w1	14.63	7.98	ton
w2	4.926	3,27	ton
Ec =	0.0187	0.0107	Ton-m

Debido a la baja energía de atraque que producen estas embarcaciones menores, no es necesario implementar defensas para amortiguar esta energía. En caso de requerir, con el fin de evitar daños en los perímetros del muelle flotante, se recomienda utilizar bollas o pequeñas llantas para evitar el contacto directo de la embarcación con el muelle.

3.3.4 Metodología de construcción

Transporte

Teniendo en cuenta que el sitio de construcción se encuentra en una isla (isla Puna), el medio de transporte de los materiales y equipos de construcción será por vía marítima. Cabe recalcar que esta metodología es complicada y en algunas ocasiones demasiado costosas.

Pilotes

- Los pilotes serán hincados mediante la asistencia de barcazas que partirán desde Posorja.
- Los pilotes P17, P18 y P19 serán recortados y extendidos hasta la cota de 5.47 metros según se detalla en la sección 3.3.2.1. Además, deberán ser picados para lograr el amarre de las pantallas que van acopladas entre ellos.
- Para la construcción de los pilotes pre barrenados se utilizarán camisas metálicas perdidas en las longitudes indicadas en los planos estructurales, se utilizará acero A36 de 6 mm de excentricidad. Desde la punta del pilote hacia la superficie se debe colocar un espiral de $\Phi 12$ cada 10 cm en todos los pilotes pre barrenados.

Pantallas

- La construcción de las pantallas verticales se la iniciara desde tierra (Subida Alta) utilizando la estructura previa existente.
- Las pantallas deben ser amarradas en el extremo superior con la losa y en los extremos laterales con los pilotes

3.3.5 Materiales de construcción

- Para todas las estructuras del muelle extendido se usará hormigón $f'c=350$ kg/cm² con inhibidor de corrosión, acero en barras corrugado $f_y=4200$ kg/cm².
- La estructura de la plataforma flotante y de la rampa articulada es fabricada con acero inoxidable y con acabados de tablonés de chanul.
- Las boyas adheridas por debajo de la plataforma son de polietileno de alta densidad con capacidad de flotación/hundimiento del 50%.
- Los pilotes guía serán fabricados de hormigón armado de 30 x 30 cm una longitud de 9 m e hincados a 3 m de profundidad para alcanzar la firmeza y resistir el movimiento horizontal de la corriente e impacto de las embarcaciones. Mediante los rodillos en contacto con los pilotes permitirá los movimientos verticales.

- Se implementarán pequeñas bitas para facilitar el amarre de las embarcaciones al momento de acoderarse, proporcionando seguridad del embarque y desembarque de los pasajeros mediante la estabilidad de la embarcación con el muelle flotante.

3.4 Análisis de costos unitarios

El análisis de costos se realizó determinando la cantidad de material requerido y maquinaria necesaria para llevar a cabo la construcción de este proyecto. Los costos están referidos al mes de enero de 2020.

Para definir el presupuesto total estimado se realizó el Análisis de Precio Unitario (APU) para cada rubro tomando como referencia los APU realizados para el proyecto PUERTO GAL a finales del 2019. En el Apéndice D se muestra el APU por cada rubro.

Tabla 3-8 Presupuesto total estimado de extensión de muelle propuesta

Item	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PILOTE PREFABRICADO DE HORMIGON F'C=450 KG/CM2 DE R60	ML	97	\$ 476.04	\$ 46,176.27
2	HINCADO DE PILOTES DESDE DEL AGUA	ML	39	\$ 431.47	\$ 16,827.33
3	DESCABEZADO DE PILOTES INC. DESALOJO	Unidad	6	\$ 195.92	\$ 1,175.52
4	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON F'C=350KG/CM2 6 x 8.5 x 0.35	Unidad	4	\$ 5,379.53	\$ 21,518.12
5	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON F'C=350KG/CM2 4 x 8.5 x 0.35	Unidad	1	\$ 3,672.75	\$ 3,672.75
6	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON F'C=350KG/CM2 3 x 8.5 x 0.35	Unidad	1	\$ 2,860.23	\$ 2,860.23
7	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON F'C=350KG/CM2 1.61 x 8.5 x 0.35	Unidad	1	\$ 1,729.29	\$ 1,729.29
8	IZADO Y MONTAJE DE PANTALLA HORMIGON ARMADO F'C=280KG/CM2 EN CABEZALES DE 0.60X2.36M Y NUDOS INCL. INHIBIDOR DE CORROSION	Unidad	7	\$ 633.85	\$ 4,436.96
9	HORMIGON ARMADO F'C=280KG/CM2 EN CABEZALES DE 0.60X2.36M Y NUDOS INCL. INHIBIDOR DE CORROSION	Unidad	3	\$ 345.99	\$ 1,037.97
10	HORMIGON ARMADO F'C=280KG/CM2 EN CABEZALES DE 0.60X4.56M Y NUDOS INCL. INHIBIDOR DE CORROSION	Unidad	3	\$ 452.22	\$ 1,356.66
11	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE VIGAS CARGADORAS PREFABRICADAS F'C=350KG/CM2	Unidad	18	\$ 1,313.18	\$ 23,637.30
12	IZADO Y MONTAJE DE VIGAS	Unidad	18	\$ 756.33	\$ 13,613.88
13	LOSA DE TOPPING F'C= 280KG/CM2 E=5CM	M2	83	\$ 19.78	\$ 1,641.74
14	MUELLE FLOTANTE 8 x 11 M	Unidad	1	\$ 6,532.00	\$ 6,532.00
15	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PILOTE PREFABRICADO DE HORMIGON F'C=450 KG/CM2 DE 45 x 45 CM	ML	54	\$ 476.04	\$ 25,706.38
16	HINCADO DE PILOTES MUELLE FLOTANTE DESDE DEL AGUA	ML	18	\$ 431.47	\$ 7,766.46
				TOTAL PRESUPUESTO	\$ 179,688.85

3.5 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El resultado de la EIA indica un total de impactos negativos del 57.9% mientras que el total de impactos positivos de este proyecto es del 42.1%. Sin embargo, los valores de impacto total por actividad se encuentran dentro del rango menor a 9, lo que indica que los aspectos de carácter negativo son compatibles para el desarrollo de dicha actividad.

Tabla 3-9. Análisis de resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Análisis de Resultados					
Impactos	Construcción	Operación	Abandono	Total	%
Negativos	-130	-51	-68	249	57.9
Positivos	22	114	45	181	42.1
Total, impactos en el proyecto				430	100

Fuente: Autores

A partir de la EIA se realizó un Plan de Manejo Ambiental para cada actividad, que se encuentran adjuntas en el Apéndice D como fichas técnicas.

.....

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ejecución del proyecto “Soluciones ingenieriles para la rehabilitación del muelle turístico y comunitario de la comuna Subida Alta, Puná” recupera la inversión inicial realizada por la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, poniendo operativo la funcionalidad de esta estructura mediante el embarque y desembarque de pasajeros de manera segura permitiendo la movilidad y actividades turísticas de la comuna.

También es de gran importancia para la Comuna Subida Alta y para la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil porque presenta una solución inmediata a bajo costo, impidiendo el ingreso del oleaje a la zona donde se implementará el nuevo muelle flotante, que servirá como embarcadero de pasajeros.

El proyecto presenta como resultados la extensión de un muelle piloteado con pantallas disipadoras del oleaje como la alternativa óptima para la rehabilitación del muelle turístico y comunitario de la Comuna Subida Alta, permitiendo así, la movilidad de la comunidad y sus turistas de una manera segura generando nuevas posibilidades de desarrollo socioeconómico de esta comunidad. Además, muestra un estudio de oleaje para la zona donde se encuentra implantado actualmente el muelle y la consideración de otros factores oceanográficos, que sirven como línea base para las distintas acciones que se requieran tomar a futuro.

Por otra parte, las fortalezas de este trabajo se fundamentan en la gestión de los profesionales en formación y la participación en mesas de trabajo con los diferentes actores de la comuna Subida Alta así como mediante el aporte de la oceanografía aplicada a proyectos civiles marino-costero; mientras que sus debilidades están relacionadas con la carencia de estudios oceanográficos del área de estudio y el corto tiempo para realizar un arduo estudio del oleaje considerando la complejidad del área investigada.

Las implicaciones de este proyecto permiten la incorporación de la solución propuesta al Convenio de Cooperación de Mejoramiento de Infraestructura Turística de la Comuna

Subida Alta, que promueve el desarrollo socioeconómico de esta comunidad a través del turismo.

Conclusiones

Justificando los objetivos de este proyecto, se concluye:

- Se diseñó de forma preliminar soluciones ingenieriles mediante el análisis de los procesos costeros dominantes, con la finalidad de rehabilitar la operatividad y funcionalidad del muelle de pasajeros turístico y comunitario de la Comuna Subida Alta, Parroquia Puná.
- La inspección de la condición actual de la estructura mediante visitas técnicas y recopilación de planos constructivos logró determinar un gran problema en la implantación actual del muelle por encontrarse en exposición directa a la alta energía de oleaje durante los meses de abril a septiembre. La estructura se encuentra actualmente inhabilitada debido al desprendimiento de la rampa articulada y la plataforma flotante producto de eventos de fuerte oleaje.
- Mediante estudios oceanográficos se determinó que la funcionalidad del muelle está influenciada por la dirección y altura de oleaje. El oleaje que llega al muelle tiene una dirección de 314° con respecto al norte y una altura estadística de ola de 3 metros, lo que afecta la estabilidad de la estructura.
- La matriz de decisión permitió la selección de las pantallas disipadoras de oleaje como la alternativa viable en comparación a un espigón, para poner operativo el muelle considerando aspectos físicos, técnicos, ambientales y económicos.
- El diseño de un muelle piloteado con pantallas disipadoras de oleaje para rehabilitar el muelle de pasajeros consideró el oleaje incidente en la estructura y los niveles de marea del sitio. La extensión posee una longitud de 18.5 metros con una orientación de 35 grados respecto a la orientación actual del muelle, las pantallas disipadoras de oleaje fabricadas con hormigón armado son de 35 cm de espesor y amarradas a los pilotes, lo que impide el ingreso del oleaje a la zona del embarcadero.
- La plataforma flotante en su diseño debe considerar un lado de acoderamiento principal de 11 metros para el buque de diseño y uno auxiliar de 8 metros para embarcaciones menores.
- Los costos y presupuestos de las soluciones ingenieriles fueron estimados en función al análisis de costos unitarios y rubros obtenido de proyecto PUERTO GAL

(2019) por lo cual el presupuesto calculado se estima en aproximadamente \$180.000.

Recomendaciones

Siendo esto un diseño preliminar, una vez establecida la fecha de ejecución del proyecto, se recomienda:

- Realizar una batimetría en detalle para disponer una mejor implantación de la extensión del muelle en relación con los niveles de agua, a fin de satisfacer las necesidades futuras de los lancheros en caso de hacer mejoras en las dimensiones de las embarcaciones.
- Caracterizar el oleaje en Subida Alta con salidas de campo en las próximas épocas seca y húmeda para poder compararlos con los datos estadísticos de boyas virtuales.
- Analizar de la interacción de la estructura propuesta con la dinámica natural del área de estudio mediante un modelamiento numérico.
- Realizar un modelo de gestión y administración del muelle para de esta manera darle un buen uso, así como un plan de mantenimiento de la infraestructura.
- Realizar un estudio de mercado turístico que permita conocer la afluencia de turistas.
- Considerar el diseño y construcción de obras civiles complementarias como el muro de contención del acantilado que soporta el muelle, a fin de evitar y disminuir la tasa de erosión existente.
- Actualizar el estudio de factibilidad financiero

...

BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

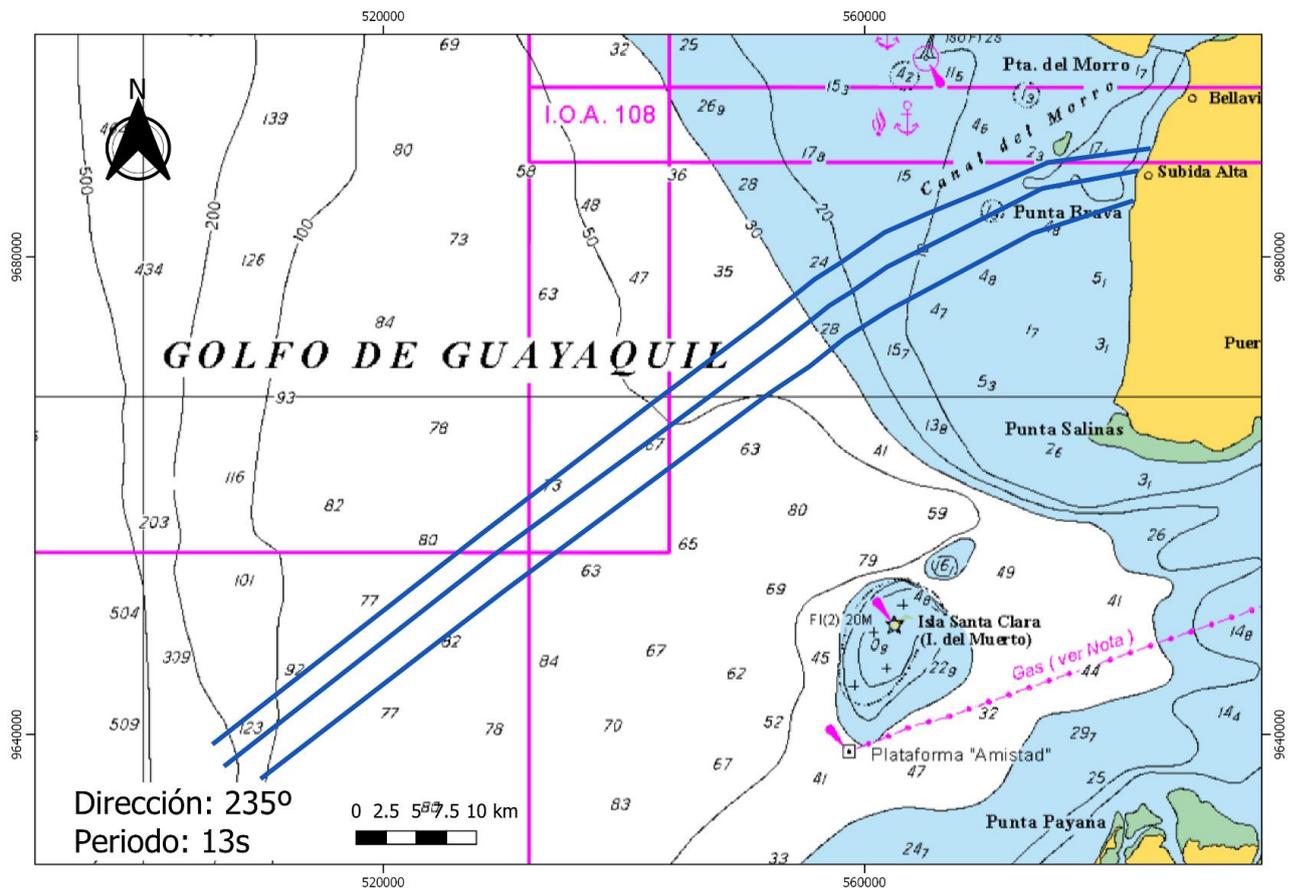
- (1973). En U. S. Research, & B. f. Business (Ed.), *Shore Protection Manual* (pág. 532).
- Allauca, S., & Cardin, V. (1987). *Análisis de las olas en la costa central del Ecuador*. Acta Oceanográfica Del Pacífico.
- Allsop, N., Vicinanza, D., & McKenna, J. (1996). *Waves Forces on Vertical and Composite Breakwaters*. Oxon: HR Wallingford.
- Barrera, P. (2016). *Delft3D Flexible Mesh modeling of the Guayas River and Estuary system in Ecuador*. Delft: TU Delft.
- Briones, J. (2019). *el Análisis de los Recurso Naturales y Culturales en la Comuna Subida Alta de la Isla Puná para un Recorrido Turístico*. Guayaquil.
- Cavildo de la comuna Subida Alta. (2019). Censo comunal de Subida Alta. Guayaquil.
- Cobos, L. (2010). Estudio Integrado del Golfo de Guayaquil del Mioceno al Reciente. 196. (F. d. Litoral, Ed.) Guayaquil, Ecuador.
- Cucalón, E. (1996). *Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil*. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República.
- Dept. of the Army, U. A. (1984). CERC. *Shore Protection Manual. Vol. I*. Washington.
- DP WORLD. (2017). *EIA y PMA del Puerto de Aguas Profundas de Posorja*. Guayaquil.
- DP World Posorja S.A. (2016). *Informe de Sistematización del Proceso de Participación Social "Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para el Desarrollo, Construcción, Operacion del Puerto de Aguas Profundas de Posorja y el Dragado*. Guayaquil.
- Dumont, F, J., Santana, E., Vilema, W., Pedoja, K., Ordoñez, M., . . . Zambrano, I. (2005). Morphological and microtectonic analysis of Quaternary deformation from Puná and Santa Clara Islands. 331-350. Golfo de Guayaquil, Ecuador.
- Elizaldes Consultora. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Puná 2015-2019*. Guayaquil.
- Enfield. (1977). Refracción de Ondas.
- Espin, S., & Nath, J. (1992). Características del régimen de olas en San Cristobal, Islas Galápagos. *Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 7 N°1 INOCAR*, 13-20.
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile.

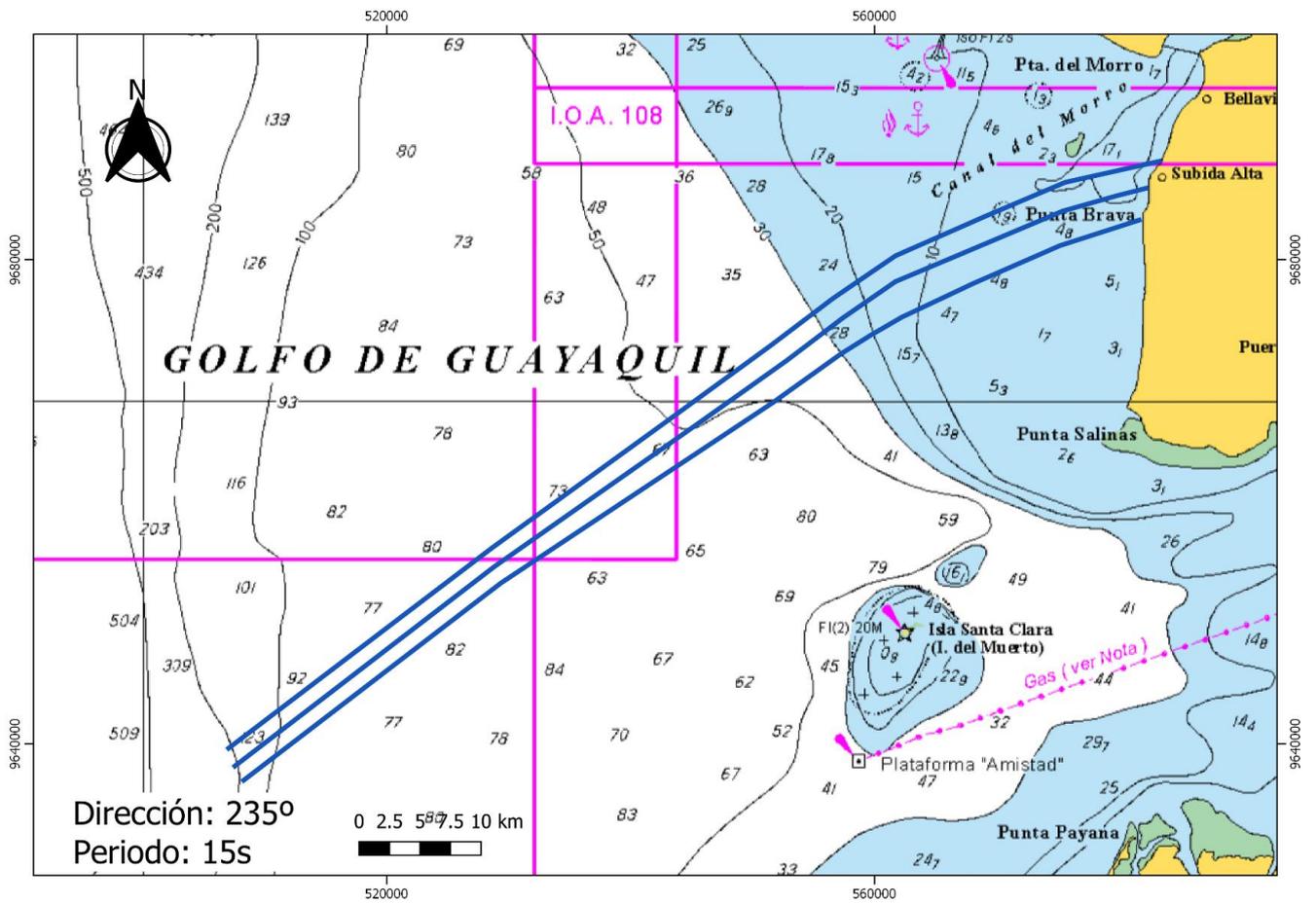
- García Espinel, J. D., Alvarez García-Lubén, R., & González Herrero, J. M. (2016). *Design and Construction Methods of Caisson-Type Maritime Infrastructures Using GFRP*. Madrid.
- Goda, Y. (1985). *Random seas and design of maritime structures*. Tokyo.
- INOCAR. (2020). *Sistema de Observación y Alerta Temprana*. Obtenido de https://www.inocar.mil.ec/modelo_olas/index.php
- Instituto Oceanográfico de la Armada. (2019). *Tabla de Predicción de Mareas - Estación Data Posorja*. Ecuador.
- Léniz Drápela, R. (2008). *Apuntes de Navegación Costera*.
- Madsen, J., Mix, E. R., & Balslev, H. (2001). *Flora of Puna Island: plant resources on an neotropical island*. Aarhus University Press.
- Navarrete, R., Carcelen, F., Sotomayor, P., & Pérez, J. (2011). *Evaluación Ecológica y Social de la comuna Subida Alta. Parroquia Puná*. 117. (T. N. Conservancy, Ed.) Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- NOAA. (2019). *WaveWatch III*. Obtenido de <https://polar.ncep.noaa.gov/waves/>
- Pelta Resano, R. (2013). *Design Thinking. Tendencias en la teoría y la metodología del diseño*. Catalunya.
- Pond, S., & Pickard, G. (1983). *Introductory Dynamical Oceanography*. doi:<https://doi.org/10.1016/C2009-0-24288-7>
- Santana, C. (2018). *Propuesta de zonificación turística en Isla Puná*. 19. (U. T. ECOTEC, Ed.) Guayaquil.
- Secretaria de Ambiente, Q. (2017). *Plan de Manejo Ambiental Base*. Quito.
- Tabuchi Yagui, E. T. (2015). *Guía de Metodos del Design Thinking*.
- Takahashi, S. (1996). *Design of Vertical Breakwaters*. Japon.
- Tourism & Leisure, E. (2007). *Diseño del Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible para Ecuador "PLANDETUR 2020"*.
- Universidad Politécnica de Cataluña. (s.f.). *Determinación de un coeficiente de transmisión global frente a un determinado régimen de oleaje*. 49. Barcelona, España. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3378/37768-6.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Vera, L., & Marín, S. (2015). *Clima de olas en la zona ecuatorial con información satelital*. Acta Oceanográfica Del Pacífico.

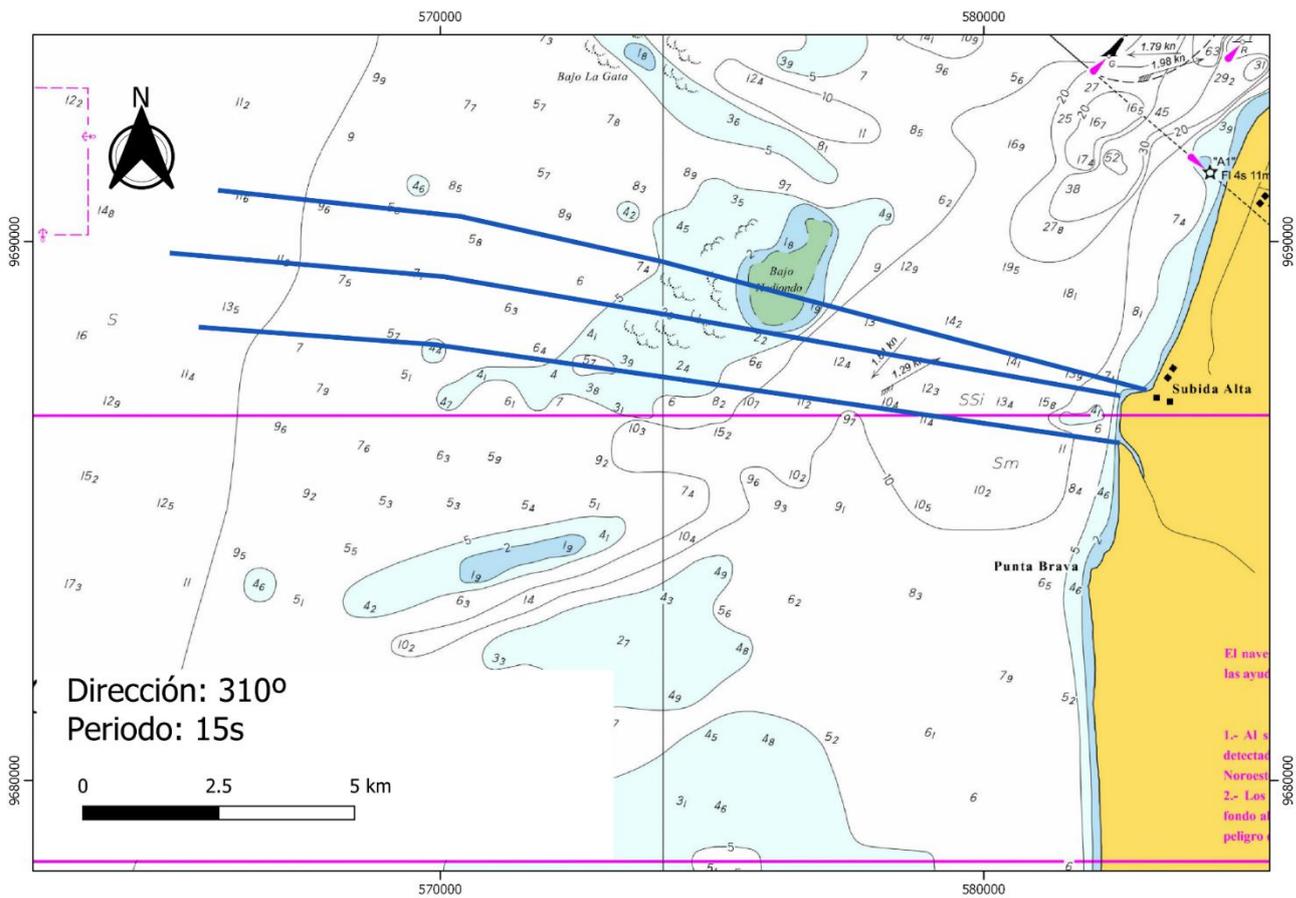
Vera, L., Lucero, M., & Mindiola, M. (2009). *Caracterización oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la punta del Morro y Jaramijó, Ecuador*. Acta Oceanográfica Del Pacífico.

APÉNDICES

APÉNDICE A: GRÁFICOS DE REFRACCIÓN







Asumir f_i :	25	mm
d:	28.75	cm

Factor de amplificación:	0.52	
μ :	9.4	T-m
$\mu = f_i * b * d^2 * f'c (w - 0.59w^2)$		
0.036 =		$w - 0.59w^2$
w1:	1.66	
w2:	0.04	
w = cuantía * $f_y / f'c$		
cuantía:	0.0031	
A_s :	8.92	cm ²
Diámetro de varilla:	1.40	cm
d:	29.3	cm
Número de varillas:	5.79	

VERIFICACIÓN POR CORTANTE

f_i : 0.75

vdisponc:	9.92	kg/cm ²
V_{max} :	14.26	T
F_s :	2.5	
V_u :	35.65	T
v_u :	14.51	kg/cm ²
V_c :	28.66	T
$f_i * v_c$:	21.49	T
$f_i * v_c > v_u$		

no cumple, requiere refuerzo por cortante

REFUERZO POR CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN

V_s :	$V_u / f_i - v_c$	
V_s :	18.87	T
$V_s \text{ max}$:	116.62	T

Cumple, $V_s \text{ max.} > V_s$

Separación de estribos

si:

V_s	<	$0.33 * \text{raíz}(f'c) * b * d$
18.87	<	58.31

Cumple, entonces:

S_1 (separación) es el menor de:

d/2:	14.65	cm
	60	cm

Estribos f_i 10 c/15 cm

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

P1:	5.92	T/m ²
------------	------	------------------

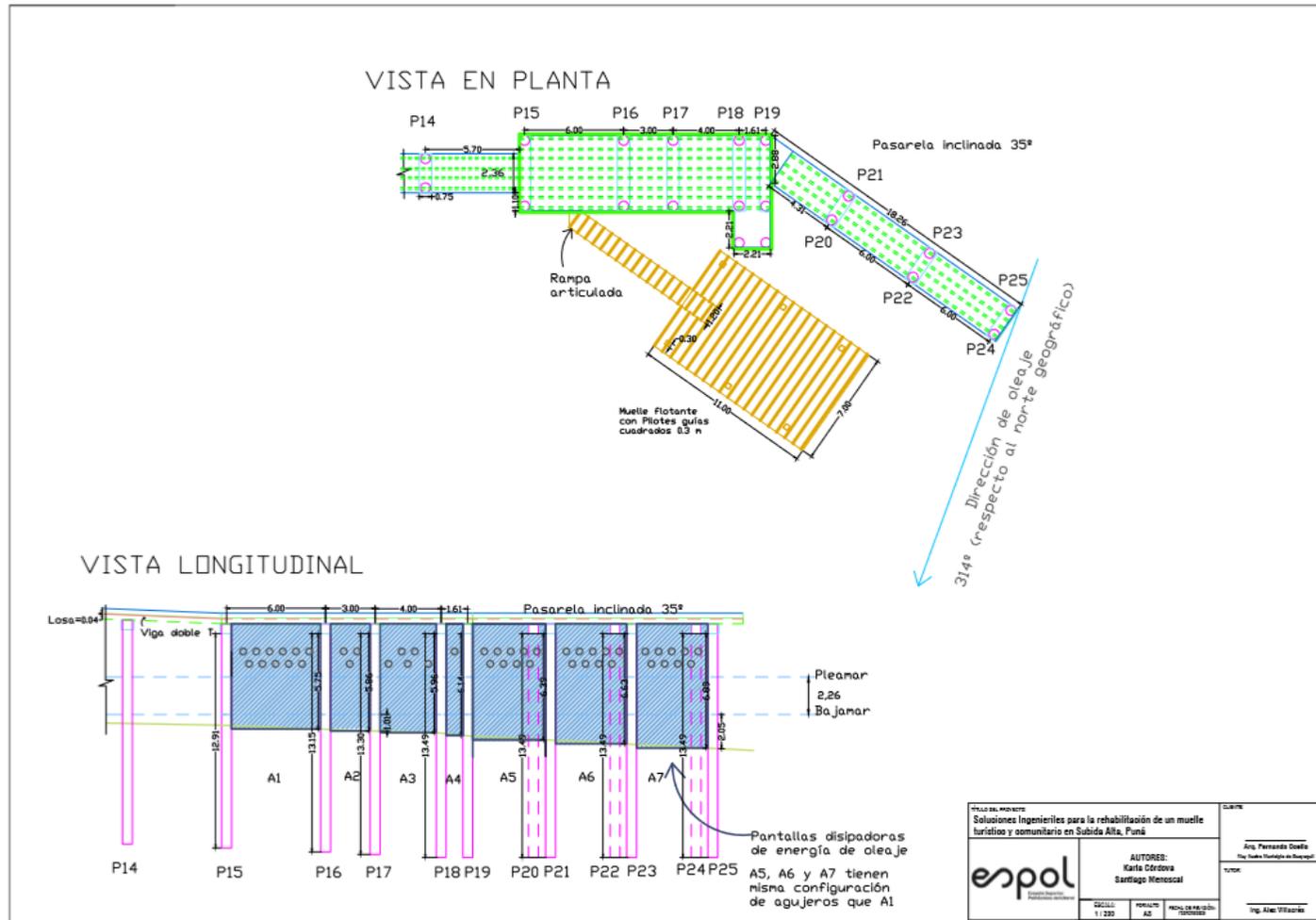
PRESIÓN HIDRODINÁMICA POR OLA ESTACIONARIA (Teoría de ola de pequeña amplitud)

T:	15.00	s
L:	67.10	m
z:	-5.58	m
H:	3.00	m
k:	0.09	m ⁻¹
fr:	0.42	s ⁻¹
t:	60.00	s
h:	4.26	m
w0:	1.027	T/m ³

P2:	3.08	T/m ²
------------	------	------------------

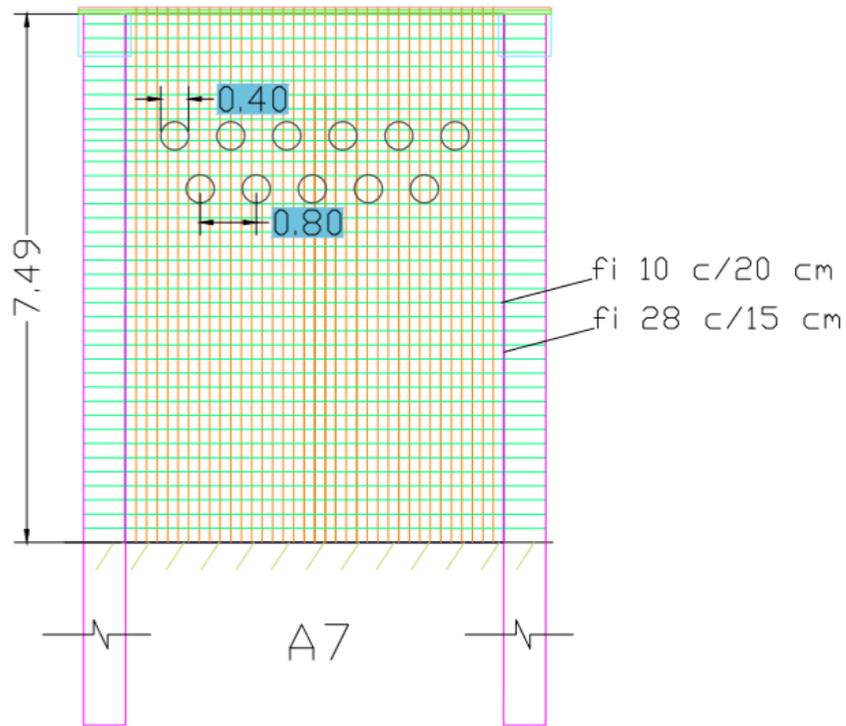
Fam:	0.52
-------------	------

APÉNDICE C: PLANOS

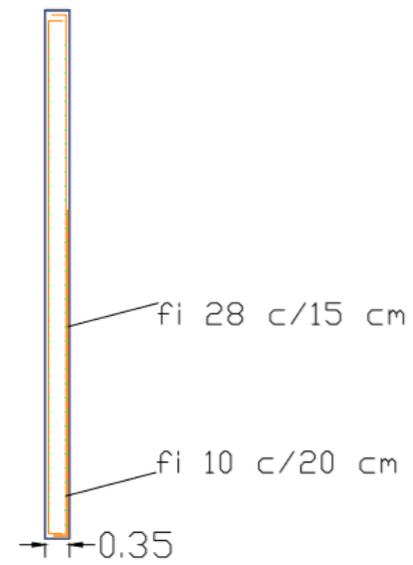


PANTALLA DISIPADORA DE ENERGÍA

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



TÍTULO DEL PROYECTO: Soluciones Ingenieriles para la rehabilitación de un muelle turístico y comunitario en Subida Alta, Puná			CLIENTE:	
			AUTORES: Karla Córdova Santiago Menozcal	
			ASESOR: Arq. Fernando Cuello Mag. Ivonne Macías de Sarmiento	
ESCALA: 1:100	FORMATO: A4	FECHA DE ELABORACIÓN: 2023/03/01	TUTOR: Ing. Alex Villacís	

APÉNDICE D: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA. PUNA

Hoja 1 de 13

CODIGO: 1

DESCRIPCION: SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PILOTE PREFABRICADO DE HORMIGON F'C=450 KG/CM2 DE R60

DETALLE: UNIDAD: ML

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.53	0.53
Plataforma	0.05	150.00	7.50	0.53	3.94
Grua 150 ton	0.05	300.00	15.00	0.53	7.88
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					128.91
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador de grua	0.05	5.26	0.26	0.53	0.14
Chofer de Plataforma	0.05	5.26	0.26	0.53	0.14
Peón	4.00	3.58	14.32	0.53	7.53
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					10.49
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pilote prefabricado fc=450 kg/cm2 de	ml	1.00	250.80	250.80	
SUBTOTAL O					250.80
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					390.20
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					476.04
VALOR OFERTADO:					476.04

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 2 de 13

CODIGO:

2

DESCRIPCION:

HINCADO DE PILOTES DESDE DEL AGUA

DETALLE:

UNIDAD:

ML

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.51	0.51
Martillo de golpe (martinete)	1.00	50.00	50.00	0.51	25.45
Grúa 150 ton	1.00	300.00	300.00	0.51	152.70
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
Remolcador	1.00	93.75	93.75	0.51	47.72
SUBTOTAL M					342.94
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador de grúa	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
Operador de martillo	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
Operador de remolcador	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					10.72
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					353.66
INDIRECTO %					77.81
UTILIDAD					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					431.47
VALOR OFERTADO:					431.47

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 3 de 13

CODIGO:

3

DESCRIPCION:

DESCABEZADO DE PILOTES INC. DESALOJO

DETALLE:

UNIDAD:

U

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD		TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00		1.00	1.00	1.18	1.18
Martillo Hidraulico	3.00		35.00	105.00	1.18	124.13
SUBTOTAL M						125.31
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD		JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00		4.01	4.01	1.18	4.74
Operador de equipo liviano	3.00		3.62	10.86	1.18	12.84
Peón	3.00		3.58	10.74	1.18	12.70
SUBTOTAL N						30.28
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C = A x B		
SUBTOTAL O						-
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
Desalojo de material	m3-km	20.00	1.25	0.20	5.00	
SUBTOTAL P						5.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						160.59
INDIRECTO %						22.00
UTILIDAD						35.33
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						195.92
VALOR OFERTADO:						195.92

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 4 de 13

CODIGO:

4

DESCRIPCION:

SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON FC= 350KG/CM2

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.91	0.91
Plataforma	1.00	150.00	150.00	0.91	136.68
Grúa 50 ton	0.30	250.00	75.00	0.91	68.34
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					322.49
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer de Plataforma	1.00	5.26	5.26	0.91	4.79
Operador de grúa	0.30	5.26	1.58	0.91	1.44
Peón	4.00	3.58	14.32	0.91	13.05
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					21.96
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pantallas de muro prefabricados de hormigon 6 x 8.5 x 0.35	u	1.00	4,065.00	4,065.00	
SUBTOTAL O					4,065.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,409.45
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					970.08
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					5,379.53
VALOR OFERTADO:					5,379.53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 5 de 13

CODIGO:

5

DESCRIPCION:

SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON FC= 350KG/CM2

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.91	0.91
Plataforma	1.00	150.00	150.00	0.91	136.68
Grúa 50 ton	0.30	250.00	75.00	0.91	68.34
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					322.49
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer de Plataforma	1.00	5.26	5.26	0.91	4.79
Operador de grúa	0.30	5.26	1.58	0.91	1.44
Peón	4.00	3.58	14.32	0.91	13.05
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					21.96
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pantallas de muro prefabricados de hormigon 4 x 8.5 x 0.35	u	1.00	2,666.00	2,666.00	
SUBTOTAL O					2,666.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,010.45
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					662.30
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					3,672.75
VALOR OFERTADO:					3,672.75

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 6 de 13

CODIGO:

6

DESCRIPCION:

SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON FC= 350KG/CM2

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.91	0.91
Plataforma	1.00	150.00	150.00	0.91	136.68
Grúa 50 ton	0.30	250.00	75.00	0.91	68.34
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					322.49
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer de Plataforma	1.00	5.26	5.26	0.91	4.79
Operador de grúa	0.30	5.26	1.58	0.91	1.44
Peón	4.00	3.58	14.32	0.91	13.05
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					21.96
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pantallas de muro prefabricados de hormigon 3 x 8.5 x 0.35	u	1.00	2,000.00	2,000.00	
SUBTOTAL O					2,000.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,344.45
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					515.78
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					2,860.23
VALOR OFERTADO:					2,860.23

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 7 de 13

CODIGO:

7

DESCRIPCION:

SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE PANTALLAS DE MURO PREFABRICADOS DE HORMIGON FC= 350KG/CM2

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.91	0.91
Plataforma	1.00	150.00	150.00	0.91	136.68
Grúa 50 ton	0.30	250.00	75.00	0.91	68.34
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					322.49
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer de Plataforma	1.00	5.26	5.26	0.91	4.79
Operador de grúa	0.30	5.26	1.58	0.91	1.44
Peón	4.00	3.58	14.32	0.91	13.05
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					21.96
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pantallas de muro prefabricados de hormigon 1.61 x 8.5 x 0.35	u	1.00	1,073.00	1,073.00	
SUBTOTAL O					1,073.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,417.45
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1,729.29
VALOR OFERTADO:					1,729.29

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 8 de 13

CODIGO:

8

DESCRIPCION:

IZADO E HINCADO DE PANTALLA

DETALLE:

UNIDAD:

U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	0.30	1.00	0.30	0.86	0.26
Masa de gravedad (martinete)	1.00	200.00	200.00	0.86	171.08
Grúa 50 ton	1.00	250.00	250.00	0.86	213.85
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					501.75
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador de grúa	1.00	5.26	5.26	0.86	4.50
Operador de martillo	1.00	5.26	5.26	0.86	4.50
Peón	2.00	3.58	7.16	0.86	6.12
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					17.80
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					519.55
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					114.30
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					633.85
VALOR OFERTADO:					633.85

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 9 de 13

CODIGO:

9

DESCRIPCION:

HORMIGON ARMADO F'c=280KG/CM2 EN CABEZALES DE 0.60X2.36M Y NUDOS INCL. INHIBIDOR DE CORROSION

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	1.63	1.63
Andamio	1.00	1.00	1.00	1.63	1.63
Vibrador	1.00	2.00	2.00	1.63	3.27
SUBTOTAL M					6.53
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.01	4.01	1.63	6.55
Carpintero Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	1.63	5.92
Fierrero Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	1.63	5.92
Albañil Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	1.63	5.92
Peón	4.00	3.58	14.32	1.63	23.40
SUBTOTAL N					47.71
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Hormigon premezclado f _c =280 kg/cm ²	m ³	0.44	169.00	74.36	
Acero de refuerzo en barras f _y =4200 kg/cm ²	kg	80.00	1.10	88.00	
Encofrado de cabezales	m ²	4.00	14.00	56.00	
Inhibidor de corrosión	l	0.44	25.00	11.00	
SUBTOTAL O					229.36
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					283.60
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					345.99
VALOR OFERTADO:					345.99

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 10 de 13

CODIGO:

10

DESCRIPCION:

HORMIGON ARMADO F'C=280KG/CM2 EN CABEZALES DE 0.60X4.56M Y NUDOS INCL. INHIBIDOR DE CORROSION

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD		TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	1.00	2.12	2.12
Andamio	1.00	1.00	1.00	1.00	2.12	2.12
Vibrador	1.00	2.00	2.00	2.00	2.12	4.24
SUBTOTAL M						8.48
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD		JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.01	4.01	4.01	2.12	8.50
Carpintero Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	3.62	2.12	7.67
Ferrero Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	3.62	2.12	7.67
Albañil Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	3.62	2.12	7.67
Peón	4.00	3.58	14.32	14.32	2.12	30.35
SUBTOTAL N						61.86
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
		A	B	C = A x B		
Hormigon premezclado fc=280 kg/cm2	m3	0.57	169.00	96.33		
Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm2	kg	102.50	1.10	112.75		
Encofrado de cabezales	m2	5.50	14.00	77.00		
Inhibidor de corrosión	l	0.57	25.00	14.25		
SUBTOTAL O						300.33
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P						-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						370.67
INDIRECTO %						22.00
UTILIDAD						81.55
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						452.22
VALOR OFERTADO:						452.22

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 11 de 13

CODIGO:

11

DESCRIPCION:

SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE VIGAS CARGADORAS PREFABRICADAS F'C=350KG/CM2

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30
Plataforma	1.00	150.00	150.00	1.00	150.00
Grúa 25 ton	1.00	70.00	70.00	1.00	70.00
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					336.86
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer de Plataforma	1.00	5.26	5.26	1.00	5.26
Operador de grúa	1.00	5.26	5.26	1.00	5.26
Peón	4.00	3.58	14.32	1.00	14.32
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					27.52
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Vigas cargadoras prefabricadas 350kg/cm2	u	1.00	712.00	712.00	
SUBTOTAL O					712.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,076.38
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1,313.18
VALOR OFERTADO:					1,313.18

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 12 de 13

CODIGO:

12

DESCRIPCION:

IZADO Y MONTAJE DE VIGAS

DETALLE:

UNIDAD:

U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	1.85	1.85
Grúa 50 ton	1.00	250.00	250.00	1.85	462.62
Barcaza cap 400 ton	1.00	229.00	229.00	0.51	116.56
SUBTOTAL M					581.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador de grúa	1.00	5.26	5.26	1.85	9.73
Peón	4.00	3.58	14.32	1.85	26.50
Operador de barcaza	1.00	5.26	5.26	0.51	2.68
SUBTOTAL N					38.91
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					619.94
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					756.33
VALOR OFERTADO:					756.33

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO:

SOLUCIONES INGENIERILES PARA LA REHABILITACION DE MUELLE TURISTICO Y COMUNITARIO DE LA COMUNA SUBIDA ALTA, PUNA

Hoja 13 de 13

CODIGO:

13

DESCRIPCION:

LOSA DE TOPPING F'C= 280KG/CM2 E=5CM

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores	1.00	1.00	1.00	0.29	0.29
Andamio	0.50	1.00	0.50	0.29	0.15
Vibrador	0.50	2.00	1.00	0.29	0.29
SUBTOTAL M					0.73
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.01	4.01	0.29	1.16
Carpintero Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	0.29	1.05
Albañil Estruct. Ocup. D2	1.00	3.62	3.62	0.29	1.05
Peón	2.00	3.58	7.16	0.29	2.08
SUBTOTAL N					5.34
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Hormigon premezclado fc=280 kg/cm2	m3	0.06	169.00	10.14	
SUBTOTAL O					10.14
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.21
INDIRECTO %					22.00
UTILIDAD					3.57
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					19.78
VALOR OFERTADO:					19.78

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

APÉNDICE E: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS						
Objetivos: Prevenir y minimizar la generación de impactos Ambientales negativos al entorno que pudiesen alterar la calidad de los recursos agua, sedimentos, flora y fauna, social a partir de las actividades de construcción, operación y cierre.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Actividad	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo
	Aspecto Ambiental					
Hincado de pilotes	Generación de ruido, Reducción de especies marinas, uso de suelo	Migración de aves y tortugas, afectación a la salud, disminución de hábitat marina, alteración de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo	Uso de martillo con silenciador, planes de mitigación para recuperación de especies (vedas de bentos), uso de materiales de construcción alternativos como hormigón ciclópeo	Nivel de ruido, número de especies marinas, grado de compactación	Control de las regulaciones de la construcción, estudio de suelo.	Durante todo el hincado
Construcción del muelle	Comodidad de los usuarios	Obstrucción de vías, disminución de área de actividad productiva, generación de residuos sólidos, afectaciones a la comunidad debido al ruido	Controlar el tiempo de la construcción evitando prolongaciones, limpieza constante de los residuos generados, establecer un patio de acopio a una distancia prudente de las casas, gestión de la distribución de espacios para el uso de actividades productivas	Nivel de ruido, sólidos en suspensión, observación de presencia de desechos	Encuestas a la comuna, registro fotográfico	Durante toda la construcción del muelle
Etapa: Operación						
Actividad	Actividad	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo
	Aspecto Ambiental					
Ingreso y salida de embarcaciones	Calidad del aire, Generación de ruido	Expulsión de gases al aire, daño auditivo	Reducción de la velocidad de las embarcaciones, Construcción de barcos silenciosos, revisión y mantenimiento periódico del motor	Niveles de CO2, Nivel del Ruido	Facturas de mantenimiento e informes técnicos de los motores, estudios de emisiones del CO2	durante toda la etapa de operación
Tránsito de pasajeros	Presencia de desechos	Aumento de basura, contaminación del agua, daño a especies, disminución del turismo por la contaminación visual, afectaciones a comerciantes	Horarios de limpieza adecuados para recolección de basura en el muelle, correcta distribución de tachos de basura, mingas en el mar	Cantidad de basura recolectada vs cantidad de basura generada	Encuestas a visitantes, registro fotográfico, observadores ambientales	durante toda la etapa de operación
Etapa: Abandono						
Actividad	Actividad	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo
	Aspecto Ambiental					
Tráfico terrestre y marítimo por retiro de maquinaria	Calidad del aire	Emisión de gases al aire	Contratar transportes en buen estado con baja emisión de gases.	Niveles de CO2	Registros de mantenimiento e informes técnicos de los motores de los transportes.	Durante toda la etapa de abandono.
Derribo de pilotes	Propiedades mecánicas el suelo, presencia de desechos.	Incremento de desechos en el fondo marino, daño al ecosistema bentónico, cambios en las propiedades mecánicas del suelo.	Limpieza de fondo marino con buzos especializados, monitorear cambio en propiedades mecánicas del suelo, veda de especies bentónicas.	Cantidad de escombros en el fondo marino, asentamientos.	Inspecciones periódicas luego del abandono.	Durante toda la etapa de abandono y plazo posterior definido.

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO						
Objetivos: Verificar el cumplimiento oportuno de las medidas planteadas en el presente Plan de Manejo Ambiental. Realización de monitoreos ambientales.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Hincado de pilotes	Generación de ruido, Reducción de especies marinas, uso de suelo	Migración de aves, afectación a la salud, disminución de hábitat marina, alteración de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo	Verificar si el uso del martillo cumple con las normas de construcción establecidas, poner en marcha los planes de mitigación para la recuperación de especies, el supervisor debe de comprobar si las propiedades físicas, químicas, y mecánicas del suelo no están siendo afectadas por el hincamiento del pilote.	Nivel de ruido, número de especies marinas, grado de compactación	Estudios geotécnicos durante la etapa de construcción, análisis de las propiedades del suelo a distintas profundidades.	Durante todo el hincado
Construcción del muelle	Comodidad de los usuarios	Obstrucción de vías, disminución de área de actividad productiva, generación de residuos sólidos, afectaciones a la comunidad debido al ruido	Verificar que se cumpla el lapso establecido del periodo de construcción, monitorear de manera periódica el tipo de limpieza de los residuos generados. Identificar las condiciones óptimas para establecer un patio de acopio a una distancia prudente de las casas, gestión de la distribución de espacios para el uso de actividades productivas.	Nivel de ruido, sólidos en suspensión, observación de presencia de desechos	revisión de normativas para la construcción de obras portuarias, y análisis de calidad de agua en laboratorio	Durante toda la construcción del muelle
Etapa: Operación						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Supervisión del Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental		Incumplimiento de PMA	El cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales deben ser controlados por un supervisor ambiental e informe .	Se delega supervisor ambiental para el seguimiento del PMA	Designación del supervisor ambiental	Contiguo
			El supervisor ambiental debe comprobar que se está cumpliendo con cada medida de prevención, mitigación y seguimiento conforme al cronograma establecido en el PMA presentando informes.	Comprobación de las medidas planteadas en el PMA.	Informes ambientales	Mensuales
			Se debe evaluar el cumplimiento de los indicadores señalados en cada una de las fichas ambientales del PMA según la cantidad y tiempo.	Evaluación del grado de cumplimiento del PMA	Informes ambientales	Mensuales
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Monitoreo y Control del Ruido	Generación de ruido por derribo de pilotes y transporte de maquinaria, incomodidad de los usuarios y posibles afectaciones en la salud de los habitantes cercanos a la construcción	Problemas auditivos u otras afectaciones en la salud de los habitantes	Monitoreo permanente de los niveles de ruidos superiores a los establecidos en las normas ambientales ecuatorianas (Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Móviles) del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria de la Ley de Gestión Ambiental	Nivel de ruido	Determinar la diferencia entre el nivel de ruido cuando operan las máquinas y el nivel de ruido de fondo (sin operación de máquinas) y compararlo con el nivel de ruido permisible	Mediciones bimensuales durante el uso de maquinaria
Monitoreo y Control de Polvo (material particulado)	Presencia de material particulado al realizar el derribo de pilotes o transportar maquinaria pesada	Afectaciones en la salud de los habitantes y fauna bentónica por la contaminación de material particulado en el área de construcción y sitios próximos.	Monitoreo permanente del control de la emisión de polvos y gases emitidos por el uso de maquinaria durante el derribo de pilotes (aquellas que provocan altos niveles de polvo), evaluación del material particulado con respecto a la Norma de Calidad de Aire Ambiente, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), de la Ley de Gestión Ambiental	Niveles de material particulado	mediciones del polvo no solo en los lugares de construcción de la obra, sino también en los sectores aledaños a la construcción de la obra, que habita la población afectada por la ejecución de las Facilidades	Mediciones bimensuales durante el derribo de pilotes y transporte de maquinaria

PLAN DE CONTINGENCIA						
Objetivos: Establecer un procedimiento formal y por escrito que proporcione a los trabajadores, lineamientos a seguir para responder rápida y eficazmente ante un evento que genere riesgos a su salud, las instalaciones físicas, maquinaria, equipos y al ambiente.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Mala operación de maquinarias	Accidentes a trabajadores	Muerte, lesiones en alguna parte del cuerpo, afectación de la salud.	Operación de maquinarias realizado por personal especializado o con experiencia, distancia apropiada entre trabajadores y maquinarias, supervisión de los trabajadores	Número de accidentes en el trabajo.	Revisión de licencias para manejo de maquinarias, trabajo acorde al cronograma de actividades	Inmediato
Mal funcionamiento de maquinaria	Construcción del muelle	Atrasos en la construcción.	Mantenimiento de maquinas	Registro de mantenimiento o de maquinas	Informe de resultados de monitoreo a la maquinas en uso	Durante la construcción del proyecto
Etapa: Operación						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Malas Maniobras de la embarcación	Heridas o fracturas en el cuerpo	Afectaciones en la salud	Uso de elementos de protección	Número de accidentes e incidentes en el área de trabajo	Registro de entrega de equipos de protección	Inmediato
Fuerte impacto entre un bote y el muelle	Accidentes, Generación de desechos no peligrosos	Personas heridas, Daño de infraestructura por la fuerza de atraque, Contaminación del agua, Deterioro de flora y fauna	Revisión y mantenimiento de las defensas del muelle	Número de accidentes, Numero de procedimientos de socorro realizados, Numero defensas que se le ha realizado cambio o mantenimiento	Registro de daños por atraque realizados	Durante toda la operación
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Derrame de combustible	Vertido de derivados de petróleo, alteración de la calidad del agua	Contaminación del agua, Afectación irreversible a la fauna marina: bentos, fitoplancton, peces.	Utilización de barreras para controlar el movimiento de Combustible	Calidad de suelo, calidad del agua. Número de capacitaciones para trabajadores ante un derrame de combustible	Registro de verificación del cumplimiento de medidas ambientales Registro de capacitaciones a trabajadores, materiales para contención de derrames	Inmediato

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS						
Objetivos: Informar a las instituciones privadas y público en general sobre las distintas actividades y avances del proyecto, para evitar conflictos por defecto de información. Socializar el proyecto y recibir sugerencias e inquietudes, e incorporarlas en la planificación de la construcción del muelle en la Comuna Subida Alta.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Hincado de pilotes	Conflictos entre personas	Incomodidad de los moradores	Comunicación de actividades durante la etapa de operación por medio de cuña radial, perifoneo y reuniones semanales.	Personas informadas	Número de comunicados semanales	Durante la etapa de operación y mantenimiento
Construcción del muelle	Envidia de otras comunas	Pelears y disgustos	Organizar una charla para conocer los beneficios del muelle (local y entre comunas).	Conocimiento de la construcción	Registro de asistencia	Durante toda la construcción del muelle
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Tráfico terrestre y marítimo por retiro de maquinaria	Comodidad de usuarios, Salud	Enfermedades	Comunicación previa de las actividades para estar prevenidos	Número de pacientes enfermos, número de movilización de transporte	Observadores	Durante el tiempo que dure el transporte masivo

PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL						
Objetivos: Efectuar la declaración de una política y compromiso para con la salud y la seguridad de los trabajadores. Establecer un programa de entrenamiento y seguridad laboral que cuente a su vez con lineamientos claros de comunicación.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Construcción del muelle e hincado de pilotes	Generación de ruido y desechos sólidos, uso de maquinaria pesada	Afectaciones a la salud (problemas auditivos), accidentes por el mal uso de las máquinas o no seguimiento de protocolos de seguridad	Elaborar y ejecutar un Programa de Comunicación y Capacitación sobre seguridad (utilización de casco, botas, tapón de oídos y chaleco) a los técnicos, trabajadores de la obra, proveedores, subcontratistas y visitantes	Número de trabajadores con equipos de seguridad completos, ausencia de accidentes	Inspección constante sobre el uso de los equipos de protección, presencia de señalética sobre precaución	Durante la etapa de construcción
			Preparar un sistema de normas de seguridad para la construcción de la obra y seguridad sobre uso de vehículos.			
			Diseñar y ejecutar de un programa de prevención de accidentes y de seguridad			
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Derribo de pilotes	Generación de ruido y material particulado, uso de maquinaria pesada	Afectaciones a la salud (problemas auditivos y respiratorios), accidentes por el mal uso de las máquinas o no seguimiento de protocolos de seguridad	Capacitar al personal encargado del derribo de pilotes sobre las medidas de seguridad (uso de casco, botas u otros) al momento de realizar la actividad	Número de trabajadores con equipos de seguridad completos, ausencia de accidentes	Inspección constante sobre el uso de los equipos de protección, presencia de señalética sobre precaución	Durante el derribo de pilotes
			Aplicar las normas de seguridad indicadas durante la etapa de construcción			
			Ejecutar el programa de prevención de accidentes y de seguridad indicado durante la etapa de construcción			

PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL						
Objetivos: Generar un plan que permita la sostenibilidad						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Capacitaciones a los constructores del muelle	Alteración de los recursos	Contaminación de recursos hídricos y suelo	Efectuar capacitación para que el personal reconozca posibles efectos de este tipo de estructura	Cantidad de capacitaciones realizadas/capacitaciones programadas	Fotografías y asistencia	Durante la construcción
		Generación de residuos no peligrosos	Efectuar una capacitación para que el personal aprenda a clasificar mejor sus residuos			3 meses
Etapa: Operación						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Implementar programa de capacitación y educación ambiental	Alteración de la calidad de los recursos naturales	Disminución de la calidad de recursos naturales	Establecer cada año un plan de actividades donde se incluya la capacitación sobre las buenas prácticas ambientales dirigidas a los diferentes grupos.	Número de trabajadores capacitados.	Registro de asistencia a las charlas.	Anual
Limpieza del muelle	Contaminación del agua y suelo	Generación de desechos	Efectuar 3 capacitaciones a todo el personal de la recolección interna y manejo de residuos	Cantidad de capacitaciones realizadas/capacitaciones programadas	Fotografías Asistencia Acta de la charla	6 meses
Ingreso y salida de embarcaciones	Contaminación del agua y suelo	Contaminación de recursos hídricos	Efectuar capacitaciones sobre el manejo seguro de la pesca que ingresa de manera de que se sepa a qué se exponen.	Cantidad de capacitaciones realizadas/capacitaciones programadas	Fotografías Asistencia Acta de la charla	3 meses
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Capacitaciones a los constructores del muelle	Alteración de los recursos	Contaminación de recursos hídricos y suelo	Efectuar capacitación para que el personal reconozca posibles efectos de los residuos de la estructura	Cantidad de capacitaciones realizadas/capacitaciones programadas	Fotografías y asistencia	Antes de efectuar el abandono
		Generación de residuos no peligrosos	Efectuar una capacitación para que el personal aprenda a clasificar mejor sus residuos			

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS						
Objetivos: Evitar la contaminación de los recursos por una mala disposición y gestión de los desechos no peligrosos. Gestionar los desechos producidos en el proceso de construcción y cierre, tomando como primera medida el reuso y reciclaje del material de manera eficiente y ordenada. Causar el menor impacto posible sobre los recursos, que pudiera ocasionarse por la producción y mala disposición de los desechos sólidos y líquidos no peligrosos.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Manejo de sistemas de drenaje que se encuentren dentro del área de influencia de la obra	Generación de contaminantes en ríos adyacentes a la obra.	Contaminación de ríos adyacentes	Realizar capacitaciones a los obreros para que conozcan el manejo adecuado de los desechos sólidos aceites y grasas lubricantes, para de esta manera evitar la disposición final inadecuada en los drenajes de aguas lluvias. Implementar un programa preventivo de mantenimiento del sistema de aguas lluvias. Implementación del uso de registros de actividades de mantenimiento realizadas.	Los parámetros de calidad ambiental del efluente del sistema de drenaje aguas lluvias determinan ausencia de sólidos flotantes y niveles de aceites y grasas	Los parámetros de calidad ambiental del efluente del sistema de drenaje aguas lluvias determinan ausencia de sólidos flotantes y niveles de aceites y grasas	Permanente en la etapa de construcción.
Manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes y	Generación de impactos en suelo y agua	Contaminación del suelo, ríos y océano.	Clasificar, recolectar, almacenar temporalmente y disposición final de los desechos.	Los desechos se encuentran almacenados correctamente y no existe el depósito final	Contrato de obra, registro fotográfico	Permanente durante la construcción.
Construcción del muelle y pasarela	Generación de residuos sólidos no peligrosos Generación de material particulado	Contaminación del agua en el canal Afectaciones a la salud Contaminación del aire	Armar el muelle y pasarela en estado de sicigia de la marea y en bajamar para tener la menor amplitud posible y disminuir el riesgo de contaminación del agua por desechos sólidos	Amplitud mínima de la marea	Tablas de marea del Inocar	Permanente durante la construcción.
Construcción de pantalla para tablestacado	Generación de residuos no peligrosos	Afectaciones a la visión de las personas operadoras o soldados Contaminación del aire	Seleccionar un solo lugar para disponer de todo el material de escombros y encofrado, protegido de la lluvia y teniendo en cuenta todas las precauciones para no causar enfermedades o accidentes	Peso de material utilizado/ peso material de desecho	Informes de parte de los técnicos	Permanente durante la construcción.
Etapa: Operación						
Actividad	Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Designación de lugar de acopio y clasificar los desechos	Alteración de la calidad del suelo y agua.	Contaminación del suelo y agua.	Definir el área y las condiciones de acopio de los desechos sólidos. El lugar de almacenamiento debe mantenerse en buenas condiciones de limpieza. El lugar de acopio de los desechos no peligrosos debe estar techada y debe evitar las filtraciones de agua. Los desechos reciclables como papel y plástico deben separarse en diferentes contenedores hasta alcanzar grandes volúmenes para luego entregarlos a empresas recicladoras. Los desechos orgánicos deben separarse en su respectivo contenedor hasta que el servicio de recolección de basura lo retire. Evitar el rebose de los contenedores de basura y revisar que todos cuenten con su respectiva tapa.	Número de recipientes para almacenamiento temporal de desechos comunes/ cantidad de desechos generaldos.	Registro fotográfico.	Mensual
Manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos de las embarcaciones.	Alteración de la calidad del agua y suelo	Contaminación del agua y suelo	Establecer cómo se manejarán los desechos peligrosos y no peligrosos de las embarcaciones que utilizan el muelle, se deberá exigir: - Para los desechos peligrosos: - Comunicar el tipo de desechos peligrosos y la empresa que realizará el transporte y la disposición final.	Número de actividades ejecutadas y planificadas.	Proceso de manejo de los desechos peligrosos y no peligrosos de las embarcaciones.	Anual
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Retiro de material de escombro	Generación de material sólido particulado Circulación de camiones con escombros	Contaminación del aire Desplazamiento de aves y tortugas por el ruido	Se realizará por medio de camiones para que llegue a zonas de relleno previamente identificadas. Establecer límites de velocidad para los transportistas de los residuos con el fin de evitar la dispersión de residuos de la construcción	Peso del material de escombros	Informes de los transportistas de los residuos	Permanente durante el abandono
Desalojo de campamento de obra	Generación de residuos sólidos y líquidos no peligrosos	Contaminación del agua	Se deberá dotar de basureros temporales, correctamente tapados para la disposición de residuos sólidos domésticos, los cuales deben ser retirados una vez termine la etapa de desalojo	Número de basureros temporales y peso de cada uno con sus respectivas clasificaciones	Informes técnicos y fotos de los mismos	Permanente durante el abandono
Derribo de pilotes	Generación de ruidos Generación de material de escombros y sólidos suspendidos	Contaminación del agua y aire Afectación del ecosistema marino-costero	Asegurarse de que los residuos no se vayan en la columna de agua. Seleccionar un lugar de almacenamiento temporal de los restos de concreto y acero	Tamaño del área seleccionada para servir de almacenamiento temporal	Fotos e informes técnicos	Permanente durante el abandono

PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA						
Objetivos: Entregar un informe donde se indique las actividades y medidas a seguir tras el cierre de la obra.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Adandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Desalojo del patio de acopio	Remanentes de desechos líquidos, sólidos y escombros.	Pérdida de vegetación del patio, contaminación del suelo, contaminación de agua por runoff, impacto visual.	Plantación de árboles una vez desalojado el patio, limpieza o retiro del suelo contaminado, retiro de escombros y desechos.	Estética del patio, olores del lugar.	Observación en el sitio, percepción visual y de olfato.	Una vez desalojado el patio.
Tráfico terrestre y marítimo por retiro de maquinaria	Derrame de aceites en mar, emisión de gases al aire, ruido en las vías.	Afecto a la calidad del agua, afecto a la calidad del aire, disturbio en las poblaciones de las vías.	Inspección del estado de los medios de transporte, mínimo de ruido admisible.	Calidad del agua, nivel de ruido.	Toma de muestras, medidores de ruido.	Durante el movimiento de maquinaria.
Derribo de pilotes	Escombros terminan en el fondo marino de la zona, Generación de ruido, partículas suspendidas en el aire.	Daño de los ecosistema marino de la zona, migración de especies, perturbación y problemas respiratorios en los pobladores.	Limpieza de fondo marino con buzos especializados, barreras de sonido, telones para focalizar las partículas en suspensión.	Cantidad de especies bentónicas del área, niveles de ruido, partículas en suspensión.	Buzos al final de la etapa de abandono, medidores de ruido, medidor de partículas en el aire.	Fin de la etapa de abandono.

PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS						
Objetivos: Comprende las medidas, estrategias y tecnologías a aplicarse en el proyecto para restablecer la cobertura vegetal, garantizar la estabilidad y duración de la obra, remediar los suelos contaminados, entre otras actividades.						
Lugar de aplicación: Comuna "Subida Alta"						
Etapa: Construcción						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Hincado de pilotes	Reducción de especies marinas, uso de suelo	Afectación a la salud, disminución de hábitat marina, alteración de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo	Realizar pequeñas reservas en forma de criadero donde las especies están protegidas, y cuando exista un número de especies considerable, liberar estas especies para que puedan estar en su hábitat. Realizar bombeos de agua a ciertas profundidades del suelo con la finalidad evitar la licuefacción y mejorar las propiedades mecánicas del suelo.	Número de especies en cría, estudios de suelo y de sus propiedades mecánicas.	Realizar un conteo de las especies que existen en las reservas, y de cuentas fueron capaces de resistir su hábitat natural. Revisar los informes geotécnicos con la finalidad de verificar la capacidad contante del suelo, y si el nivel freático del agua está muy elevado.	6 meses
Construcción del muelle	Comodidad de los usuarios	Obstrucción de vías, disminución de área de actividad productiva, generación de residuos sólidos, afectaciones a la comunidad debido al ruido	Realizar nuevas rutas de circulación, con la finalidad de evitar estancamientos. Realizar actividades de limpieza y eliminación de residuos.	Rutas de circulación, técnicas de limpieza	Verificar si las medidas de las rutas de circulación son las mejores para la de los habitantes, como para la de la construcción en si. Realizar inspecciones del material de limpieza y de la técnica usada para ejecutar la misma.	1 semana
Etapa: Operación						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Tránsito de pasajeros	Presencia de desechos	Aumento de basura, contaminación del agua, daño a especies, disminución del turismo por la contaminación visual, afectaciones a comerciantes	Colocar depósitos de basura a lo largo de muelle con la finalidad de que los turistas no arrojen basura hacia el mar. Realizar limpiezas constantes (cada 3 días) del muelle por parte de una empresa de limpieza o delegada por la casa comunal.	Colocación de depósitos de basura, calidad de limpieza del muelle.	Verificar si la limpieza del sitio se ha efectiva por un delegado de cabecera comunal, con la finalidad de que se sigan los protocolos establecidos. Ver si los depósitos de basura se encuentran bien ubicados a lo largo de muelle, y si estos cumplen con la finalidad propuesta.	1 semana
Etapa: Abandono						
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medio de Verificación	Plazo (meses)
Derribo de pilotes	Propiedades mecánicas el suelo, Presencia de desechos.	Incremento de desechos en el fondo marino, daño al ecosistema bentónico, cambios en las propiedades mecánicas del suelo.	Conocer es estado en que el se encuentra el suelo cuando se haya finalizado el retiro de los pilotes, o si en el peor de los casos se tenga que dejar los pilotes colocados, por pérdida de las propiedades mecánicas del suelo.	Capacidad del suelo.	Realización de estudios geotécnicos pra conocer el estado de suelo, en cuanto a su propiedades físicas y geotécnicas.	2 meses