



Universidad de Guayaquil

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACION PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO CIVIL

HIDRÁULICA

**ESTUDIO DE TRANSPORTE DE LITORAL EN LA ZONA DE
IMPLANTACIÓN DE LA ESTACION DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD
PORTUARIA DE GUAYAQUIL (APG).**

AUTORES: ERICKA FERNANDA ORTIZ CAICEDO
GEORGE STEVEN PRIAS SAMANIEGO

TUTOR: ING. CORAPI PIETRO, MSc

GUAYAQUIL, MARZO 2021

Agradecimiento

Primero le doy gracias a DIOS que bajo su misericordia permitió que se cumpliera esta meta anhelada, gracias a mi mama Marcia Caicedo Ayovi ya que es un pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me ha dado todo o que soy como persona , mis valores mis principios, mi perseverancia y empeño.

A mi compañero de tesis, George Prias Samaniego por su amistad y el esfuerzo al realizar este trabajo de titulación.

De manera especial le agradezco al ing. Corapi Pietro, Msc por el apoyo.

Ericka Fernanda Ortiz Caicedo

Agradecimiento

Le agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa muy importante de mi vida y por darme a la oportunidad de poder conocer gente de calidad en lo que fue esta etapa, tanto como docentes y compañeros por lo que me llevo muchas vivencias, anécdotas y experiencias.

También le agradezco a mi familia quien siempre fue un pilar fundamental en esta vivencia universitaria. A mi madre Magdalena Samaniego, mi padre Pedro Prias, les doy las gracias encarecidamente por ser posible este sueño, que gracias al apoyo incondicional de ellos se hizo realidad.

A mi compañera Ericka Ortiz por ser esa amiga incondicional en todo momento hasta el trabajo de titulación, ¡gracias! también a mi tutor el Ing. Pietro Corapi quien nos acompañó en esta última etapa, gracias por su dedicación en nosotros.

George Steven Prias Samaniego

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi mama, a mi hijo Joao Alexander Plata Ortiz por ser mi inspiración para llegar a lograr el objetivo propuesto; para mis hermanos Marco Ortiz y José Luis Caicedo porque sé que este triunfo les orgullece, de la misma manera yo estoy orgullosas de ellos. Para Neyson Batioja, que ha estado durante todo este proceso académico dándome su apoyo moral y sus mejores deseos.

A mi familia en general que siempre estuvieron apoyándome.

Ericka Fernanda Ortiz Caicedo

Dedicatoria

Este presente trabajo es dedicado a cada uno de los miembros de mi familia, mi madre Magdalena Samaniego, mi padre Pedro Prias, mis hermanos, compañeros muy cercanos que estuvieron en todo momento y en cada situación

Y todas aquellas personas que creyeron en mí en todo momento pesen a las dificultades que se ponían en el camino.

George Steven Prias Samaniego

Declaración Expresa

**Art. XI del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias
Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.**

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y el Patrimonio Intelectual de la Universidad de Guayaquil.



Ericka Fernanda Ortiz Caicedo
C.I:0930225099



George Steven Prias Samaniego
C.I:0954271763



Firmado electrónicamente por:
**DAVID OMAR
STAY COELLO**

ING. DAVID STAY C. MSc.

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**MANUEL IGNACIO
GOMEZ DE LA TORRE
GOMEZ**

ING. MANUEL GOMEZ DE LA TORRE MSc.

Vocal



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN EDUARDO
ALMENDARIZ
RODRIGUEZ**

ING. CHRISTIAN ALMENDARIZ R. M.Sc.

Vocal

NOMBRE: PRIAS SAMANIEGO GEORGE STEVEN

Tribunal de Graduación

★ ★ ★ ★



Firmado electrónicamente por:
**DAVID OMAR
STAY COELLO**

ING. DAVID STAY C. MSc.

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
**MANUEL IGNACIO
GOMEZ DE LA TORRE
GOMEZ**

ING. MANUEL GOMEZ DE LA TORRE MSc.

Vocal



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN EDUARDO
ALMENDARIZ
RODRIGUEZ**

ING. CHRISTIAN ALMENDARIZ R. M.Sc.

Vocal

NOMBRE: ORTIZ CAICEDO ERICKA FERNANDA

Tribunal de Graduación



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE- TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

I

Guayaquil,

Ingeniero

Javier Córdova Rizo, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA CIVIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“ESTUDIO DE TRANSPORTE DE LITORAL EN LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA ESTACION DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE GUAYAQUIL (APG),”** del (los) estudiante (s) **Ericka Fernanda Ortiz Caicedo y George Steven Prias Samaniego**, indicando que ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C.: 0962440715

FECHA: 03/03/2021



Firmado electrónicamente por:
PIETRO CORAPI



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

ESCUELA/CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Habiendo sido nombrado **Ing. Pietro Corapi, M.Sc.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por ERICKA FERNANDA ORTIZ CAICEDO C.I. 0930225099 Y GEORGE STEVEN PRIAS SAMANIEGO C.I. 0954271763, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de: INGENIERO CIVIL.

Se informa que el trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE TRANSPORTE DE LITORAL EN LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA ESTACION DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE GUAYAQUIL (APG).”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (Urkund) quedando el 9% de coincidencia.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	TESIS ORTIZ PRIAS.pdf (D96942150)
Submitted:	3/2/2021 5:11:00 AM
Submitted By:	ericka.ortizc@ug.edu.ec
Significance:	9 %

<https://secure.arkund.com/old/view/92522941-241815-395356#FY3BCglxDET/peeHNGnTJvsr4kEWIR7cyx7FzfzCPMLMEOZT3mfZrIRSVkyEUVa0oN/YtIYWmtJTwYyKoo21NCBTloIX5oxmMzGzOt4xQU3fOBOCKFEIzoxilHrZvU61nPt92N/IK1eqk8Xqz3X1foM/f4A>

ING. PIETRO CORAPI, M.SC.
C.C.: 0962440715
FECHA: 03/03/2021



Firmado electrónicamente por:
PIETRO CORAPI

ANEXO VIII. - INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA/CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Guayaquil, 10 de Marzo del 2021

Ingeniero
Javier Córdova Rizo, MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación

Titulación "ESTUDIO DE TRANSPORTE DE LITORAL EN LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA ESTACION DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE GUAYAQUIL (APG)," del o de los estudiante (s) ERICKA FERNANDA ORTIZ CAICEDO Y GEORGE STEVEN PRIAS SAMANIEGO. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 22 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

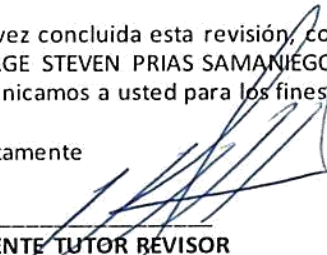
El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el (los) estudiante (s) ERICKA FERNANDA ORTIZ CAICEDO Y GEORGE STEVEN PRIAS SAMANIEGO está (n) apto (s) para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente


DOCENTE TUTOR REVISOR
C.C. 0913529608

FECHA: 10/03/2021

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE
Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo / Nosotros, Ortiz Caicedo Ericka Fernanda / Prias Samaniego George Steven, (nombre (s) del/ de los

estudiantes), con C.I. No. 0954271763; 0930225099 certifico/amos que los contenidos

desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "ESTUDIO DE TRANSPORTE DE LITORAL EN LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA ESTACION DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE GUAYAQUIL (APG)"

son de mi/nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo/amo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.



Ortiz Caicedo Ericka Fernanda

C.I. No. 0930225099



Prias Samaniego George Steven

C.I. No. 0954271763

INDICE GENERAL

CAPITULO I

Generalidades

1.1. Introduccion	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Ubicación Y Condiciones Actuales.....	2
1.4. Planteamiento Del Problema.....	4
1.5. Justificación Del Proyecto.....	5
1.6 Delimitación Del Tema.....	6
1.7. Objetivos.....	6
1.7.1. Objetivo General.....	6
1.7.2. Objetivos Específicos.....	6

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1. Clima Marítimo.....	7
2.1.1. Definición De Viento.....	7
2.2. Condiciones Oceanográficas.....	8
2.2.1. Mareas.....	8
2.2.2. Clases De Mareas.....	8
2.2.2.1 Mareas Vivas O De Sicigias.....	10
2.2.2.2 Mareas Muertas O De Cuadratura.....	10
2.2.2.3. Mareas Diurnas.....	11
2.2.2.4. Mareas Semiduras.....	11
2.2.2.5 Mareas Mixtas.....	11
2.2.2.6. Marea Pleamar.....	12
2.2.2.7. Marea Bajamar.....	12
2.3. Corrientes.....	15
2.3.1. Corrientes Longshore Y Cross-Shore.....	15
2.3.2. Corrientes Longshore.....	15
2.3.3. Corrientes Cross-Shore.....	15
2.4. Ola.....	16
2.4.1 Oleaje.....	18

2.5 Teoría De Ondas.....	19
2.6. Aproximación A La Costa.....	20
2.7. Ola Rompiente.....	21
2.8. Características Meteorológicas.....	23
2.8.1 Viento.....	23
2.8.2. Precipitaciones.....	25
2.9. Distribución Granulométrica.....	26
2.9.1. Curva Granulométrica.....	26
2.9.2. Clasificación Del Suelo (Sucs).....	27
2.10. Características Generales De La Playa.....	28
2.10.1 Transporte Del Litoral.....	29
2.10.1.1 Transporte Longshore.....	30
2.10.1.2. Transporte Onshore-Offshore.....	30
2.10.1.3. Método Empírico De Galvin.....	30
2.10.1.4. Método Del Shore Protección Manuel.....	32
2.10.1.5. Método Del Coeficiente De Komar.....	34
2.11. Morfologías De Las Playas.....	37
2.11.1. Perfil De Las Playas.....	38
2.11.2. Perfil Disipativo.....	38
2.11.3. Perfil Reflejante.....	39
2.12. Velocidad De Caída Del Sedimento.....	40
2.13. Método De Medición De Corrientes Costeras.....	41
2.13.1. Obtención De Corrientes A Través De Método De Lagrange (Veletas).....	42

CAPITULO III

Metodología

3.1 Esquema De Metodología.....	43
3.2 Trabajo De Campo.....	44
3.2.1. Medición De Las Características Climáticas.....	44
3.2.2. Corriente Del Litoral.....	46
3.2.3. Olas Y Periodo.....	47
3.2.4. Pendientes De Playas.....	47
3.3. Altura De Olas.....	48
3.3.1 Corriente Del Litoral.....	48
3.3.2. Transporte Del Litoral.....	49
3.4. Método Para Determinación De Corriente Lagrange (Veleteo).	

CAPITULO IV

Caracterización Climática

4.1. Oleaje.....	52
4.1.1 Altura De La Ola.....	52
4.1.2. Altura De La Ola Significativa.....	56
4.1.3. Periodo De Ola.....	57
4.1.4. Tipo De Ola.....	59
4.2. Corriente Del Litoral.....	60
4.3. Corriente Del Litoral Superficial Y Sub Superficial.....	62

CAPÍTULO V

Resultados

5.1. Transporte Del Litoral.....	66
5.2. Estimación Y Comparación de Corriente Longshore y Corriente Offshore-Onshore	71

CAPÍTULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones.....	72
6.2 Recomendaciones.....	73

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación De La Zona De Estudio casa de Practico de la Autoridad Portuaria De Guayaquil.....	3
Ilustración 2: Ciclo de la marea.....	8
Ilustración 3: Fases de la luna.....	9
Ilustración 4: Registros De Mareas – Pleamar Y Bajamar, Data Posorja.....	12
Ilustración 5: Mareas Anuales Periódicas, Data Posorja.....	13
Ilustración 6: Predicción diaria de mareas de Data Posorja del año 2021, Primer Trimestre.....	14
Ilustración 7: Tipos de Olas.....	17
Ilustración 8: Tipos De Olas Y Niveles De Energía.....	19
Ilustración 9: Teoría De Ondas.....	20
Ilustración 10: Tipos de olas rompiente.....	22
Ilustración 11: Velocidad media (m/s) estación del INOCAR.....	25
Ilustración 12: Clasificación de suelos.....	27
Ilustración 13: Clasificación de suelos.....	28
Ilustración 14: Ábaco del Comportamiento del Transporte de Sedimentos.....	31
Ilustración 15: Partes que Componen una Playa.....	37
Ilustración 16: Esquema de Perfil de Playa Disipativa.....	38
Ilustración 17: Esquema Perfil de Playa Reflejante.....	39
Ilustración 18: Correlación de C_D contra el número de Reynolds.....	41
Ilustración 19: Veletas superficiales y sub-superficiales.....	42
Ilustración 20: diagrama empleado en el trabajo de titulación.....	43
Ilustración 21: ubicación de estaciones de la toma de características climáticas.....	44
Ilustración 22: Modelo Digital de la Superficie de la Zona de Estudio.....	45
Ilustración 23: Demostración grafica del procedimiento.....	46
Ilustración 24: Secuencia del Método Empleado para el Cálculo del Transporte de Sedimentos Según (KOMAR).....	50
Ilustración 25: Secuencia del Método Empleado para el Cálculo del Transporte de Sedimentos Según (CERC).....	50
Ilustración 26: Método Langragiano: (a) colocación del peso muerto; (b) preparación para la siembra; (c) veleta posicionada.....	51
Ilustración 27: Altura de la Ola Promedio de la Estación E01.....	53
Ilustración 28: Altura de la Ola Promedio de la Estación E02.....	54
Ilustración 29: Alturas Promedio de las Olas en las dos Fases de las Estaciones.....	55
Ilustración 30: Frecuencias de Altura de Olas.....	56
Ilustración 31: Periodo de Olas Promedio de todas las Estaciones.....	58
Ilustración 32: Corriente del litoral por cada toma de datos.....	60
Ilustración 33: Corrientes superficiales (veleta 1y2).....	65

Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas Geográficas (UTM).....	3
Tabla 2: Clasificación de la zona en donde se encuentra la ola según la profundidad relativa.....	21
Tabla 3: Valores del número de Iribarren para los distintos tipos de rotura.....	23
Tabla 4: Coordenadas de la Estaciones de medición de las características climáticas (UTM).....	45
Tabla 5: Características generales de Oleaje.....	52
Tabla 6: Altura de ola promedio en base a los datos de campo.....	55
Tabla 7: Frecuencias de las alturas de las olas.....	57
Tabla 8: Periodo de la ola promedio de los registro de campo.....	58
Tabla 9: Tipo de ola registrada en las estaciones E01 y E02.....	59
Tabla 10 : Promedio de corriente del litoral de cada estación por cada toma de datos.....	61
Tabla 11: Corriente del litoral promedio calculadas de las estaciones E01y E02.....	61
Tabla 12: Corrientes Superficiales veleta1 y veleta 2.....	62
Tabla 13: Corrientes sub-superficiales veleta1 y veleta 2.....	63
Tabla 14: Parámetros generales para el cálculo del transporte del litoral.....	66
Tabla 15: Resultados del transporte del litoral por el método de KOMAR en fase lunar sicigia.....	67
Tabla 16: Resultados del transporte del litoral por el método de Komar en fase lunar cuadratura.....	67
Tabla 17: Resultados del transporte del litoral método de KOMAR Q_s ($m^3/año$).....	68
Tabla18: Resultados del transporte del litoral por el método CERC en la fase de sicigia.....	69
Tabla 19: Resultados del transporte del litoral por el método CERC en la fase de cuadratura.....	70
Tabla 20: Promedios de Corrientes longshore y corriente offshore-onshore.....	71



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Título del Trabajo de Titulación: “ESTUDIO DE TRANSPORTE DE LITORAL EN LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA ESTACION DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE GUAYAQUIL (APG).”

Autor(es): Ericka Fernanda Ortiz Caicedo
George Steven Prias Samaniego

Tutor: ING. Pietro Corapi, Msc.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo general llevar a cabo un estudio de transporte del litoral en la zona adyacente a la casa de prácticos de la Autoridad Portuaria De Guayaquil (APG), en época húmeda con énfasis de conocer el proceso de transporte de sedimento del área. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación (FCI) de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas denominado “Caracterización de clima marítimo en la zona de costa del muelle de prácticos de la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG)”. El sedimento se mueve en el espacio y el tiempo de forma continua a causa de unos agentes impulsores: las corrientes marítimas. Dichas corrientes pueden ser inducidas por oleaje, mareas, vientos o gradientes de temperatura, entre otros. El presente trabajo, se centrará en el transporte del litoral o sedimentos, este modo de transporte puede agruparse en transporte de fondo o en transporte de suspensión, generalmente el más importante. Aquellos procesos por el cual el sedimento inicia su movimiento han sido discutidos por varios autores, llegando a la conclusión de que este se realiza cuando la velocidad del fluido es superior a las condiciones iniciales del movimiento atendiendo estas al tamaño de grano del sedimento. Aplicando la metodología de (GALVIN, 1972), (KOMAR, 1976) y (CERC, 1984) para la determinación del caudal del transporte de sedimento, se realizaron mediciones en campo y revisión bibliográfica que permitieron analizar: Caracterización de las olas, corriente del litoral, transporte del litoral y Método Lagrange (veleteo) para determinación de corriente. A partir del análisis de esta información se determinaron de manera cuantitativa el transporte del litoral expresado en $m^3/año$ en la fase de sicigia y cuadratura.

PALABRAS CLAVES: OCEANOGRÁFICA, SEDIMENTO, OLAS, TRANSPORTE, LITORAL.



SUMMARY OF THE WORK OF TITULACIÓN (ENGLISH)

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Title Of Degree Work Carried Out: "STUDY OF COASTAL TRANSPORT IN THE AREA OF IMPLANTATION OF THE STATION OF PILOTS OF THE PORT AUTHORITY OF GUAYAQUIL (APG)."

Authors: Ericka Fernanda Ortiz Caicedo
George Steven Prias Samaniego

Advisor: ING. Pietro Corapi, MSC.

ABSTRACT

The general objective of this degree work is to carry out an analysis of the meteorological variables in the pilot house of the Guayaquil Port Authority (APG), in the wet season with emphasis on knowing the sediment transport process of the area. This work is part of the research project (FCI) of the Faculty of Mathematical and Physical Sciences called "Characterization of the maritime climate in the coastal area of the pilot dock of the Guayaquil Port Authority (APG)". Sediment moves through space and time continuously due to drivers: ocean currents. These currents can be induced by waves, tides, winds or temperature gradients, among others.. This work will focus on coastal or sediment transport, this mode of transport can be grouped into bottom transport or suspension transport, generally the most important. Those processes by which the sediment begins its movement have been discussed by several authors, reaching the conclusion that this is carried out when the speed of the fluid is higher than the initial conditions of the movement, taking into account the grain size of the sediment. Applying the methodology of (GALVIN, 1972), (KOMAR, 1976) and (CERC, 1984) for the determination of the sediment transport flow, measurements were made in the field and bibliographic review that allowed to analyze: Characterization of waves, coastal current, coastline transport and Lagrange method (veleteo) for current determination. From the analysis of this information, the coastal transport expressed in m³/year in the syzygy and quadrature phase was quantitatively determined.

KEY WORDS: OCEANOGRAPHIC, SEDIMENT, WAVES, TRANSPORT, COASTLINE.

ABREVIATURAS

APG	Autoridad Portuaria de Guayaquil
INOCAR	Instituto Oceanográfico De La Armada
MWL	Middle Wáter Level
SWL	Still Water Level
CERC	Coastal Engineering Research Center
SUCS	Sistema Unificado De Calificación De Suelos

SIMBOLOGIA

[m]	Unidad lineal - metros
[cm]	Unidad lineal – centímetros
[mm]	Unidad lineal – milímetros
[s]	Unidad de tiempo – segundos
[T]	Unidad de peso gravitacional – toneladas
[Kg]	Unidad de peso masa – Kilogramos
[m ²]	Unidad de área - metros cuadrados
[m/s]	Unidad de velocidad - metros sobre segundos
[m/s ²]	Unidad de aceleración – metros sobre segundos cuadrados
[m ³ /año]	Unidad de transporte de volumen - metros cúbicos por año
[m ³ /s]	Unidad de transporte de volumen - metros cúbicos por segundos
[J/m ²]	Unidad de energía - Joule sobre metros cuadrados
[Kg/m ³]	Unidad de densidad - Kilogramos sobre metros cúbicos
[T/m ³]	Unidad de peso específico - Toneladas sobre metros cúbicos
[°]	Unidad angular - grados
[%]	Porcent

CAPITULO I

Generalidades

1.1. Introducción

El presente trabajo de titulación se enfoca en el estudio del transporte del litoral y su clasificación, en la zona de implantación de la estación de prácticos de la Autoridad Portuaria De Guayaquil (APG).

En este proyecto se expone un proceso de calificar el tipo de sedimento que se presenta en el área de estudio; debido a la incidencia de las acciones naturales (clima oceánico, olas, fuertes vientos, corrientes oceánicas y mareas).

El Ecuador como zona costera, se ha convertido en un país con mayor participación de las actividades económicas y comerciales de los puertos, ya que una gran parte de la población depende en gran medida de las actividades costeras y el transporte marítimo. Y a su vez las costas Ecuatorianas se han visto afectadas y ha sufrido por la acción de factores climáticos, haciendo de esto que no funcione en su máxima operatividad.

Puesto a que existe la necesidad de efectuar intercambios comerciales por vía marítima, se origina la necesidad de implementar estructuras portuarias (puertos y elementos de protección).

Bajo estas condiciones, con el fin de realizar diversas operaciones y brindar ciertos servicios o instalaciones, la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG) se estableció en 1958 bajo la Ley del Estado de Emergencia (APG, 2020) siendo uno de los servicios implementados. Desde la instalación portuaria hasta la terminal portuaria del puerto de Guayaquil, se construyó la casa de prácticos ubicada en la zona de la playa Data Posorja.

Una de las finalidades de desarrollar el estudio, es conocer las condiciones oceanográficas para desarrollar los perfiles de playa e identificar la cantidad de transporte de sedimentos debido por la acción de corrientes, olas y vientos.

1.2. Antecedentes

Desde siempre las zonas costeras han traído la atención del ser humano, por lo que grandes ciudades de la antigüedad se encontraban ubicadas en puertos naturales.

Guayaquil, desde la época de la Colonia, fue uno de los puertos marítimos y fluviales más importantes de América del Sur por su privilegiada ubicación geográfica, su comercio y sus varaderos.

1.3. Ubicación y Condiciones Actuales

Data Posorja, es una localidad ubicada al suroeste de la Provincia del Guayas, en Ecuador. Situada a 17 km de General Villamil Playas, cuenta con una población aproximada a 2.000 Habitantes siendo el turismo su mayor entrada económica refleja sus alzas de ingresos en Carnaval.



Ilustración 1: Ubicación De La Zona De Estudio casa de Practico de la Autoridad Portuaria De Guayaquil

La Casa de Prácticos está ubicada en la vía Data Posorja perteneciente al Cantón Playas. El área total del terreno es 24056.73m². El muelle tiene un área aproximada de 524.824 m². El proyecto consta de las siguientes coordenadas geográficas, planteadas en la **Tabla 1** las mismas que fueron determinadas al momento de realizar el debido levantamiento planimétrico.

Tabla 1: Coordenadas Geográficas (UTM)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM		
1	576336.73E	9699995.73S
2	576353.63E	9699989.36S
3	576444.37E	9699879.01S
4	576345.62E	9699809.74S
5	576196.20E	9699909.79S
6	576168.85E	9699890.63S
7	576311.36E	9699781.66S
8	576161.95E	9699718.24S
9	576057.27E	9699995.73S
10	576228.84E	9699667.84S

Elaborado por: E. Ortiz. / G.Prias.

1.4. Planteamiento del Problema

La Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG) tiene más de seis décadas al servicio del país, es un facilitador de productos importados y exportados del Ecuador. Consciente de las necesidades que se van incrementando a lo largo del tiempo en las actividades costeras, se ha proporcionado el aumento en su estructura y capacidad de cargas.

El presente trabajo de titulación se enmarca en el ámbito del proyecto de investigación (FCI) de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas denominado “Caracterización de clima marítimo en la zona de costa del muelle de prácticos de la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG)”.

El tema del presente trabajo de tesis se enfoca en el estudio del transporte de litoral en la zona de implantación de la estación de prácticos de la Autoridad Portuaria De Guayaquil (APG).

Es necesario levantar las magnitudes de las variables climáticas y marinas involucradas en el proceso objeto de estudio para en fin determinar cuantitativamente el volumen de sedimentos transportados en la unidad de tiempo fijada para el estudio.

El estudio de transporte de sedimentos permite la valoración cuantitativa y cualitativa del activo de movimientos de sedimentos al arrastre de un fluido. Este estudio permite estimar si en el tramo a evaluar ocurre erosión, sedimentación, para determinar volumen y tamaños de materiales q son arrastrados y almacenados ya que esto daría un aminoramiento en las embarcaciones, trayendo una reducción en aforos de barcos

siendo de esta manera afectando el sector importador y exportador del Ecuador ya que estos son fuentes de ingresos para la económica de País.

1.5. Justificación del Proyecto

La zona costera o litoral, es considerada como una zona de interacción y transición entre ambiente marino y terrestre. Los procesos costeros operan en esta zona y son de gran influencia en el desarrollo de las actividades del hombre como pesca, industrias, puertos, actividades agropecuarias y turismo.

Las playas son elementos dinámicos de la costa, sino que cambia su configuración, perfil y planta, a lo largo del tiempo debido a la acción de diferentes factores como vientos, oleaje y corriente entre otras.

Una playa, cuando su proceder solo está condicionado por agentes y medio natural sin coacciones de origen humano la podemos denominar en estado natural, o aquellas que han tenido actuación humana en su modelado. Para que el funcionamiento dinámico de las playas sea el adecuado a grandes rasgos deben tomarse varias condiciones:

1. La existencia de una fuente parmente que aporte los sedimentos que las forman.
2. La libertad para que los sedimentos (arena o grava) se puedan mover a lo largo de la costa, y también en sentido transversal a la orilla, dentro del perfil de la playa.

Además, el funcionamiento dinámico de las playas es inadecuado cuando no existe una fuente estable de sedimentos que alimente al sistema, y si existen barreras que impiden el libre transporte sólido litoral.

1.6 Delimitación del Tema

En el presente proyecto se analizará la información que será obtenida en el campo, y los análisis respectivos que entran en el área de estudio del litoral así tomando en cuenta todos los parámetros estimados en el área de hidráulica, oleaje y movimiento de sedimento.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General.

Evaluar el transporte de litoral en la zona de implantación de la estación de prácticos de la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG).

1.7.2. Objetivos Específicos.

- Medir, en sitio, las variables marítimas (corriente, altura de ola y periodo de ola)
- Elaborar estadísticamente los datos medidos, para obtener los parámetros representativos del proceso de transporte de sedimentos.
- Determinar cuantitativamente, la magnitud del trasporte de sedimentos, aplicando el método de KOMAR y CERC.

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1. Clima Marítimo

El clima marítimo se define por la descripción estadística de la variación en el dominio temporal de los estados marinos en un área determinada. Específicamente, el estado del mar se define por un conjunto de variables geofísicas como alturas de olas, dirección de flujo, promedio de las olas, la duración, la variación del nivel del mar por mediadores, y la velocidad de viento (Menéndez, Méndez Incera, Losada, Medina, & Abascal, 2004).

2.1.1. Definición de Viento.

El viento es un fenómeno meteorológico, producido por causas naturales como la rotación y traslación de la tierra. Esto también se conoce como flujo de aire a gran escala y busca constantemente una situación de equilibrio. La fuerza, la temperatura y la humedad son las principales características de los vientos. (Hoti, 2010)

El aire frío tiende a desplazarse hacia abajo, mientras que el aire caliente sube. Estas áreas pueden tener miles de kilómetros cuadrados de tamaño y se denominan áreas de huracanes y de alta presión.

En resumen, el viento no es más que el movimiento de masas desde la superficie hacia el área de la atmósfera, también conocida como troposfera. (Pino , 2010)

2.2. Condiciones Oceanográficas

2.2.1. Mareas.

Las mareas son los movimientos periódicos de subida y bajada del agua del mar, la causa de las mareas es la atracción gravitacional que ejercen la luna y el sol. El efecto de la luna es mayor, aunque la luna es mucho más pequeña que el sol debido a la proximidad de la luna a la tierra en comparación con la distancia entre la tierra y el sol. (Merdereros Martin , 2009)

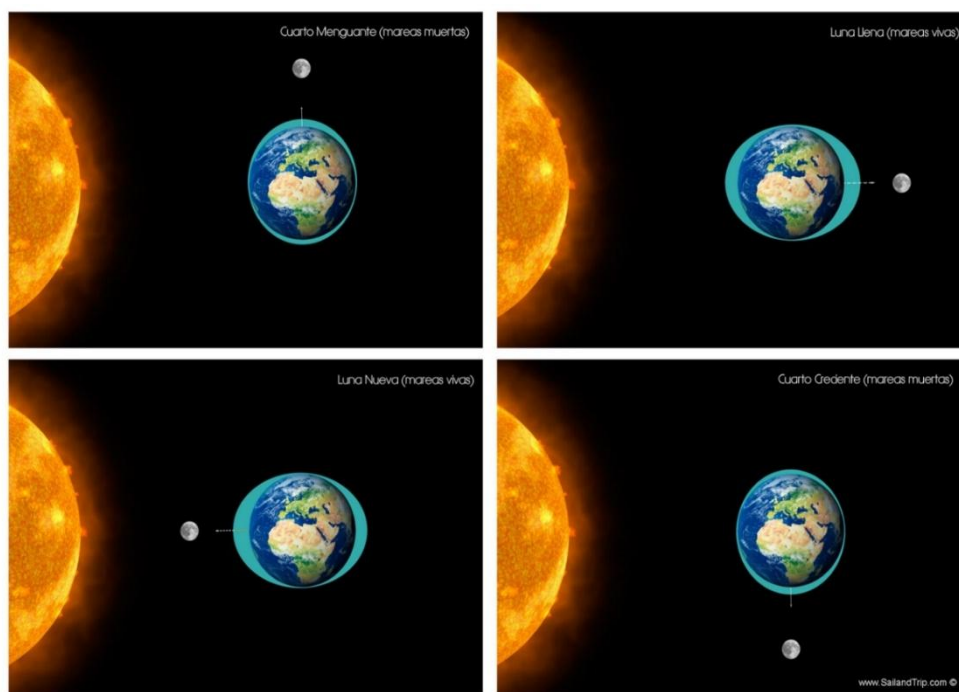


Ilustración 2: Ciclo de la marea

Fuente: (Merdereros Martin , 2009)

2.2.2. Clases de Mareas.

Como la causa de las mareas es la atracción gravitacional que ejercen la luna y el sol, la situación relativa de estas dos estrellas en relación a la tierra en un momento

dado hará que se acumulen sus respectivas atracciones, dando lugar a mareas más pronunciadas de lo habitual, o por el contrario puede provocar que las respectivas atracciones se compensen parcialmente; dando como resultado mareas menos pronunciadas de lo normal. Por tanto, que la altura máxima que alcanzara el agua (marea alta) en un día determinado esté relacionada de alguna manera con la fase en la que se encuentra la luna. Además, que la luna y el sol en la esfera celeste no están exactamente en el mismo plano y cada una de estas estrellas tarda un tiempo diferente en viajar en su órbita (un año para el sol y un mes para la luna). Habrá ocasiones en que la suma de ambas atracciones sea más efectiva o la compensación de ambas sea más completa. Así, se distingue las mareas altas (Merdereros Martin , 2009).



Ilustración 3: Fases de la luna
Fuente: (Merdereros Martin , 2009)

2.2.2.1 Mareas Vivas o de Sicigias.

Ocurren cuando el Sol, la Luna y la Tierra están alineados. Es decir ocurren cuando hay luna llena o luna nueva. En el primer caso (luna llena) se le llama oposición, el Sol y la Luna están en oposición a la Tierra; mientras que cuando ocurre con Luna nueva se llama conjunción, el Sol y la Luna están en relación a la Tierra; en ambos, las fuerzas de marea ejercidas por la Luna y el Sol se suman, alcanzando mareas altas y bajas.

Cuando la Luna nueva o llena ocurre durante los equinoccios de primavera y otoño, la alineación es mayor y la declinación del Sol es cero; en consecuencia, la suma de las atracciones es más eficiente, produce las mareas primaverales más intensas. Además, el carácter elíptico de la órbita lunar significa que la distancia de la Tierra a la Luna no es constante. De esta forma, las mareas serán más fuertes cuando la Luna esté más cerca.

2.2.2.2. Mareas Muertas o de Cuadratura.

Son mareas con menor intensidad, ocurren cuando el sistema Tierra-Sol-Luna cruza en posiciones, es decir aparecen cuando la Luna está en el último cuarto menguante o cuarto creciente posteriormente la atracción gravitacional de la luna y el sol se compensa parcialmente.

Existe en algunos lugares un retraso entre la fase de la luna y la influencia de las mareas; en el mar del norte las mareas vivas y muertas ocurren dos días después de una luna llena o nueva o de una subida o una bajada respectivamente, este período de tiempo se llama la era de las mareas.

Si se asume temporalmente que toda la superficie de la tierra está cubierta con una capa uniforme de agua, la profundidad es igual en todos los puntos, por lo que no hay suelo sólido y se olvida los efectos dinámicos (inercia de agua).

Entre dos mareas una alta y la otra baja cuando la declinación magnética de la luna es cero (y por tanto, justo por encima del Ecuador), la amplitud máxima teórica de la marea se obtendrá en el Ecuador, y podemos estimar que será inferior a 1 metro.

Dos mareas altas, una en el punto sublunar (el punto directamente debajo de la luna) y la otra en el punto diagonal (el punto en la tierra opuesto al final de la luna), por lo que se concluye, que cuando la luna está en el meridiano la tierra tendrá marea alta (Merdereros Martin , 2009).

2.2.2.3. Mareas Diurnas.

Se trata de mareas, caracterizadas por las posiciones geográficas del planeta con latitudes bajas, donde solo se produce una marea alta (marea alta) y una marea reflujo (reflujo) en el transcurso de un día (Salazar Cueva, 2014).

2.2.2.4. Mareas Semiduras.

Son mareas, caracterizadas por dos máximas y dos mínimas con la misma altura durante el transcurso del día. También hay mareas irregulares durante el día y las alturas, valles de estas mareas son diferentes (Salazar Cueva, 2014).

2.2.2.5 Mareas Mixtas.

Cuando en unos casos aparecen las características del día y otras del mediodía (Macdonel Martinez , 2018).

2.2.2.6. Marea Pleamar.

También conocida como marea alta, se produce cuando el agua del mar alcanza su altura máxima durante el ciclo de las mareas (Esteban Chapapria, 2008).

2.2.2.7. Marea Bajamar.

También conocida como marea baja, es lo opuesto a la marea alta (Esteban Chapapria, 2008).

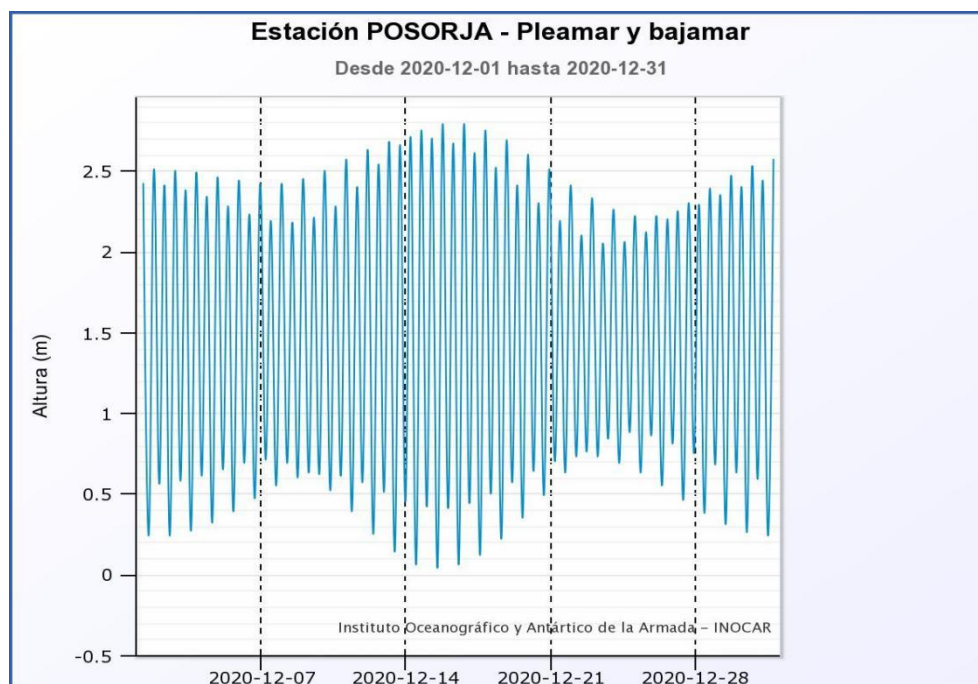


Ilustración 4: Registros De Mareas – Pleamar Y Bajamar, Data Posorja
Fuente: (Inocar, 2020)

El ciclo de las mareas es muy largo y muy complicado. Sin embargo, cabe señalar que las regiones de mareas cercanas a Ecuador suelen ser muy débiles, e INOCAR es la institución que mantiene los registros de mareas del país.

Estos registros permiten saber en qué intervalo de tiempo puede ocurrir marea baja y marea alta, o predecir cuándo habrá marea roja. Es muy importante establecer métodos de trabajo y predecir accidentes desde terminales.

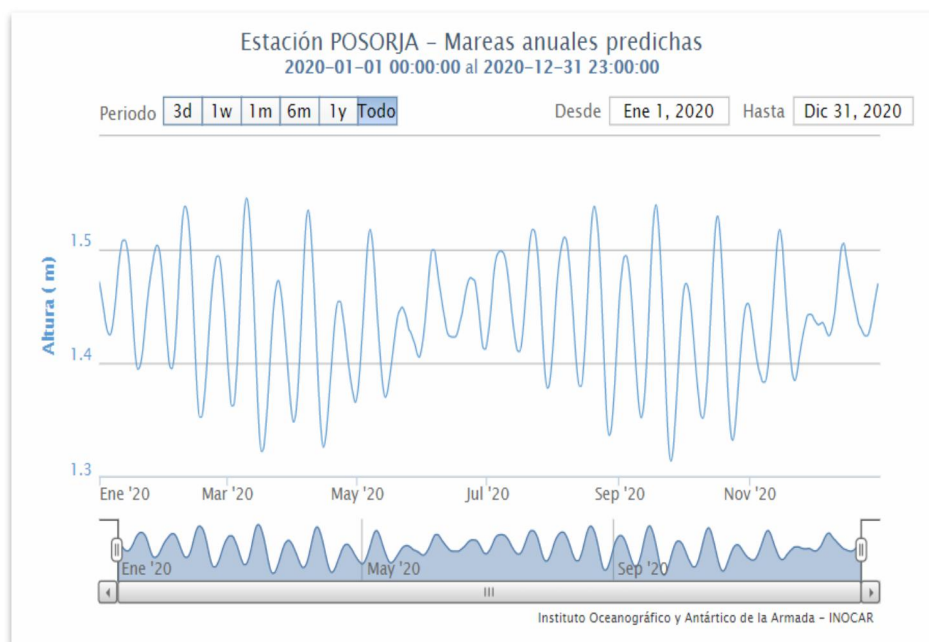


Ilustración 5: Mareas Anuales Periódicas, Data Posorja
Fuente: (INOCAR, 2000)

**TABLA II.- PREDICCIÓN DIARIA DE MAREAS EN EL ECUADOR
DATA DE POSORJA 2021**

ENERO						FEBRERO						MARZO					
DIA	HORA	ALT.	DIA	HORA	ALT.	DIA	HORA	ALT.	DIA	HORA	ALT.	DIA	HORA	ALT.	DIA	HORA	ALT.
hhmm	(m)	hhmm	(m)	hhmm	(m)	hhmm	(m)	hhmm	(m)	hhmm	(m)	hhmm	(m)	hhmm	hhmm	(m)	(m)
1	0528	2.2	16	0025	0.5	1	0037	0.4	16	0116	0.5	1	0544	2.5	16	0014	0.4
VI	1142	0.3	SA	0627	2.3	LU	0638	2.4	MA	0724	2.1	LU	1147	0.1	MA	0627	2.3
	1815	2.4		1230	0.2		1244	0.2		1318	0.4		1813	2.7		1218	0.4
				1905	2.4		1915	2.6		1940	2.3					1834	2.4
2	0012	0.6	17	0106	0.5	2	0120	0.4	17	0152	0.5	2	0018	0.3	17	0044	0.4
SA	0607	2.2	DO	0708	2.2	MA	0723	2.3	MI	0802	2.1	MA	0625	2.5	MI	0658	2.2
	1219	0.3		1309	0.3		1324	0.3		1354	0.6		1226	0.1		1249	0.5
	1853	2.4		1943	2.4		1957	2.5		2014	2.2		1851	2.7		1902	2.3
3	0051	0.6	18	0148	0.6	3	0206	0.4	18	0232	0.6	3	0100	0.2	18	0115	0.4
DO	0649	2.2	LU	0751	2.1	MI	0813	2.2	JU	0846	1.9	MI	0710	2.4	JU	0732	2.1
	1258	0.3		1348	0.4		1410	0.4		1435	0.7		1307	0.2		1322	0.6
	1935	2.4		2020	2.3		2042	2.4		2052	2.1		1932	2.6		1933	2.2
4	0136	0.6	19	0233	0.6	4	0259	0.5	19	0316	0.6	4	0145	0.3	19	0148	0.5
LU	0736	2.1	MA	0838	2.0	JU	0912	2.1	VI	0937	1.9	JU	0800	2.3	VI	0809	2.0
	1341	0.4		1431	0.6		1503	0.5		1526	0.9		1353	0.4		1359	0.7
	2020	2.4		2100	2.2		2134	2.3		2138	2.0		2017	2.4		2009	2.1
5	0227	0.6	20	0321	0.7	5	0359	0.5	20	0409	0.7	5	0235	0.4	20	0227	0.6
MA	0830	2.1	MI	0931	1.9	VI	1021	2.0	SA	1037	1.8		0858	2.2	SA	0854	1.9
	1430	0.4		1520	0.7		1610	0.7		1631	1.0		1448	0.6		1444	0.8
	2110	2.3		2144	2.1		2237	2.2		2235	1.9		2110	2.3		2052	1.9
6	0326	0.6	21	0415	0.7	6	0507	0.5	21	0513	0.8	6	0333	0.4	21	0314	0.6
MI	0932	2.0	JU	1032	1.8	SA	1141	2.0	DO	1147	1.8	SA	1005	2.1	DO	0949	1.9
	1527	0.5		1619	0.9		1732	0.8		1745	1.0		1559	0.8		1545	0.9
	2205	2.3		2235	2.0		2351	2.1		2343	1.8		2215	2.1		2148	1.8
7	0430	0.6	22	0513	0.7	7	0622	0.5	22	0621	0.7	7	0443	0.6	22	0416	0.7
JU	1044	2.0	VI	1140	1.8	DO	1303	2.0	LU	1301	1.8	DO	1124	2.0	LU	1055	1.8
	1635	0.6		1725	0.9		1856	0.8		1858	1.0		1725	0.9		1702	1.0
	2308	2.2		2334	1.9								2337	2.0		2259	1.8
8	0537	0.5	23	0614	0.7	8	0109	2.1	23	0054	1.8	8	0603	0.6	23	0531	0.8
VI	1201	2.0	SA	1249	1.8	LU	0735	0.5	MA	0725	0.7	LU	1249	2.0	MA	1210	1.8
	1749	0.7		1833	1.0		1416	2.1		1406	1.9		1855	0.9		1819	1.0
							2014	0.8		2002	0.9						
9	0015	2.2	24	0036	1.9	9	0220	2.1	24	0159	1.9	9	0104	1.9	24	0016	1.8
SA	0645	0.4	DO	0713	0.6	MA	0838	0.4	MI	0821	0.6	MA	0722	0.6	MI	0643	0.7
	1317	2.1		1352	1.9		1516	2.3		1458	2.1		1405	2.1		1321	1.9
	1904	0.7		1937	0.9		2119	0.6		2055	0.8		2015	0.8		1927	0.9
10	0121	2.2	25	0135	1.9	10	0321	2.2	25	0253	2.1	10	0218	2.0	25	0127	1.9
DO	0749	0.4	LU	0805	0.6	MI	0932	0.3	JU	0909	0.4	MI	0829	0.5	JU	0744	0.6
	1424	2.2		1444	2.0		1607	2.4		1541	2.3		1504	2.2		1419	2.1
	2014	0.7		2033	0.9		2210	0.6		2141	0.6		2115	0.6		2024	0.7
11	0224	2.2	26	0228	2.0	11	0412	2.3	26	0340	2.2	11	0316	2.1	26	0226	2.1
LU	0846	0.3	MA	0852	0.5	JU	1019	0.2	VI	0951	0.3	JU	0922	0.4	VI	0836	0.5
	1522	2.3		1529	2.1		1651	2.5		1621	2.4		1552	2.4		1506	2.3
	2117	0.6		2121	0.8		2254	0.5		2221	0.5		2202	0.5		2111	0.6
12	0321	2.3	27	0315	2.1	12	0457	2.3	27	0423	2.4	12	0404	2.2	27	0316	2.3
MA	0938	0.2	MI	0934	0.4	VI	1059	0.2	SA	1031	0.2	VI	1005	0.3	SA	0921	0.3
	1614	2.4		1608	2.2		1731	2.5		1658	2.6		1633	2.4		1548	2.5
	2212	0.5		2204	0.7		2332	0.4		2300	0.4		2240	0.4		2154	0.4
13	0413	2.3	28	0358	2.2	13	0536	2.3	28	0503	2.4	13	0445	2.3	28	0401	2.4
MI	1025	0.1	JU	1014	0.3	SA	1136	0.2	DO	1110	0.1	SA	1043	0.3	DO	1004	0.2
	1701	2.5		1646	2.4		1807	2.5		1735	2.6		1708	2.5		1627	2.6
	2300	0.5		2243	0.6					2339	0.3		2314	0.4		2235	0.2
14	0501	2.3	29	0438	2.3	14	0008	0.4				14	0522	2.3	29	0444	2.5
JU	1110	0.1	VI	1052	0.2	DO	0613	2.3				DO	1116	0.3	LU	1045	0.1
	1745	2.5		1722	2.4		1210	0.2					1740	2.5		1706	2.7
	2344	0.5		2320	0.5		1839	2.5					2344	0.4		2315	0.1
15	0545	2.3	30	0518	2.3	15	0042	0.4				15	0555	2.3	30	0527	2.6
VI	1151	0.1	SA	1129	0.2	LU	0648	2.2				LU	1147	0.3	MA	1126	0.1
	1826	2.5		1759	2.5		1243	0.3					1808	2.4		1745	2.8
				2358	0.5		1910	2.4								2356	0.1
			31	0557	2.4										31	0612	2.6
			DO	1206	0.2										MI	1208	0.2
				1836	2.6											1826	2.7

HUSO HORARIO + 5

Ilustración 6: Predicción diaria de mareas de Data Posorja del año 2021, Primer Trimestre

Fuente: (Inocar, 2020)

2.3. Corrientes

Se define como las grandes masas de agua en forma de pequeñas vías que desembocan en los océanos en forma de ríos y que tienen una trayectoria definida, se generan por la interacción de dos cuerpos de masa con diferencia de temperatura o salinidad. La presencia de corrientes marinas genera problemas y grandes daños a las estructuras costeras, ya que atacan las infraestructuras desgastándolas, pero por otro lado también se benefician porque mejoran la velocidad de navegación y acortan las distancias cuando se conocen sus direcciones.

2.3.1. Corrientes Longshore y Cross-Shore.

(Sanchez, 2015) Indico que las corrientes litorales inciden en el transporte de sedimentos una vez que han sido suspendidos por acción del oleaje rompiente, para esto se define el concepto base de dos tipos de corrientes:

2.3.2. Corrientes Longshore.

Las corrientes longshore son inducidas por el viento, las olas y son generadas por gradientes en el flujo de momento (Radiation-Stress), dichas corrientes suelen ser paralelas a la costa y las mayores velocidades de las corrientes longshore se dan normalmente en la zona de surf (CERC, Coastal Engineering Research Center, 1984C).

2.3.3. Corrientes Cross-Shore.

Las corrientes Cross-shore son normalmente denominadas como corrientes (normales a la costa), estas corrientes son el resultado de cambios en el nivel del agua debido al esfuerzo de radiación normal (S_{xx} and S_{yy}). Las corrientes cross-shore a diferencia de la corriente longshore las velocidades no son constantes con la profundidad, la cual se la denomina también como corriente de resaca, determinada

como un equilibrio entre la tensión de radiación , el gradiente de presión de la superficie media del agua inclinada y la mezcla vertical.

2.4. Ola

Una ola es una ondulación periódica de la superficie del agua por encima y por debajo del nivel medio del agua MWL (Middle Water Level), que se refiere al nivel medio del agua en ondas. El MWL (Middle Water Level) difiere del SWL (Still Water Level) que es el nivel que asumiría la superficie del agua sin olas, ya que el efecto dinámico de las olas ejerce una fuerza sobre la superficie del agua, por lo que (MWL) es generalmente más baja que la superficie del agua (SWL) excepto cerca de la costa. En mar abierto o en medio de un gran lago, el nivel medio del agua y el nivel de las aguas tranquilas son prácticamente iguales. Se necesitarían instrumentos extremadamente sensibles para medir la diferencia, y la influencia de las fluctuaciones de la presión atmosférica afectaría la elevación media de la superficie del mar. Sin embargo, a medida que las olas se acercan a la costa y sufren transformaciones impactantes, la diferencia entre MWL y SWL se debe al movimiento de las olas. Esto es más evidente en los lagos donde la superficie del agua es a menudo plana y vidriosa y donde la SWL se puede medir con eficacia. Suponga que SWL, MWL y que la superficie del agua se define como $ZW = 0$, donde z es la coordenada vertical (con valores negativos debajo de la línea de flotación). La forma de una sola onda de aguas profundas es muy similar a la de una curva sinusoidal con simetría por encima y por debajo de A (Davison Arnott, Bauer , & Houser , 2019).

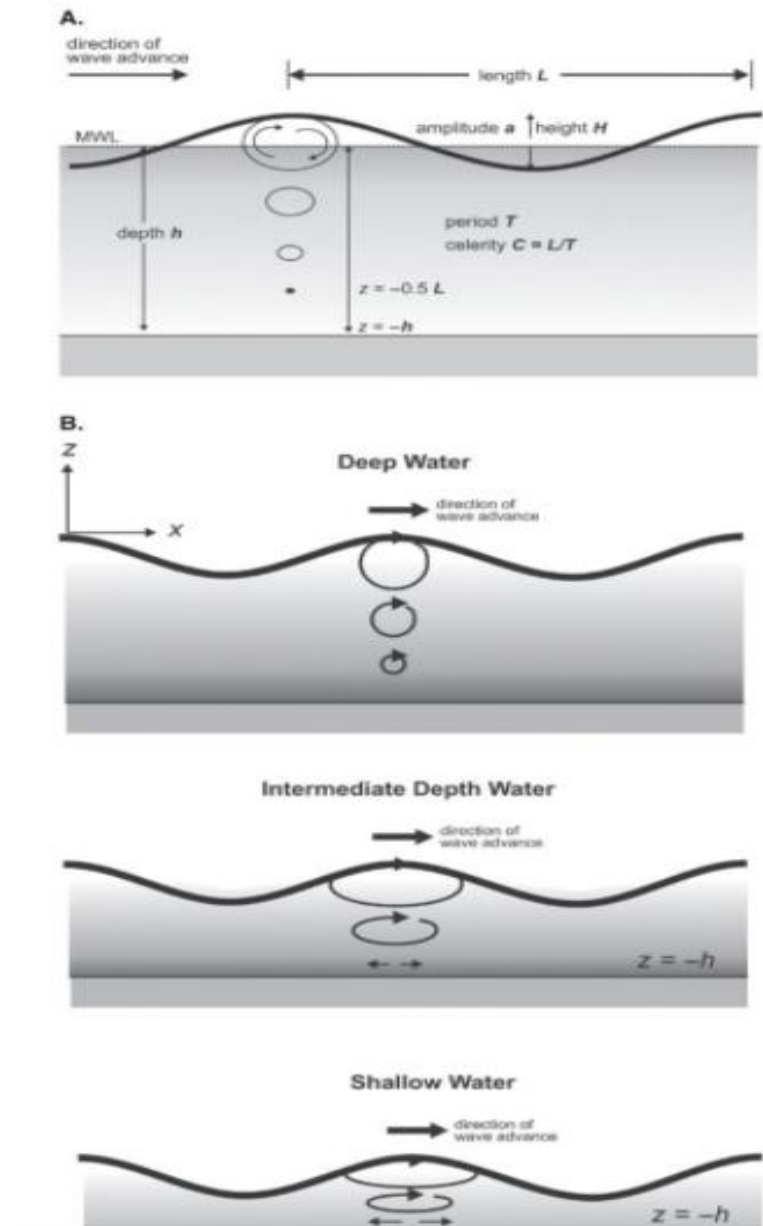


Ilustración 7: Tipos de Olas

Fuente: (Davison Arnott, Bauer , & Houser , 2019)

El período de onda T , es el tiempo que tarda el paso de dos de estos puntos más allá de una posición fija, generalmente expresado en segundos. La frecuencia de la onda es simplemente el recíproco del período y se expresa como ciclos por segundo o Hz.

$$f = \frac{1}{T}$$

Ecuación 1

Estos atributos fundamentales de la gravedad superficial, las ondas se utilizan para determinar otras propiedades, como su velocidad. ((Davison Arnott, Bauer , & Houser , 2019)

La rapidez o velocidad a la que la forma de la ola se mueve a través de la superficie del agua también se conoce como velocidad de fase o velocidad de propagación C.

Una característica de las ondas de gravedad superficiales es que el período no cambia a medida que te mueves hacia la costa, por lo que la aceleración solo cambia cuando cambia la longitud de onda.

$$C = \frac{L}{T}$$

Ecuación 2

2.4.1 Oleaje.

El oleaje es el agente climático marino con mayor capacidad de acción en la costa y se define como la alteración producida en la superficie del mar por la acción continua del viento sobre una zona marítima, durante un determinado período de tiempo en el que se generan las ondas con periodos entre 1 y 30 segundos. (Ibarra Marinas & Belmonte Serrato , 2017)

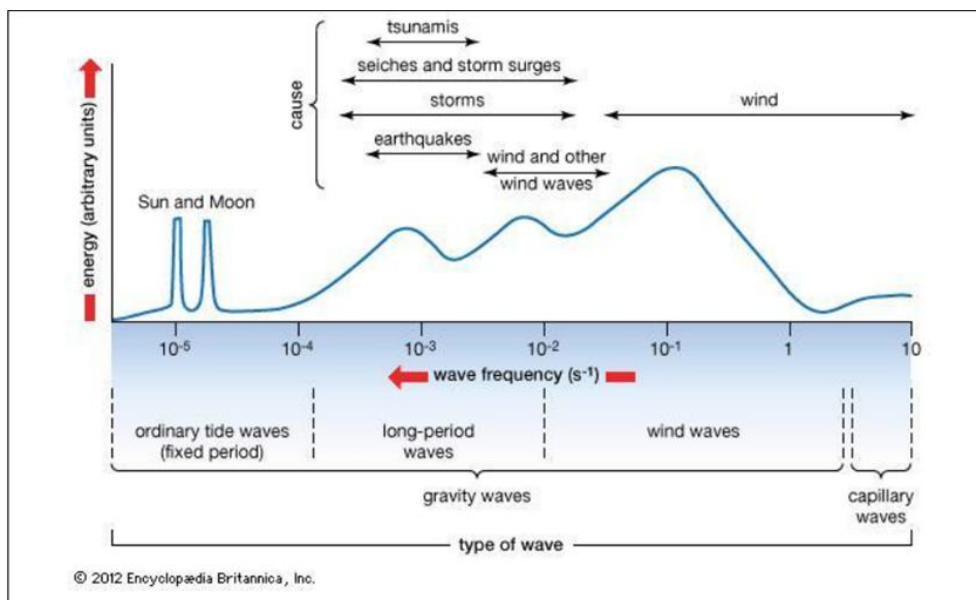


Ilustración 8: Tipos De Olas Y Niveles De Energía.
Fuente: (Ibarra Marinas & Belmonte Serrato , 2017)

2.5 Teoría de Ondas

La teoría de las ondas es una simplificación matemática de la realidad. Su propósito es describir varios aspectos de las ondas de agua con su forma, su movimiento en la superficie del mar, el transporte de las energías de las olas y el movimiento orbital de las partículas de agua (incluyendo velocidad y aceleración) bajo la ola. (Davison Arnott, Bauer , & Houser , 2019)

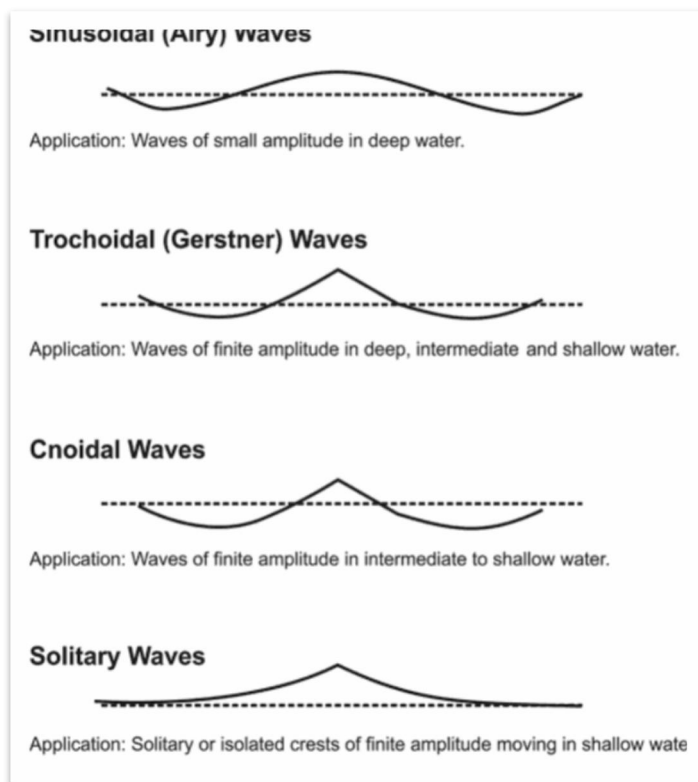


Ilustración 9: Teoría De Ondas
Fuente: (Davison Arnott, Bauer , & Houser , 2019)

2.6. Aproximación a la Costa

Los parámetros dimensionales se utilizan para determinar y caracterizar el movimiento de las olas. La relación más importante es la profundidad relativa $\frac{d}{l}$ con la que podemos determinar el tipo de zona en la que se ubica nuestra ola, como se observa en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Clasificación de la zona en donde se encuentra la ola según la profundidad relativa

Zona	Profundidad relativa
Aguas profundas	$\frac{d}{l} > \frac{1}{2}$
Aguas intermedias	$\frac{1}{20} < \frac{d}{l} < \frac{1}{2}$
Aguas someras	$\frac{d}{l} < \frac{1}{20}$

Fuente: (G.I.O.C, 2000)

Elaborado por: E. Ortiz. / G.Prias.

En la zona de aguas profundas, la ola no puede ser influenciada por la presencia del fondo. Cuanto más cerca está la ola de la costa, más depende de la composición de la superficie costera. El área de estudio interactúa directamente con las aguas superficiales, por lo que este proyecto depende directamente de las condiciones del fondo marino y las características de la zona de fractura.

2.7. Ola Rompiente

El rompiente del oleaje exhibe diferentes formas, dependiendo principalmente de la relación entre la altura y el período de la ola entrante y la pendiente de la playa. Las formas de fractura se han dividido en cuatro categorías: Discreción, Voluta, Colapso y Oscilación, representada en la **Ilustración 10**.



Ilustración 10: Tipos de olas rompiente
Fuente: (Pedrozo , Toledo , & Silva , 2006)

El parámetro de rompiente

$$I_r = \tan \beta / \sqrt{H/L}$$

Ecuación 3

También llamado número de Iribarren (ya que fue propuesto por Iribarren y Nogales en 1949) es el que mejor define los límites de cada una de las categorías en que ha sido clasificado. (Pedrozo , Toledo , & Silva , 2006)

Tabla 3: Valores del número de Iribarren para los distintos tipos de rotura.

TIPO DE ROTURA	NUMERO DE IRIBARREN
DESCRESTAMIENTO	$I_r < 1.0$
VOLUTA	$1.0 < I_r < 2.6$
COLAPSO	$2.6 < I_r < 3.1$
OSCILACIÓN	$3.1 < I_r < 4.0$
NO EXISTE ROTURA	$I_r < 4.0$

Fuente: (Pedrozo , Toledo , & Silva , 2006)

Elaborado por: E. Ortiz. / G.Prias.

2.8. Características Meteorológicas

El clima de una zona está compuesto por las características meteorológicas del lugar. En este caso, los de mayor impacto son: viento y precipitación.

2.8.1 Viento.

El viento se define como el movimiento del aire en relación con la superficie terrestre, tiene varios efectos sobre la superficie del mar. Por ejemplo, influye en la distribución y regulación de eventos y procesos en la superficie del mar; como la circulación marina costera y oceánica, la variación de la temperatura del mar, la mezcla vertical y las turbulencias a través de las cuales influye en la suspensión, retención y transporte de partículas y plancton. A su vez, el viento en la superficie del mar está influenciado por la configuración de la línea costera, la topografía costera, la época del año y la dinámica de procesos de meso escala. Como por ejemplo en los chorros de viento costeros que ocurren, así como estructuras y mecanismos. Escala regional, como el

Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) (IMARPE, 2016).

El viento generalmente no es un agente lo suficientemente fuerte para arrancar materiales de la superficie de rocas duras o suelos protegidos por una densa cobertura vegetal. Por el contrario, la acción del viento, erosionando y transportando sedimentos, se limita a aquellas superficies en las que los minerales pequeños y las partículas orgánicas están sueltas. Estas áreas son fundamentalmente los desiertos y zonas semiáridas, además de las franjas costeras, donde las playas proporcionan grandes cantidades de arena. La acción del viento sobre la superficie terrestre da lugar a un modelado característico, con formas que dependen de la velocidad del viento, del tipo de viento y de sus variaciones. (Coruña, 2017)

Las velocidades del viento en la costa ecuatoriana promedian 2 m/s de brisas, y la dirección predominante de donde vienen ocurre en el cuadrante suroeste del mar, particularmente debido a los vientos de aliso del sur. (Peralta , Delgado , & Sosa Tinoco , 2016)

Como no hay estaciones meteorológicas registradas cercanas, se puede tomar como referencia el comportamiento del viento de las estaciones en las zonas costeras cercanas en los últimos años.

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Esmeraldas	2,36	2,16	2,12	2,23	2,41	2,40	2,63	2,69	2,82	2,78	2,76	2,66
Guayaquil	1,99	1,83	1,79	1,81	1,96	2,03	2,07	2,02	2,01	2,10	2,15	2,07
Libertad	2,63	2,49	2,52	2,58	2,78	2,86	2,93	2,91	2,87	2,92	2,88	2,78
Manta	1,41	1,38	1,37	1,41	1,48	1,53	1,52	1,53	1,49	1,50	1,48	1,45
Puna	1,64	1,63	1,57	1,58	1,64	1,65	1,66	1,73	1,72	1,71	1,71	1,69
San Lorenzo	1,17	1,16	1,20	1,18	1,12	1,10	1,12	1,16	1,16	1,14	1,19	1,15
Puerto Bolívar	1,11	1,07	1,03	1,05	1,08	1,16	1,19	1,28	1,34	1,41	1,30	1,21

Ilustración 11: Velocidad media (m/s) estación del INOCAR
Fuente: (Peralta , Delgado , & Sosa Tinoco , 2016)

2.8.2. Precipitaciones.

La precipitación es cualquier forma de agua que cae en forma de gotas, producto de la condensación del vapor de agua de las nubes, que se caracteriza por ser una de las fases del ciclo del agua por acción del tiempo. (Villón Béjar, 2004)

La costa Ecuatoriana tiene un período de lluvias que comienza de diciembre a mayo y a partir de abril comienza a debilitarse, este período se conoce como la temporada de lluvias según el estudio realizado por (Gálvez & Regalado, 2009) , siendo Manabí, Guayas y El Oro las provincias de esta zona con mayores precipitaciones.

La caracterización a realizar corresponde a la época húmeda, por lo que se incluirán las condiciones meteorológicas de precipitación, intervendrán en el análisis de los resultados.

2.9. Distribución Granulométrica

Permiten determinar el tamaño y porcentaje de las partículas que componen una masa de suelo mediante pruebas, estas pueden ser secas (con el uso de moldes) y húmedas (con el uso de aditivos en escamas). La granulometría se utiliza para observar el cumplimiento de estándares y especificaciones de calidad que deben cumplir los áridos para proyectos específicos, en este caso se utiliza para determinar el valor de D50, que dentro de la ingeniería portuaria es uno de los parámetros más importantes y representa el diámetro del tamiz, que retiene el 50% de la muestra.

2.9.1. Curva Granulométrica.

La curva granulométrica es una representación gráfica del porcentaje de agregado que pasa por cada tamiz. A partir de la curva granulométrica se obtienen los coeficientes C_u (coeficiente de uniformidad) y C_c (coeficiente de curvatura) que permiten clasificar el tipo de suelo, que depende de los factores D_{60} , D_{30} y D_{10} que representan el diámetro del tamiz a través del cual pasan el 60%, 30% y 10% de los finos. (Das, 2013)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 4

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

Ecuación 5

2.9.2. Clasificación del Suelo (SUCS).

Por medio de los coeficientes de uniformidad y de curvatura se puede clasificar al suelo según el SUCS de la siguiente manera:

El ensayo para el estudio granulométrico del suelo se realiza mediante la norma ASTM C 136, es el método estándar para análisis por tamizado de agregados fino y grueso. (ASTM, 2001)

Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio ^a				Clasificación del suelo	
				Símbolo de grupo	Nombre de grupo ^b
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en la malla núm. 200	Gravas Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3$	GW	Grava bien graduada ^f
		Menos de 5% finos ^c	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3$	GP	Grava mal graduada ^f
		Gravas con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa ^{f, g, h}
		Más de 12% finos ^c	Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa ^{f, g, h}
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla núm. 4	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3$	SW	Arena bien graduada ^f
		Menos de 5% finos ^d	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3$	SP	Arena mal graduada ^f
Arena con finos		Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa ^{g, h, i}	
Más de 12% finos ^d		Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa ^{g, h, i}	
Suelos de grano fino 50% o más pasa la malla núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se encuentra en o arriba de la línea "A" ^j	CL	Arcilla de baja compresibilidad ^{k, l, m, n}
			IP < 4 o se encuentra debajo de la línea "A" ^j	ML	Limo de baja compresibilidad ^{k, l, n}
		Orgánicos	Límite líquido—secado en horno	OL	Arcilla orgánica ^{k, l, m, o}
			Límite líquido—no secado < 0.75		Limo orgánico ^{k, l, m, o}
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o mayor	Inorgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta compresibilidad ^{k, l, m, n}
			IP se encuentra debajo de la línea "A"	MH	Limo de alta compresibilidad ^{k, l, m, n}
Orgánicos		Límite líquido—secado en horno	OH	Arcilla orgánica ^{k, l, m, p}	
		Límite líquido—no secado < 0.75		Limo orgánico ^{k, l, m, q}	
Suelos altamente orgánicos		Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico	PT	Turba	

Ilustración 12: Clasificación de suelos
Fuente: (Das, 2013)

2.10. Características Generales de la Playa

Se conoce que las playas son zonas extensas, donde se puede encontrar una gran acumulación de sedimento debido a la dinámica del litoral que esta a su vez se genera por oleaje, vientos, mareas y corrientes. Los perfiles de las playas en la naturaleza son complejos y dinámicos, en constante cambio debido a alteraciones en las condiciones de mareas, olas, vientos, corrientes o alimentación de sedimentos. Sin embargo, cuando se consideran muchos perfiles de playa, surgen patrones que son indicativos de la relación general con las diferentes variables. Algunas de estas características generales de respuesta y características se analizan a continuación. (Dean, 1983).

2.10.1 Transporte del Litoral.

El transporte litoral de sedimentos y los procesos de erosión y deposición asociados determinan cambios en la costa. La comprensión de los procesos costeros es la base para la planificación y el diseño de las obras costeras y, por lo tanto, permite diseñar estructuras costeras con un enfoque que optimiza su funcionalidad y al mismo tiempo anticipa y mitiga los posibles efectos secundarios. Utilizando información sobre olas, batimetría, sedimentología y otros parámetros oceanográficos como insumos, es posible modelar procesos costeros y simular el desarrollo de la costa mediante programas especiales. (Torres, 2011)

Otra característica dinámica del sistema físico de la playa y la zona cercana a la costa es el transporte litoral, definido como el movimiento de los sedimentos en la zona cercana a la costa por las olas y las corrientes. El transporte litoral se divide en dos clases generales: el transporte paralelo a la costa (transporte litoral) y el transporte perpendicular a la costa (transporte onshore-offshore). El material que es transportado se llama deriva litoral.

(Transporte onshore-offshore) está determinado principalmente por la inclinación de las olas,

El tamaño de los sedimentos y la pendiente de la playa. En general, las olas altas y empinadas mueven el material tierra adentro, y las olas bajas de largo período (olas con poca pendiente) mueven el material hacia la orilla. (CERC, Coastal Engineering Research Center, 1984 a)

Existen diferentes fórmulas para el cálculo del transporte litoral que han sido sugeridas por varios autores, que fueron desarrollados sobre la base de experimentos

empíricos y bajo ciertas condiciones hipotéticas como indica (Vera, 2000) en su publicación sobre los procesos costeros en La Libertad donde determinó el transporte litoral, también menciona que los métodos más comunes para estimar el transporte a lo largo de la costa son los propuestos por (Galvin, 1972).

2.10.1.1. Transporte Longshore.

Este tipo de transporte es uno de los más comunes ya que controlan la morfología costera y determina en gran medida los cambios que tiene la playa.

La dirección del transporte es paralela a la costa por la acción combinada de la marea, olas y viento. (Seymour, 2005)

Para el cálculo de transporte del litoral a lo largo de la costa, existen varias fórmulas expuestas por distintos autores entre las cuales destacan (Galvin, 1972), Komar (1976) y (CERC, Coastal Engineering Research Center, 1984C), que son expuestos más adelante, los cuales el método de Komar y CERC se utilizarán para el estudio de transporte de litoral en el presente trabajo de titulación.

2.10.1.2. Transporte Onshore-Offshore.

El transporte onshore-offshore, es considerado transporte costa fuera que moviliza el sedimento de forma perpendicular u oblicua a la línea de la costa que se produce en la zona de rompiente y el frente de playa. Las interacciones se determinan por el esfuerzo cortante de las olas, y parámetros físicos como el tamaño de la partícula, el tipo de sedimento, y pendiente de playa. (Quick, 1991)

2.10.1.3. Método Empírico de Galvin.

El método propuesto por él (Galvin, 1972) establece un límite máximo a la capacidad de transporte, por lo que se considera como transporte bruto (suma del transporte a la izquierda y derecha de la playa). Esta formulación se refiere únicamente

a la altura de la ola rompiente H_b de medida en metros con transporte costero, donde se da la ecuación:

$$Q = 1,646 \times 10^6 H_b^2$$

Ecuación 6

En donde:

Q = Es el transporte de sedimento [$m^3/año$]

H_b = Altura de la ola rompiente [m]

(Galvin, 1972) A partir de la fórmula empírica que determinó, desarrolló un ábaco que mostraba el comportamiento del transporte de sedimentos en función de la altura de la ola rompiente como se muestra en la ilustración de abajo.

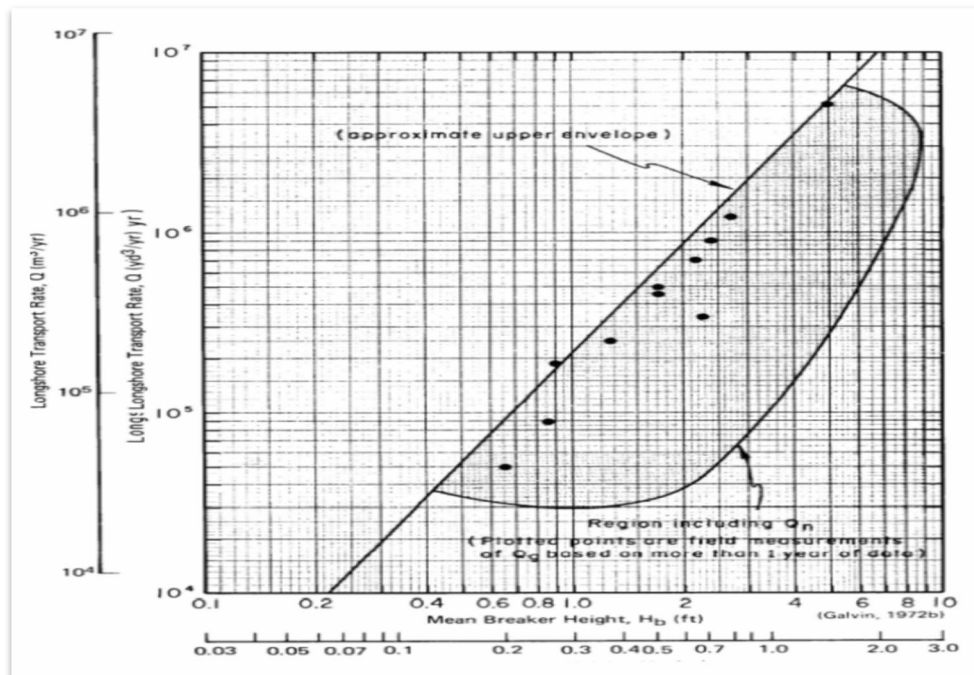


Ilustración 14: Ábaco del Comportamiento del Transporte de Sedimentos
Fuente: (MARN, 2016)

2.10.1.4. Método del Shore Protección Manual.

(CERC, Coastal Engineering Research Center, 1984C) Propone las siguientes fórmulas para el cálculo del transporte del litoral en base a un factor de energía de flujo.

$$Q = 1290 \left[\frac{m^3 - s}{N - \text{años}} \right] P_{ls}$$

Ecuación 7

En donde:

Q = es el transporte de sedimento [m³/año]

P_{ls} = Factor de energía de flujo [J/m - s]

(CERC, Coastal Engineering Research Center, 1984C) Para poder determinar el factor de energía de flujo P_{ls} en el caso de olas que poseen periodos singulares y entrantes en la zona de sur propone la siguiente ecuación:

$$P_{ls} = 2C_{gb} \left(\frac{1}{4} \bar{E} \sin 2\alpha_b \right)$$

$$P_{ls} = 0.0884(pg^{3/2})(H_b^{5/2})(\sin 2\alpha_b)$$

Ecuación 8

En donde:

E = energía del oleaje en rompiente [J/m²]

$$E = \frac{\rho g H_b^2}{8}$$

**Ecuación
9**

C_{gb} =celeridad de grupo de la ola rompiente [m/s]

$$C_{gb} = (g h_b)^{1/2}$$

**Ecuación
10**

En donde:

α_b =ángulo en que se rompe la ola en la línea de costa [°]

H_b =altura de la ola rompiente [m]

ρ = peso específico del fluido [kg/m³]

g = gravedad [m/s²]

2.10.1.5. Método del Coeficiente de Komar.

El método se basa del transporte de arena en las playas y en las alturas de las olas rompientes. (INOCAR, 2000).

Q_s = Es el transporte del litoral

$$Q_s = \frac{I_s}{(\rho_s - \rho)ga'}$$

**Ecuación
11**

$$I_s = \frac{K'(EC_b v_l)}{u_m \cos \alpha_b}$$

Ecuación 12

I_s = razón del transporte del peso sumergido

$\bar{E}_b$ = energía de oleaje en la rompiente

$$\bar{E}_b = \left(\frac{1}{8}\right) \rho g H_b^2$$

Ecuación 13

$$C_b = \sqrt{gh_b}$$

Ecuación 14

C_b =velocidad de grupo de las olas en la rompiente

$$U_m = \left(\frac{2 * E_b}{\rho h_b} \right)^{1/2}$$

Ecuación 15

U_m =máxima velocidad orbital en la rompiente

v_l =velocidad promedio de corriente litoral medida en campo

h_b =altura de la ola rompiente

Para poder representar de la mejor manera los transportes calculados, se puede usar el modelo numérico Sediement Budget Analysis System (SBAS), donde da una mejor referencia de la distribución de sedimentos en ambientes costeros, mediante la ecuación de balance de sedimento, por lo que esta nos permite tener una estimación de los volúmenes de sedimento que fluyen por un determinado lugar, visualizándose las tendencias erosivas, agresivas o neutras de dicho lugar. (Dean Rosati & Kraus , 1999)

$$\Sigma Q_{\text{source}} - \Sigma Q_{\text{sink}} - \Delta V + P - R = \text{Residual}$$

Ecuación 16

Donde:

Q_{source} = todo volumen de sedimento que entra (transporte de sedimentos longshore y onshore, aporte de ríos, erosión en zonas cercanas, etc.

Q_{sink} = todo volumen de sedimento que sale (transporte de sedimento longshore, onshore, viento.

ΔV = cambio volumétrico

P = todo material colocado en la celda de forma antropogénica (relleno de playas).

R = todo material removida de la celda de forma antropogénica (dragados, minería).

Residual = Es el residuo de la operación. Si es o la celda tiene tendencias agresivas; y si es igual o muy cercano a 0, la celda se mantiene en equilibrio.

2.11. Morfologías de las Playas

Las playas sufren cambios batimétricos que esto es por efecto del oleaje, corriente y viento. Los modelos de evaluación de las playas integran algunas de estas dinámicas con el objetivo de predecir su evolución. El modelado del caudal en la zona del rompeolas y la interacción caudal-sedimento, para el establecimiento de modelos de transporte solo se puede realizar imponiendo numerosas simplificaciones. Así, aun asumiendo que las acciones sean conocidas, no existe un modelo tridimensional de evolución de las playas que sea capaz de predecir variaciones temporales a corto y mediano plazo y variaciones espaciales de pequeña y mediana escala. Por otro lado, es necesario tener en cuenta el carácter aleatorio de las acciones, por lo tanto cualquier modelo de evaluación de las playas se tiene que tomar en cuenta esta aleatoriedad, mediante los adecuados tratamientos estadísticos de las variables de entrada y de los resultados ya que esto es muy influyente en el caso general de que las variaciones longitudinales sean importantes, como se puede observar en la **Ilustración 15** de las diferentes partes que componen una playa.

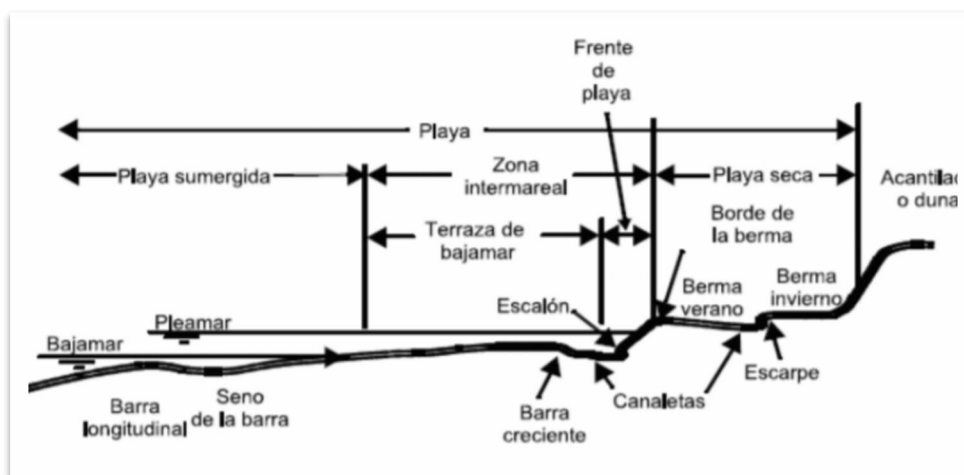


Ilustración 15: Partes que Componen una Playa
Fuente: (MARN, 2016)

2.11.1. Perfil de las Playas.

Según (MARN, 2016) los perfiles cambian constantemente esto se debe a los cambios del transporte transversal de sedimentos que produce la dinámica marina ,en particular el oleaje donde se puede encontrar múltiples formas posibles de perfil, existen dos extremos que tienen una geometría bidimensional los cuales son: el perfil disipativo y el reflejante.

2.11.2. Perfil Disipativo.

El perfil disipativo es conocido en aquellas playas que tienen arena fina y/o niveles de energía elevados, en si esto hace que la berma no lo es, aparentemente y el perfil prácticamente se inicia en el pie de la duna o en el acantilado por lo tanto la zona rompiente es amplia y tiene un talud Ligeramente cóncavo con pendientes bajas y sin formación destacables, de esta manera este perfil puede presentar una o varias barras longitudinales con senos y crestas poco marcadas. (MARN, 2016)

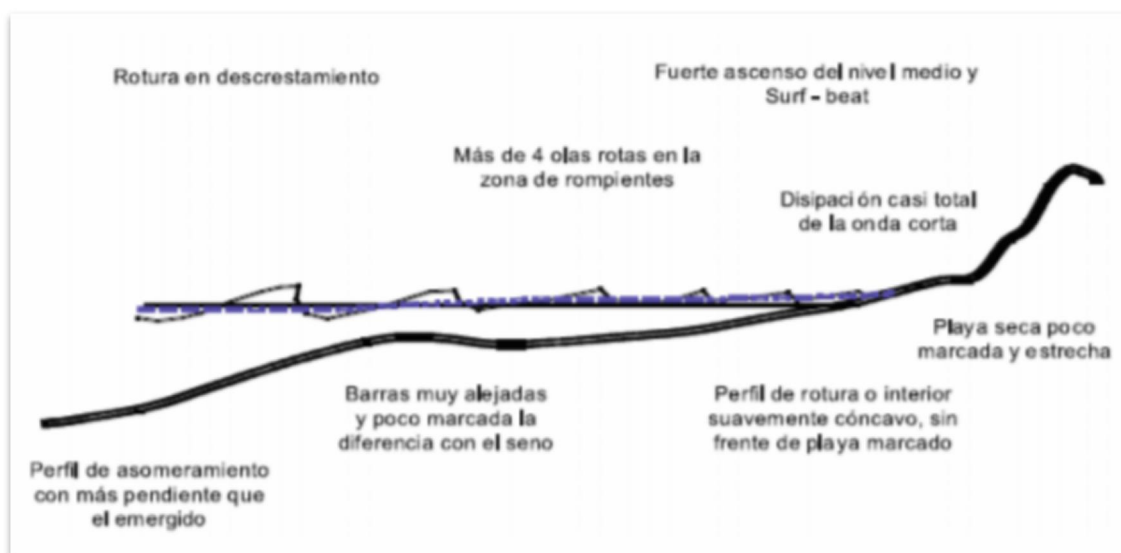


Ilustración 16: Esquema de Perfil de Playa Disipativa
Fuente: (MARN, 2016)

2.11.3. Perfil Reflejante.

El perfil reflejante se presenta en playas con arenas medias a gruesas con niveles de energía bajos. Para este caso el borde de la berma marca claramente el inicio del frente de la playa. Por lo que en las playas secas se pueden apreciar restos de bermas y escarpes a simple vista, producido por perfiles anteriores en condiciones de oleaje más energéticos. Las roturas se producen en voluta, colapso o en oscilación, sobre el frente de playa, que tiene una pendiente elevada $\tan(\beta = 0.10 - 0.15$ con valores altos del número de iribarren en rotura $I_{rb} > 1$). (Vidal, Losada, Medina, & Losada, 1995)

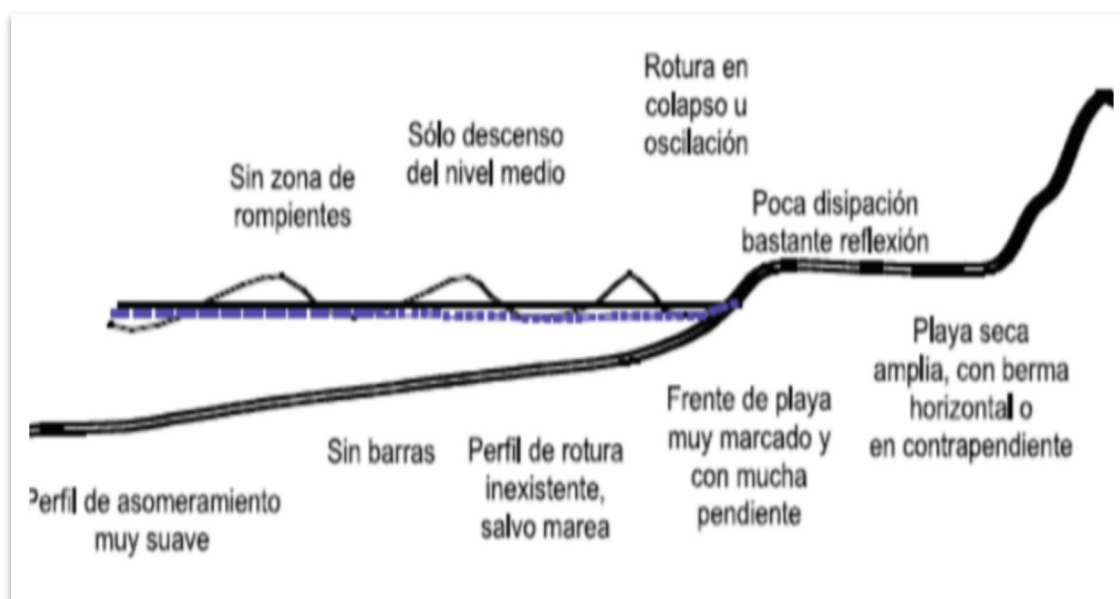


Ilustración 17: Esquema Perfil de Playa Reflejante

Fuente: (MARN, 2016)

Estos estados de playas no se pueden definir mediante un solo perfil, pues por lo que son básicamente tridimensionales y la morfología está relacionada con los sistemas circulatorios que se establecen en las playas (MARN, 2016)

2.12. Velocidad de Caída del Sedimento

La velocidad de caída del sedimento (W_t), se conoce como aquella velocidad con la que llega la partícula sólida en una masa fluida en reposo. Es un parámetro primordial para el estudio de interacción de flujo-sedimento; de gran importancia para el diseño de desarenadores, se realiza el cálculo de volumen muerto de sedimento de un embalse o también de estudios hidráulicos. (Rocha Felices , 1998) (Hernández Santibón & Reyna González, 2012)

La velocidad de una partícula cayendo dentro del fluido será función tanto del fluido y la partícula, así como la aceleración de la gravedad, viscosidad, densidad del fluido, tamaño de la partícula, densidad de la partícula, tal como se indica en la ecuación. (Rocha Felices , 1998)

$$W_t = \left[\left(\frac{4 g D}{3 C_D} \right) \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde C_D es el coeficiente de arrastre, por lo que es un valor adimensional por lo que depende de la orientación como de la forma de la partícula, así como el número de Reynolds que también está en función de la velocidad del flujo, el diámetro de la muestra y de la viscosidad cinemática, por consiguiente, el parámetro puede ser

obtenido de la **Ilustración 18** pero posteriormente al cálculo de número de Reynolds.
(Rocha Felices , 1998)

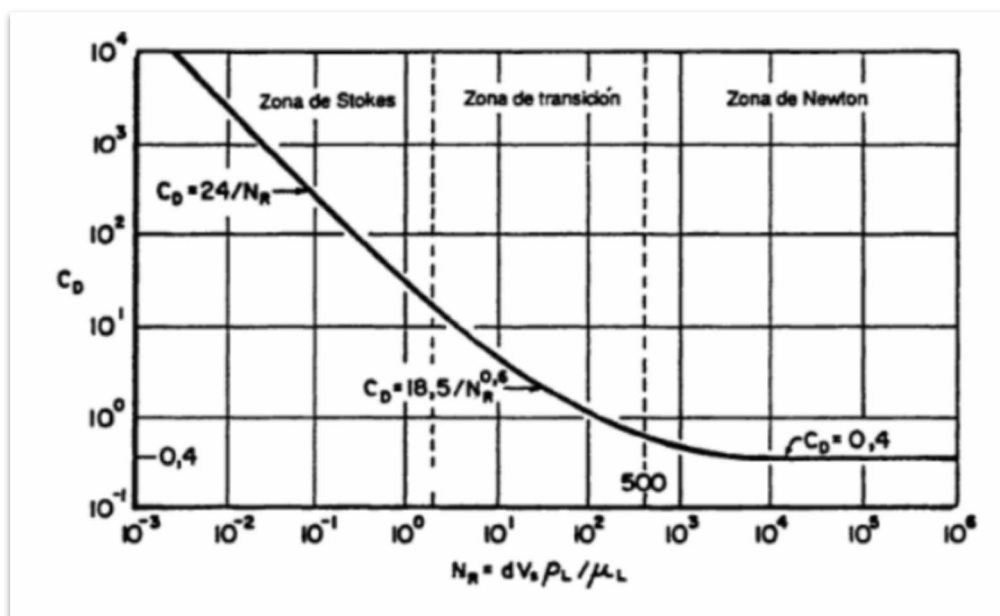


Ilustración 18: Correlación de C_D contra el número de Reynolds
Fuente: (Hernández Santibón & Reyna González, 2012)

2.13. Método de Medición de Corrientes Costeras

A causa de la naturaleza de las corrientes costeras, fue oportuno establecer un programa de mediciones directas, que a su vez estas son distribuidas con respecto al área, tiempo y profundidad de tal manera que permite definir las condiciones de las corrientes en el área de estudio.

Cuando hablamos de dirección de la corriente, se define como aquella que fluye hacia el movimiento del agua, mientras que la dirección del viento es registrada de donde esta procede. Los métodos conocidos que normalmente son empleados para la

medición de corrientes costeras se clasifican en dos formas: método de Lagrangiano y método de Euleriano.

El cual el método a emplearse en el estudio de corrientes, es el método Lagrangiano este método es conocido como método de (veletas).

2.13.1. Obtención de Corrientes a través de Método de Lagrange (Veletas)

Los indicadores de corrientes lagrangianos son objetos flotando en el agua, con una pequeña superficie expuesta a la acción del viento. (Pickard & Emery , 1990) .La metodología de medición se enfoca en el posicionamiento de los flotadores (veletas), con un GPS portátil, cada 30 minutos se toma coordenadas geográficas de cada una de las veletas

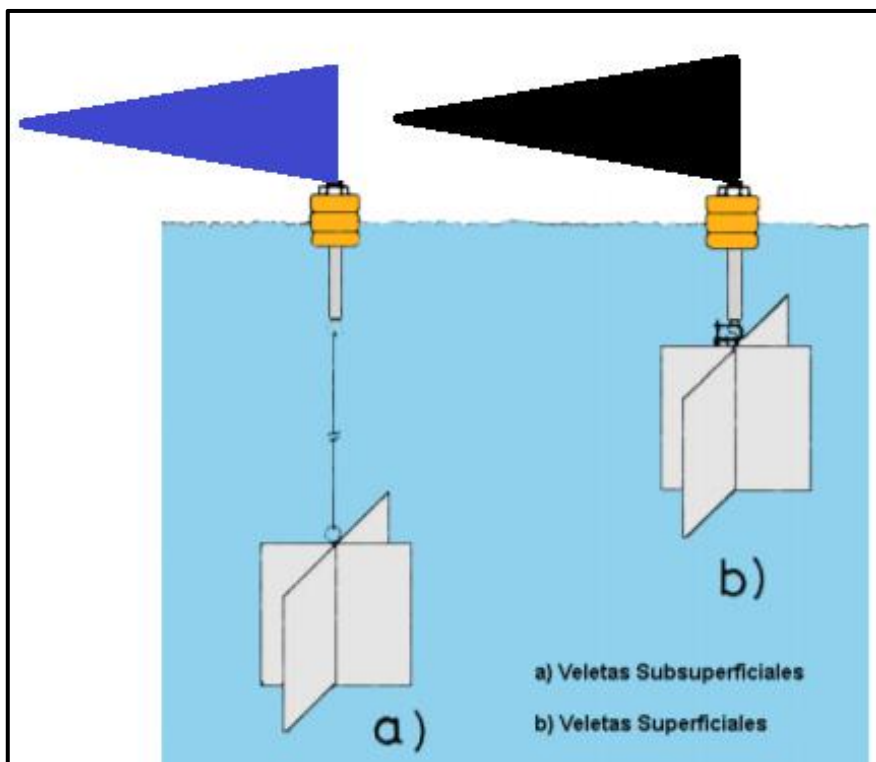


Ilustración 19: Veletas superficiales y sub-superficiales
Fuente: (Abata , 2012)

CAPITULO III

Metodología

3.1 Esquema de Metodología

Con el propósito de cumplir con los objetivos planteados del presente trabajo de titulación, se propone el siguiente diagrama de la metodología que se encuentra detallada en la **Ilustración 20**.

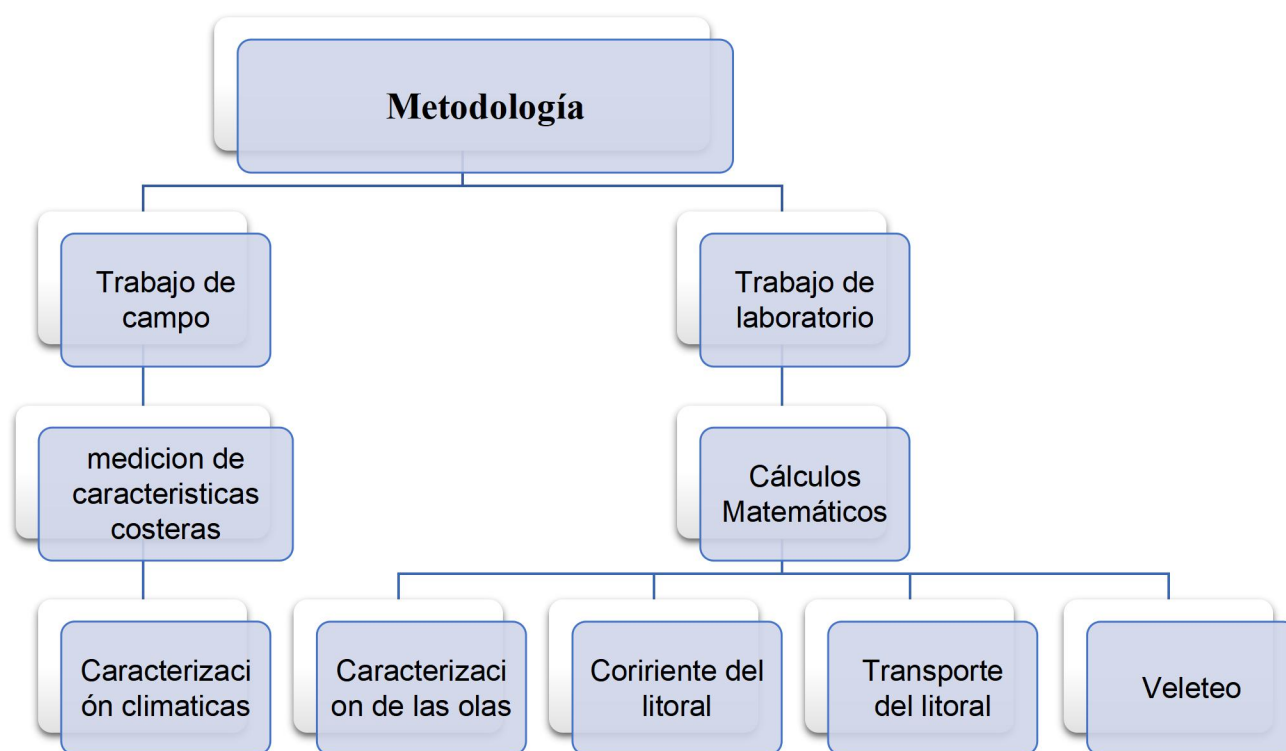


Ilustración 20: diagrama empleado en el trabajo de titulación
Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

3.2. Trabajo de Campo

El trabajo de campo corresponde a la toma de datos en situ, por medio de observaciones y mediciones que se presentan en la zona de la casa de prácticos del Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG) en Data Posorja.

Los datos obtenidos en campo corresponden a la corriente del litoral, características de ola rompiente y método lagrange (veleteo).



Ilustración 21: ubicación de estaciones de la toma de características climáticas.
Fuente: (Google Earth,2021)

3.2.1. Medición de las Características Climáticas.

Para obtener las características climáticas del lugar se aplicó el procedimiento de (Schneider, 1981) es un método para recaudar la información en situ; por lo que permite obtener datos de corriente de litoral y olas, a partir de las observación las estaciones de la obtención de datos reflejada en la **Tabla 4**.

Tabla 4: Coordenadas de la Estaciones de medición de las características climáticas (UTM)

Estación	Longitud	Latitud
Estación 1	576202	9699884
Estación 2	576312	9699802

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

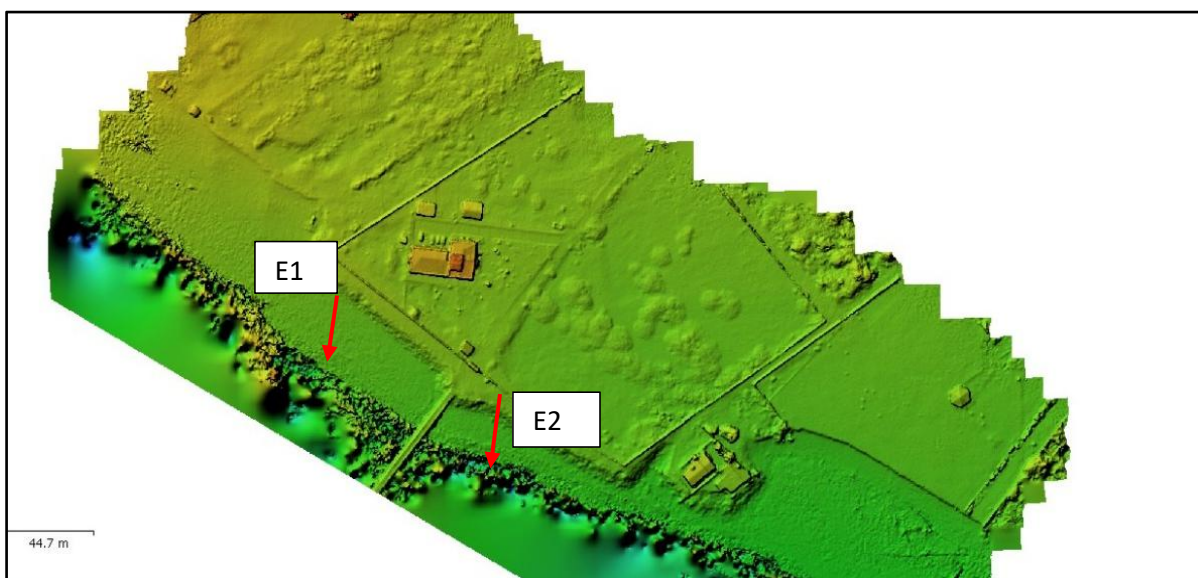


Ilustración 22: Modelo Digital de la Superficie de la Zona de Estudio
Fuente:(Corapi, 2021)

3.2.2. Corriente del Litoral.

Para poder determinar la corriente del litoral se llevó acabo el siguiente procedimiento: Se utilizó un objeto flotante, en este caso una botella parcialmente llena de arena (como peso muerto) la botella es dejada en el momento que la ola rompe (rompiente) y se toma el tiempo (cronometro) hasta que llega a la orilla, con ayuda de una cinta se mide la distancia desde el punto de la rompiente hasta la orilla (distancia horizontal) de la misma manera se mide desde la zona húmeda de la playa hasta el punto de la rompiente(distancia vertical); siempre tomando de referencia el punto de la estación en cual se hace la toma de datos.

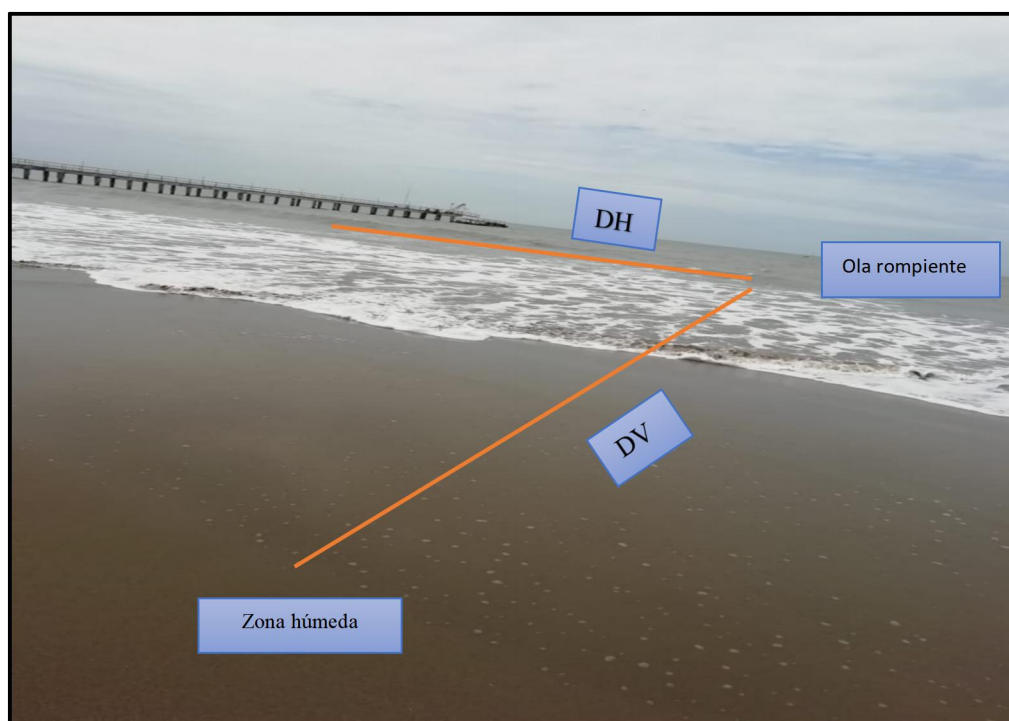


Ilustración 23: Demostración grafica del procedimiento
Elaborado por: E. Ortiz. / G.Prias.

3.2.3. Olas y Periodo.

La estadística de alturas de olas y el periodo se realizó mediante la observación. Luego de que una ola rompiera se tomó el tiempo (cronometró) hasta que rompan 10 olas más registrándole la altura. Calculando el periodo (T) en relación al tiempo (t), sobre el número (n) de olas registradas.

$$T = \frac{t}{n}$$

Ecuación 18

Para la toma de datos se utilizaron plantillas (**adjuntadas en el Anexo A**), donde se consideran las variables ya mencionadas, especificando la dirección en casa de las olas y vientos, su periodo (tiempo en que 10 olas rompen dividido por 10) en el ángulo que rompe (ortogonal) la distancia con que rompe las olas con respecto a la línea de playa; esta obtención de datos se realizaba cada 30 minutos.

3.2.4. Pendientes de Playas.

Las pendientes de playa se obtuvieron del gráfico de cada perfiles medidos, como la relación entre las distancias horizontales y verticales; permitiendo este valor caracterizar la morfología de la playa, el valor de cada pendiente se calculó para dar una relación de distancia vertical: horizontal Calculando la pendiente con la siguiente ecuación.

Ecuación 19

$$X = \frac{H}{V}$$

3.3. Altura de Olas

Las estadísticas de las olas se consideran a nivel global y por estación, con todos los datos recopilados durante el periodo de medición; estimando la altura promedio de las olas definidas por la siguiente ecuación.

$$Hm = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i$$

Ecuación 20

Se utilizó la altura de la ola significativa para calcular el transporte del litoral y el parámetro adimensional de Deam mediante la **ecuación 21**.

De la misma manera para el cálculo se utilizó tablas de Excel (adjuntadas en anexos), donde está registrado todos los datos, se calcula tanto la altura promedio como la altura significativa.

$$H_{1/3} = \frac{1}{N/3} \sum_{i=1}^{N/3} H_i$$

Ecuación 21

3.3.1 Corriente del Litoral.

La corriente del litoral es la que se produce cuando rompen las olas, cuya dirección paralela a la línea de la playa depende principalmente del ángulo entre la ortogonal del

oleaje y la alineación de la playa; esta corriente se ubica entre la zona de la rompiente y la línea de la playa y da lugar al transporte del litoral que afecta a varios procesos hidromorfológicos de las costas. Para calcular la corriente del litoral, se toma la definición común de velocidad.

Donde la distancia es el recorrido de la botella y el tiempo es en que llega a la orilla

estos datos son tomados en el situ.

$$V = \frac{d}{t}$$

Ecuación 22

3.3.2. Transporte del Litoral.

Una vez calculado todos los parámetros como alturas de olas, corriente del litoral y ángulo en que se rompe la ola en la línea de costa. Se estimó el caudal del transporte del litoral mediante las formulas ya propuestas por (KOMAR, 1976) y (CERC, 1984). Cabe recalcar que para las alturas de olas se utilizó los valores promedio por cada estación, haciendo diferencias entre fases de sicigia y cuadratura; para corriente del litoral un solo valor promedio de la playa para sicigia y cuadratura. En función de las variables se empleó las siguientes secuencias de los cálculos para estimar el caudal de transporte del litoral.

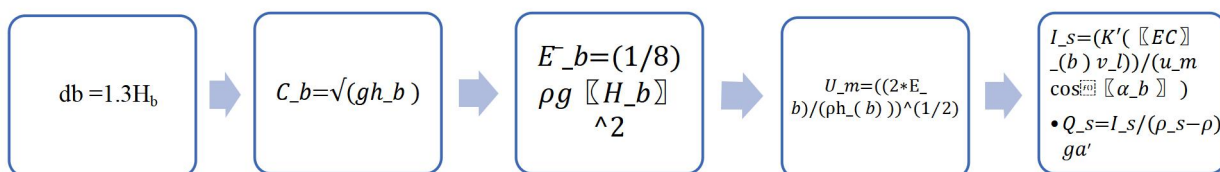


Ilustración 24: Secuencia del Método Empleado para el Cálculo del Transporte de Sedimentos Según (KOMAR)

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

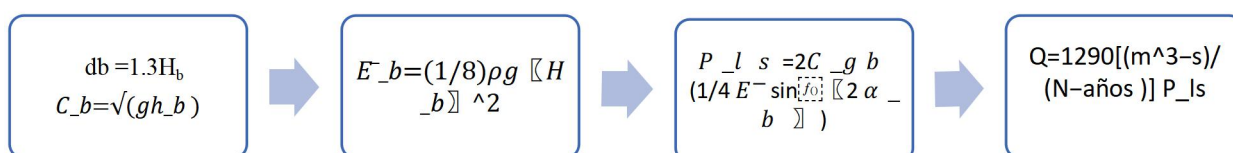


Ilustración 25: Secuencia del Método Empleado para el Cálculo del Transporte de Sedimentos Según (CERC)

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

3.4. Método para Determinación de Corriente Lagrange (Veleteo).

El proceso que se realizó para determinar corrientes costas afueras (longshore, onshore-offshore), fue el método de Lagrange (veleteo). En el estudio, se utilizó veletas de pesos diferentes con un anclaje de un metro y dos metros respectivamente, constan de cuatros banderines colocados en un tubo galvanizado; en la parte inferior del tubo sea una pantalla de madera en forma de cruz, en la parte superior del tubo va colocado una varilla metálica sobre la que se coloca el plástico indicador en este caso fue de color negro las veletas superficiales y de color azul las veletas sub-superficiales, usando esos colores para tener una mayor visualización de la posición,

estas veletas fueron transportadas por medio de una lancha con motor fuera de borda y posesionadas mediante un GPS, se tomaron registros de sus nuevas posiciones aproximadamente cada 20 minutos de su siembra, si las veletas llegaban a ubicarse cerca de la rompiente se las cosechaba (recoleta) y se las volvió a sembrar (posesionar) más atrás. Las mediciones se llevaron a cabo el día 28 de enero 2021 desde las 12:30 hasta las 15:10 en fase de sicigia.



(a)



(b)



(c)

Ilustración 26: Método Langragiano: (a) colocación del peso muerto; (b) preparación para la siembra; (c) veleta posicionada.

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

CAPITULO IV

Caracterización Climática

4.1. Oleaje

La zona de estudio tiene una longitud de 450 m, la alineación de la playa está en el rango de 300° y 310°, en donde las olas tienen una llegada en dirección SO.

Tabla 5: Características generales de Oleaje

ESTACION	ESTACION 01	ESTACION 02
Dirección del oleaje	224°	221°
Alineación de la playa	310°	303°

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

4.1.1 Altura de la Ola.

Se muestran las diferentes alturas de olas de cada una de las estaciones tanto como en sicigia y en cuadratura donde la diferencia de alturas de olas es notable en ambos ciclos y en cada estación. Los datos tomados en campo corresponde a dos estaciones, con medición en diferentes fechas, en la estación E01 con primera medición realizada el 10 de enero del 2021 la altura media de la ola es de 32 cm y respecto a la medición 13 de enero del 2021 la altura media de la ola es de 29 cm ambos datos fueron en la fase de sicigia en temporada invernal.

Mientras en cuadratura en la estación E01 la altura media de las olas es de 31 cm, este dato fue tomado el 23 de enero del 2021 y respecto a la medición el 5 de febrero del 2021 la altura media de las olas es de 33 cm, en la se detalla el comportamiento de las olas de la estación E01.

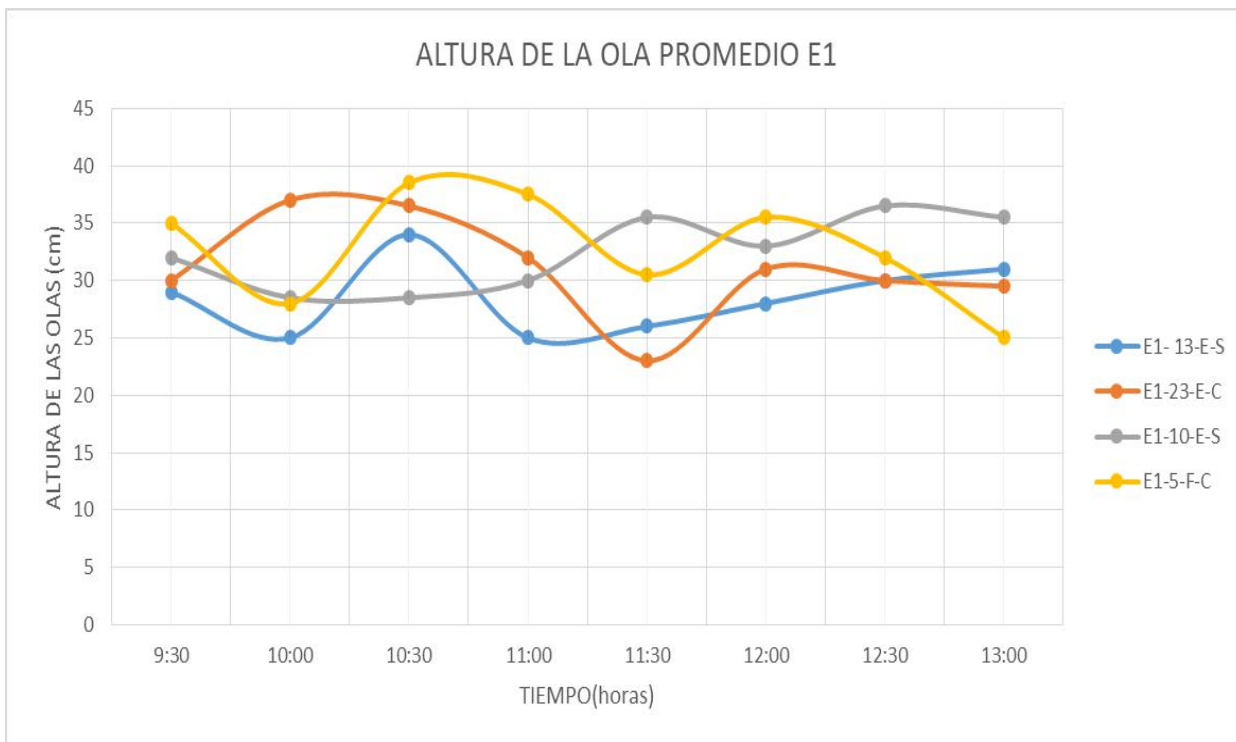


Ilustración 27: Altura de la Ola Promedio de la Estación E01

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

Se muestra en la estación E02 la altura media registrada el 10 de enero del 2021 es de 28 cm y respecto al 13 de enero del 2021 la altura de ola promedio es de 24 cm. Mientras que en cuadratura la altura promedio de ola registrada el 23 de enero del 2021 es de 31cm y la altura de ola promedio tomada el 5 de febrero del 2021 es de 35cm, detallada en la siguiente **Ilustración 28**.

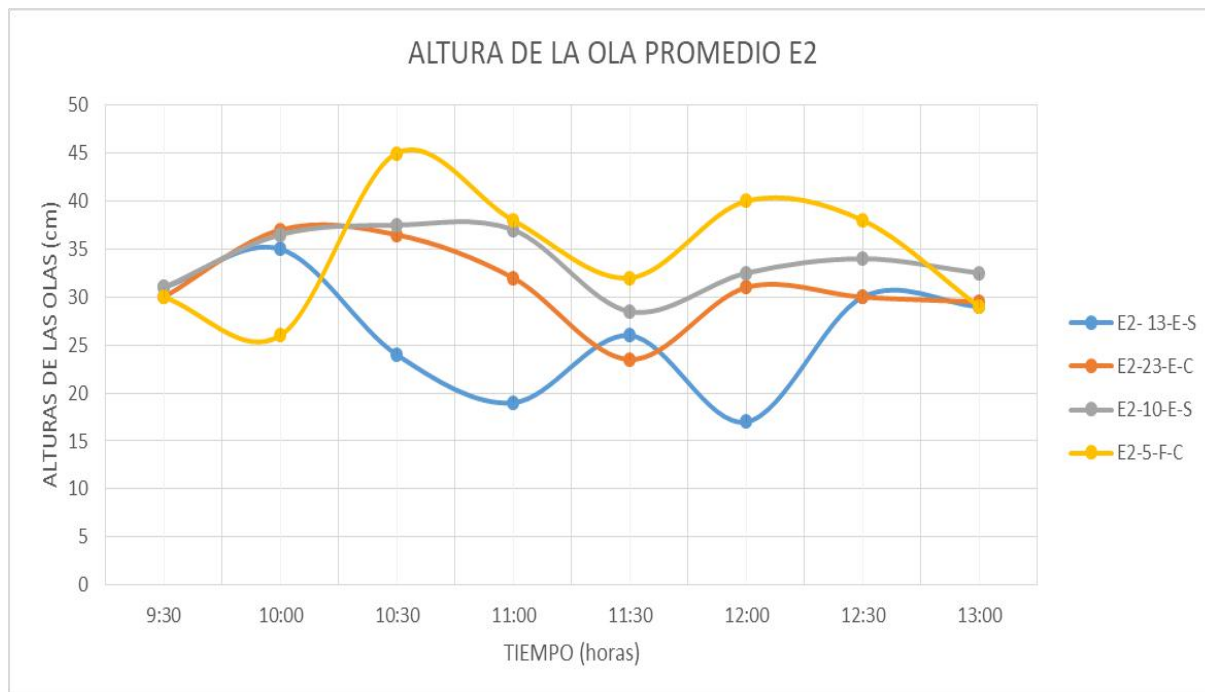


Ilustración 28: Altura de la Ola Promedio de la Estación E02

Elaborado por: E. Ortiz / G.Prias

Tomando los datos de ambas estaciones estimando que el promedio en las dos fases, en sicingia y cuadratura está entre 17 y 45 cm como muestra la **Ilustración 29**.

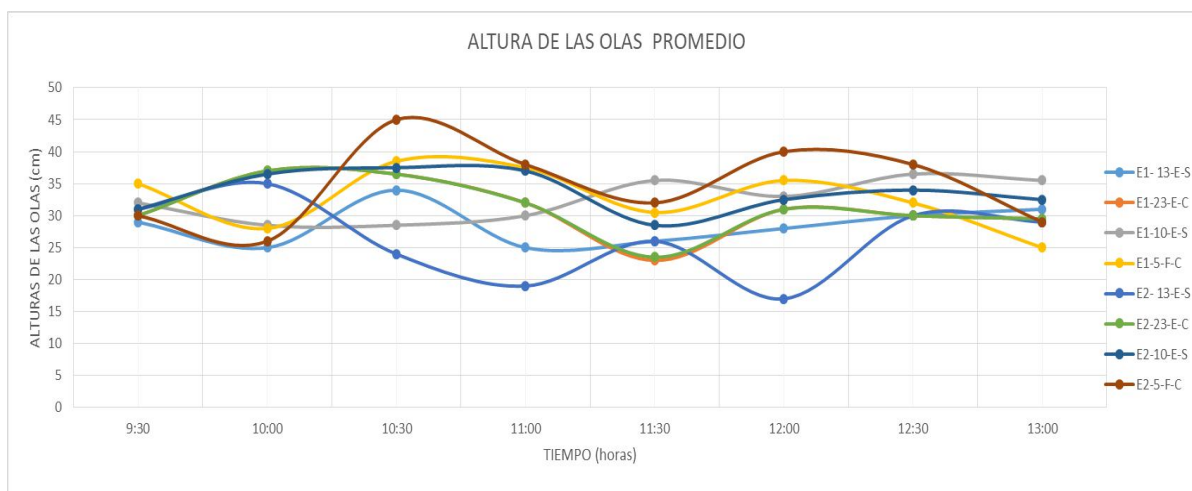


Ilustración 29: Alturas Promedio de las Olas en las dos Fases de las Estaciones.

Elaborado por: E. Ortiz / G.Prias

La altura de ola no varía considerablemente entre las estaciones, cuando se calcula el promedio de cada estación se puede visualizar que el valor obtenido en la estación E01 es de 32 cm, siendo levemente superior a la de la estación E02 de 31cm (**Tabla 6**).

Tabla 6: Altura de ola promedio en base a los datos de campo.

ESTACIÓN	E01	E02
Fase de Sicigia (Cm)	30	28
Fase de Cuadratura (cm)	33	33
Promedio (cm)	32	31

Elaborado por: E. Ortiz/ G. Prias

4.1.2. Altura de la Ola Significativa.

La **Ilustración 30** nos muestra las frecuencias de las alturas de las olas, que se obtuvieron en el trabajo de campo. Se observa que la altura de olas predominante está en los 40 cm, esta corresponde al 18% de los datos. Teniendo un total de 600 olas registradas en el cual el promedio de ola predominante es de 108 olas con mayor altura.

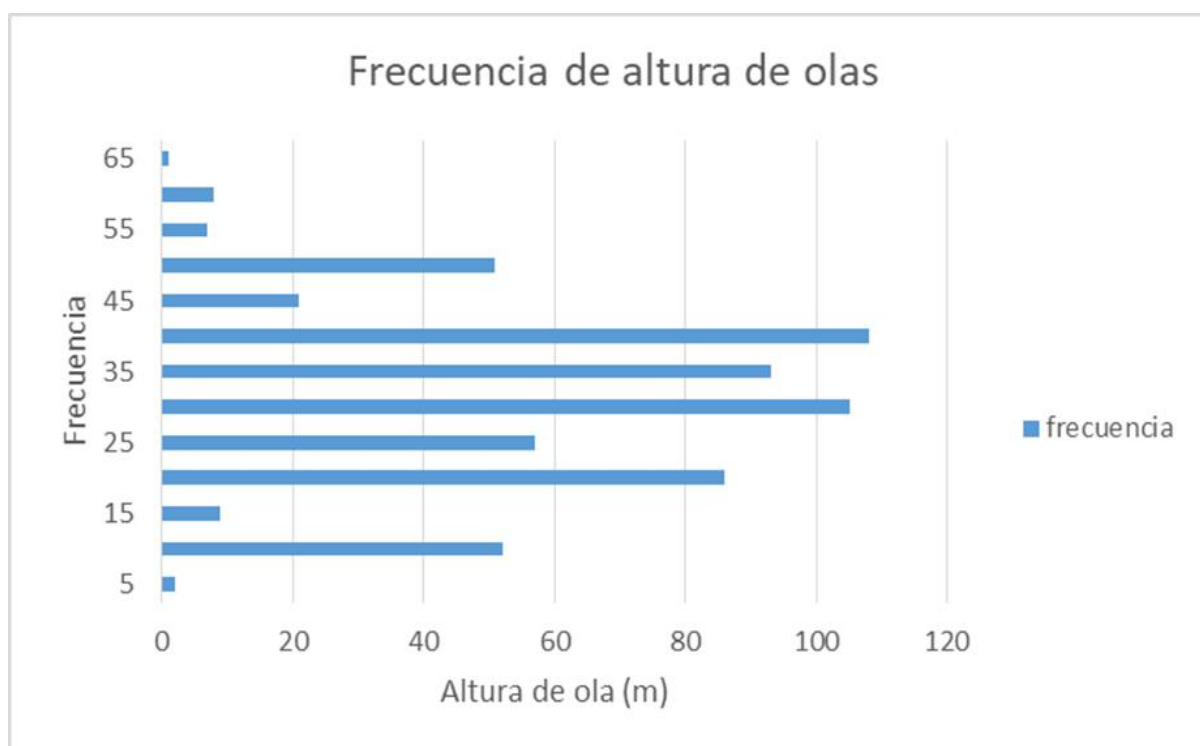


Ilustración 30: Frecuencias de Altura de Olas
Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

De la distribución de la frecuencia así como para la fase de sicigia, y la fase de cuadratura se obtuvieron los siguientes datos de altura de ola significativa.

Tabla 7: Frecuencias de las alturas de las olas

ALTURAS DE LAS OLAS (cm)	FRECUENCIA
5	2
10	52
15	9
20	86
25	57
30	105
35	93
40	108
45	21
50	51
55	7
60	8
65	1

Elaborado por: E. Ortiz/ G. Prias

4.1.3. Periodo de Ola.

Los valores de los periodos de ola predominan entre 65 a 145 segundos como muestra la **Ilustración 31**.

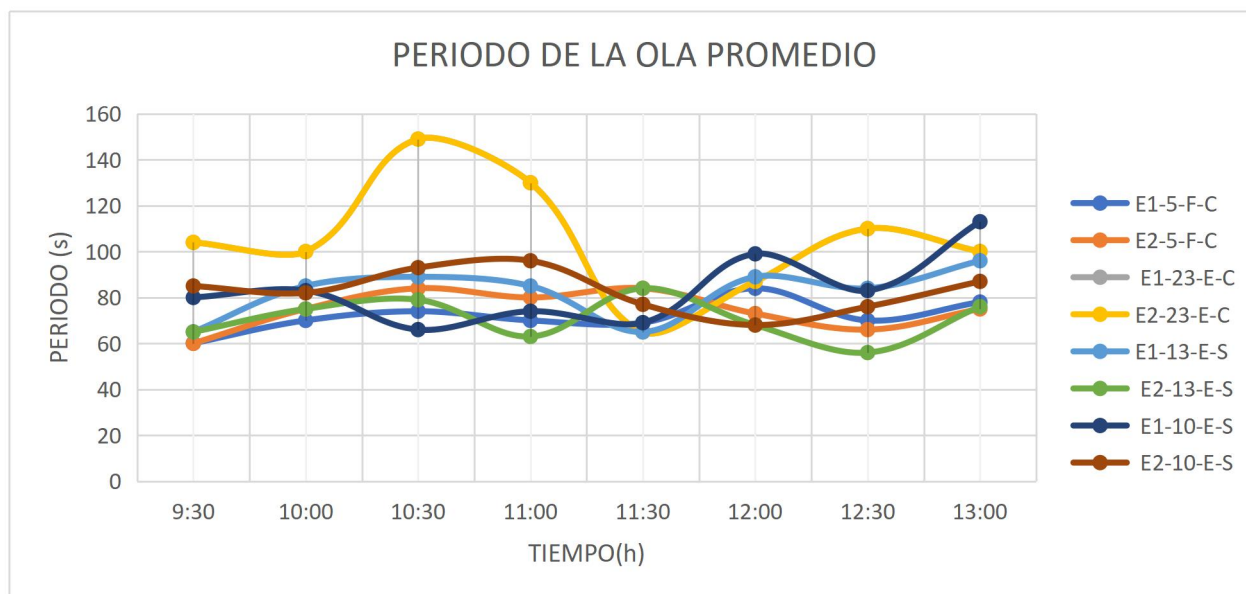


Ilustración 31: Periodo de Olas Promedio de todas las Estaciones
Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

En la estación E01 el valor promedio registrado es de 131 segundos, y de la estación E02 el valor registrado es de 84 segundos. Analizando los resultados el periodo de oleaje promedio en la zona de estudio tienden entre los 108 segundos.

Tabla 8: Periodo de la ola promedio de los registro de campo

Estación	E01	E02	Promedio
Fase de Sicigia (seg)	84	78	77
Fase de Cuadratura (seg)	178	90	134
Promedio General (seg)	131	84	108

Elaborado por: E.Ortiz / G. Prias

4.1.4. Tipo de Ola.

El tipo de olas que se registró entre las dos estaciones no varía, el 100% son de tipo spilling en la zona de estudio.

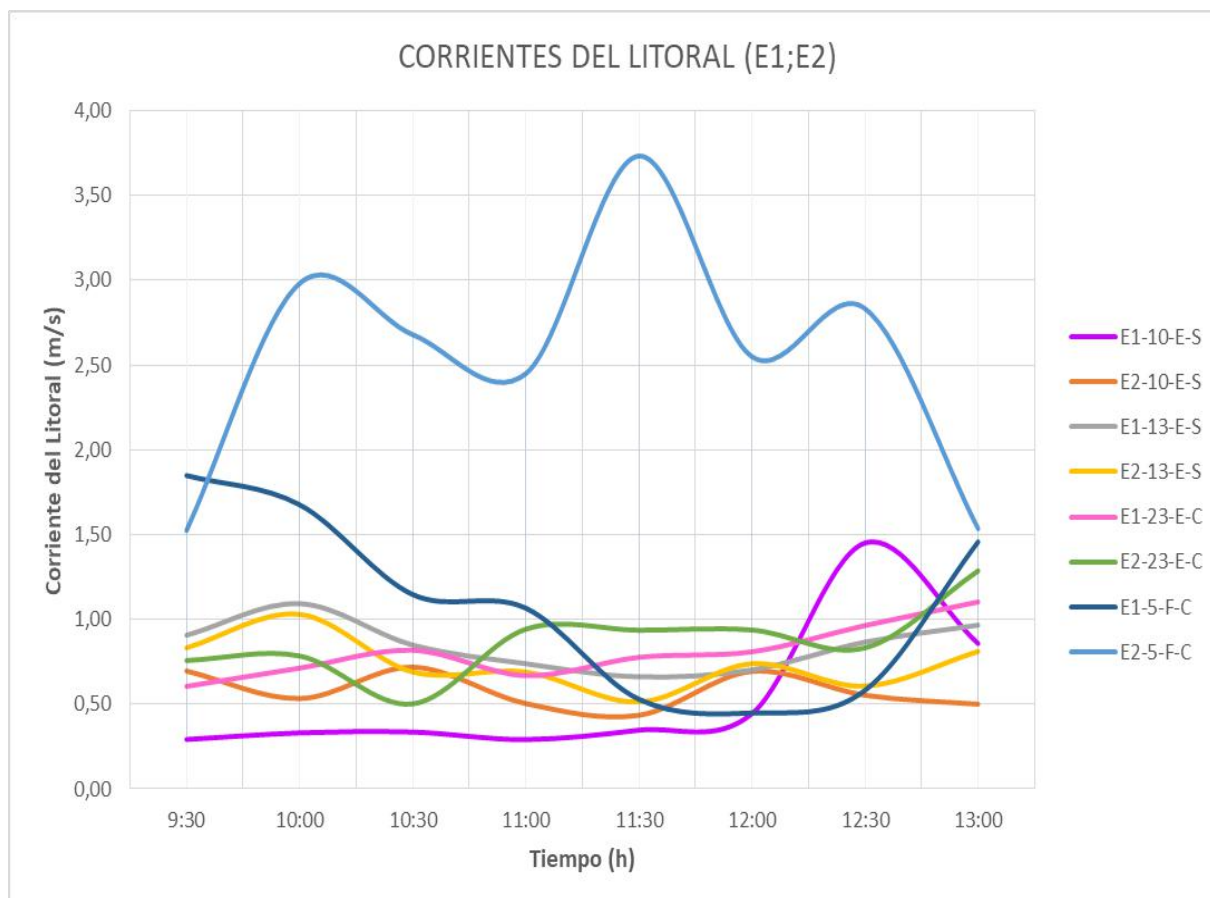
Tabla 9: Tipo de ola registrada en las estaciones E01 y E02

Tipo de rotura de oleaje	E01	E02
Collapsing(colapso)	0%	0%
Plunging (voluta)	0%	0%
Spilling (derramamiento)	100%	100%
Surging(oscilación)	0%	0%

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

4.2. Corriente del Litoral

La corriente del litoral predominante tiene dirección SO, es decir la corriente va a la izquierda hacia la zona de offshore de la playa. En la **Ilustración 32** se puede observar que en la zona de estudio la velocidad de corriente va en el rango 0.29 hasta los 3.73



m/s.

Ilustración 32: Corriente del litoral por cada toma de datos
Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

Para determinar la velocidad de la corriente del litoral se utilizó el teorema de Pitágoras.

Tabla 10 : Promedio de corriente del litoral de cada estación por cada toma de datos

HORA	E01-10-E-S	E01-13-E-S	E01-23-E-C	E01-5-F-C	E02-13-E-S	E02-23-E-C	E02-5-F-C	E02-10-E-S
09:30	0.29	0.91	0.61	1.8	0.83	0.76	1.52	0.70
10:00	0.33	1.09	0.71	1.7	1.03	0.78	2.98	0.53
10:30	0.34	0.85	0.82	1.1	0.69	0.50	2.68	0.72
11:00	0.29	0.74	0.67	1.07	0.69	0.94	2.45	0.50
11:30	0.35	0.66	0.78	0.53	0.51	0.94	3.73	0.44
12:00	0.44	0.70	0.81	0.45	0.74	0.94	2.55	0.69
12:30	1.45	0.87	0.96	0.58	0.61	0.83	2.83	0.55
13:00	0.86	0.97	1.10	1.46	0.81	1.29	1.54	0.50

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

En la estación E01 el promedio de corriente del litoral es de 0.83 m/s mientras tanto que en la estación E02 el promedio es de 1.25 m/s. Obteniendo una corriente del litoral de 1.04 m/s.

Tabla 11: Corriente del litoral promedio calculadas de las estaciones E01y E02

Estación	E01	E02	Promedio
Estado Sicigia (m/s)	0.7	0.8	0.75
Estado Cuadratura (m/s)	0.96	1.69	1.3
Total (m/s)	0.83	1.25	1.04

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

4.3. Corriente del Litoral Superficial y Sub Superficial

Para el cálculo de corrientes superficiales y sub superficiales se considera la distancia proporcionada por la relación entre las coordenadas (UTM) y el tiempo de desplazamiento de las veletas, en la **Ilustración 33** e **Ilustración 34** se muestra el comportamiento de las corrientes superficiales y sub superficiales.

Tabla 12: Corrientes Superficiales veleta1 y veleta 2

hora	corriente v1 (m/s)	hora	corriente v2 (m/s)
12:32	1,14	12:44	0,27
12:52	0,87	13:04	1,33
13:12	0,82	13:24	1,12
13:32	3,08	13:55	0,76
13:47	0,79	14:10	0,82
14:03	0,76	14:25	0,73
14:18	0,75	14:40	0,72
14:33	0,52	14:55	0,59
14:48	0,98	15:10	0,59
15:03	0,98		

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

En la **Tabla 12** se tiene los valores de la corriente superficial de v1 y v2, donde se puede observar que en los resultados de la corriente superficial de la veleta 1, son

mayores que la veleta 2 es decir que la trayectoria que recorrido la veleta 1 superficial fue mayor que la veleta 2 superficial.

Tabla 13: Corrientes sub-superficiales veleta1 y veleta 2

hora	corriente v1 (m/s)	hora	corriente v2(m/s)
12:30	0,81	12:49	0,71
12:50	0,76	13:09	0,58
13:10	0,91	13:29	1,34
13:30	0,24	13:50	0,60
13:45	1,86	14:05	0,70
14:00	0,70	14:20	0,75
14:15	0,74	14:35	0,74
14:30	0,61	14:50	0,99
14:45	0,82	15:05	0,99
15:00	0,82		

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

En la **Tabla 13** se tiene los valores de las corrientes sub-superficial de la v1 y v2 donde se puede observar que la veleta 2 tiene mayor trayectoria de la corriente.

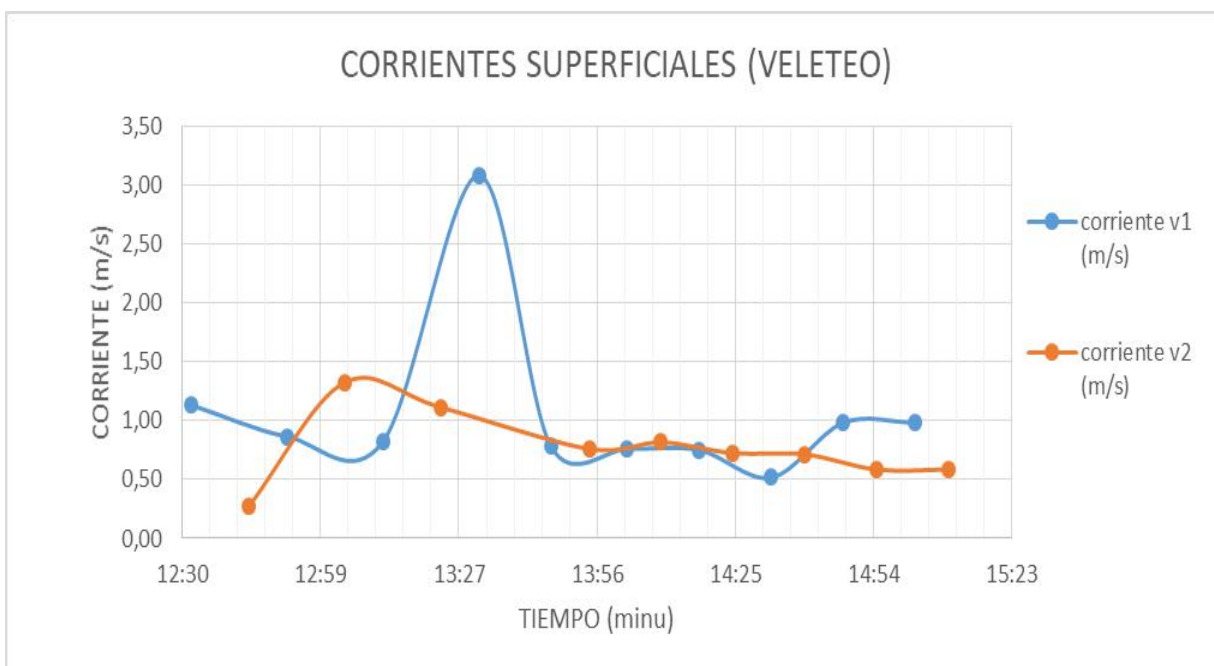


Ilustración 33: Corrientes superficiales (veleta 1y2)
Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

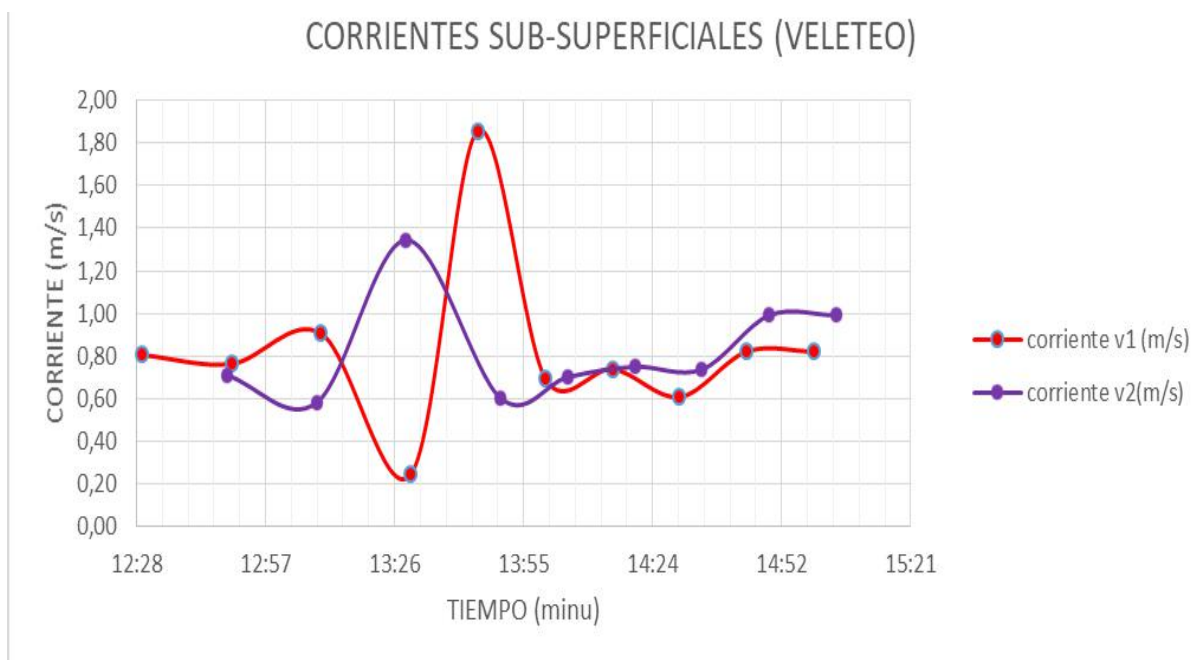


Ilustración 34: Corrientes sub-superficiales (veleta)
Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

CAPÍTULO V

Resultados

5.1. Transporte del Litoral

El transporte del litoral se encuentra definida por la corriente del litoral, de tal manera que el efectúa su movimiento hacia la izquierda en dirección (SO).

Los cálculos respetivos se ejecutaron por dos, de los tres métodos mencionados en el (**Capítulo II**). Para el cálculo del transporte del litoral se toman en cuenta los siguientes parámetros presentados en la **Tabla 14**

Tabla 14: Parámetros generales para el cálculo del transporte del litoral

PARÁMETRO	VALOR
Densidad del agua del mar (kg/m^3)	1025
Densidad del sedimento (kg/m^3)	2650
Gravedad (m/s)	9.81
Coeficiente adimensional de KOMAR k'	0.28
Factor de porosidad de la arena a'	0.60

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

De los cálculos del método de KOMAR se obtuvieron los resultados presentados en las siguientes **Tabla 15** y **Tabla 16**.

Tabla 15: Resultados del transporte del litoral por el método de KOMAR en fase lunar sicigia

Parámetro	E1	E2
αb	3°	12°
H_b sicigia (m)	0.30	0.29
D_b sicigia (m)	0.39	0.37
C_b sicigia (m/s)	1.72	1.69
$\bar{E}$ sicigia (J/m ²)	116.69	106.87
U_m sicigia (m/s)	0.86	0.845
I_s sicigia (N/s)	45.45	40.34
Q_s sicigia (m ³ /s)	0.01679	0.01490

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

Tabla 16: Resultados del transporte del litoral por el método de Komar en fase lunar cuadratura.

PARAMETRO	E1	E2
αb	3°	12°
H_b cuadratura (m)	0.32	0.33
D_b cuadratura (m)	0.40	0.42
C_b cuadratura (m/s)	1.73	1.77
$\bar{E}$ cuadratura (J/m ²)	133.04	137.91
U_m cuadratura (m/s)	0.89	0.90
I_s cuadratura (N/s)	71.22	134.5
Q_s cuadratura (m ³ /s)	0.02631	0.04969

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

El método de KOMAR es un método más preciso para el cálculo del transporte del litoral debido a que, en sus ecuaciones propone utilizar la mayor cantidad de datos de las características costeras determinadas en campo y laboratorio.

El volumen del transporte del litoral está en función de la energía transmitida por el oleaje, dado que en la estación E02 en fase de cuadratura se registraron olas con mayor altura por lo que Q_s es mayor en esa estación, siendo así en cuadratura el máximo valor entre las estaciones.

Se puede observar que los menores valores, se encuentran en la estación E01 y E02 en la fase de sicigia siendo estos en la estación $Q_{S_{E01}} = 0.01679 \text{ m}^3/\text{s}$ y la estación $Q_{S_{E02}} = 0.01490 \text{ m}^3/\text{s}$.

Los resultados obtenidos del transporte del litoral están dados en m^3/s pero también pueden estar dados en $\text{m}^3/\text{año}$, como se puede observar en la **Tabla 17**.

Tabla 17: Resultados del transporte del litoral método de KOMAR Q_s ($\text{m}^3/\text{año}$)

PARÁMETRO	E01	E02
Q_s sicigia ($\text{m}^3/\text{año}$)	529.676,222	47.0092,549
Q_s cuadratura ($\text{m}^3/\text{año}$)	829.823,554	156.7113,86

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

Debido a que el transporte del litoral está en función del factor de energía de flujo y a su vez corresponde a un ángulo de oleaje que esta respecto a la costa y la energía que se libera al momento que la ola rompe, en la **Tabla 18** y **Tabla 19** se puede observar,

determinado mediante el método de CERC que en la estación E02 tiene mayor volumen tanto en la fase de sicigia como en cuadratura.

Tabla18: Resultados del transporte del litoral por el método CERC en la fase de sicigia

Parámetro	E1	E2
α_b	3°	12°
H_b sicigia (m)	0.30	0.29
D_b sicigia (m)	0.39	0.37
C_b sicigia (m/s)	1.72	1.69
$\bar{E}$ sicigia (J/m ²)	116.69	106.87
P_l sicigia (J/m-s)	8.79	36.81
Qls sicigia (m ³ /año)	11.341,62441	47485,7961
Qs sicigia (m ³ /año)	11.341,62441	46490,749

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

Tabla 19: Resultados del transporte del litoral por el método CERC en la fase de cuadratura

Parámetro	E1	E2
α_b	3°	12°
H_b cuadratura (m)	0.32	0.33
D_b cuadratura (m)	0.40	0.42
C_b cuadratura (m/s)	1.73	1.77
$\bar{E}$ cuadratura (J/m ²)	133.04	137.91
P_l cuadratura (J/m-s)	10,35813204	50,6284849
Qls cuadratura (m ³ /año)	13.361,99033	65310,7455
Qs cuadratura (m ³ /año)	13.361,99033	63942,1833

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

5.2. Estimación y Comparación de Corriente Longshore y Corriente Offshore-Onshore

En la **Tabla 20** se puede observar los resultados de los promedios de las corrientes, la variación de ambas, tanto la corriente por el método de veleta y la corriente del litoral se tiene un rango de variación limitado.

Tabla 20: Promedios de Corrientes longshore y corriente offshore-onshore

Fase lunar	corriente superficial (m/s)	corriente sub-superficial (m/s)	Promedio
Estado de sicigia (veleta)	0,82	0,93	0,88
	E01	E02	
Estado de sicigia	0,7	0,8	0,75

Elaborado por: E. Ortiz / G. Prias

CAPÍTULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación se caracterizaron en la zona de la casa de prácticos de la APG, ubicada en la comuna Data Posorja de la provincia del Guayas en época lluviosa con finalidad de obtener datos de campo de las características climáticas dominantes de la zona de estudio como lo son el oleaje, y la corriente del litoral, misma que permiten la cuantía de transporte del litoral a lo largo de la casa de prácticos.

Se realizó un estudio de corriente por el método de Lagrange tanto para corrientes superficiales y subsuperficiales, en la fase sicigia para así saber la variación que existe en corriente tanto en longshore y offshore-onshore

. Una vez realizadas todos los análisis planteados se puede concluir lo siguiente:

- La velocidad y la dirección de las veletas estuvieron influenciadas por acción del viento. La veleta superficial se mueve más rápidas que las veletas sub superficiales, es decir que las aguas superficiales se mueven más rápidas que las aguas sub superficiales (profundas), para época húmeda la dirección de las corrientes superficiales y subsuperficiales, casi coincidieron con corrientes obtenidas en longshore.
- La dinámica del área costera de la casa de prácticos de la APG, está determinado por la acción de las olas y las corrientes, en lo que los procesos

litorales durante la época húmeda estuvieron dominados por la acción de las olas rompientes, es decir las corrientes predominantes durante la época de estudio fueron en dirección hacia el sur.

➤ Para el cálculo de transporte del litoral se utilizó el método de Komar y CERC, estos métodos son los más usados para el transporte del litoral y por lo que en ellos acogen la mayor parte de datos escogidos en el área de estudio.

6.2 Recomendaciones

- Es importante seguir con el estudio de características del litoral y transporte del litoral a lo largo de año, para obtener un mayor número de datos útiles al análisis estadístico.
- Se recomienda utilizar el método e Komar para el cálculo del transporte del litoral, este método permite usar datos de características costeras tomadas en campo.
- Se recomienda incrementar la densidad espacial de las estaciones, introduciendo un mayor número de estaciones de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Villón Béjar, M. (2004). *Hidrología*. Costa Rica : Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2004.
- Abata , K. C. (2012). *Espol Estudio Historico de Corrientes Marinas en Bahia Naufragio* .
Obtenido de
https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21724/1/Tesis_Karina%20Abata%20T.pdf
- ASTM. (2001). *American Society of Testing Materials*. Estados Unidos: American Society of Testing Materials.
- Boon, J. D., & Green , M. o. (1951). CARIBBEAN BEACH-FACE SLOPES AND BEACH EQUILIBRIUM PROFILES. *Coastal Engineering*, 1-13. Obtenido de
<https://journals.tdl.org/icce/index.php/icce/article/view/4327>
- CERC. (1984 a). *Coastal Engineering Research Center*. Obtenido de DEPARTMENT OF THE ARMY [Waterways Experiment Station, Corps of Engineers]:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/102423#page/1/mode/1up>
- CERC. (1984C). *Coastal Engineering Research Center*. Obtenido de Coastal Engineering Research Center[Waterways Experiment Station, Corps of Engineer]: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/102423#page/1/mode/1up>
- Coruña, U. d. (2017). *Universidade da Coruña*. Obtenido de Universidade da Coruña:
http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-3%20geomorfologia.pdf
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de ingeniería*. Mexico: CENCAGE Learning.
- Davison Arnott, R., Bauer , B., & Houser , C. (2019). *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. United Kingdon: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- Dean , R. G. (1977). *Equilibrium Beach Profiles*:. US: Atlantic and Gulf Coasts.
- Dean Rosati , J., & Kraus , N. C. (1999). Sediment Budget Analysis System. *US Army Corps of Engineers*, 1-14. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/239536207_US_Army_Corps_of_Engineers_Sediment_Budget_Analysis_System_SBAS

- Dean, R. G. (1983). SHORELINE EROSION DUE TO EXTREME STORMS. *Coastal and Oceanographic Engineering Department* (pág. 65). Florida : Sea Grant Program University of Delaware Newark, Delaware 19711.
- Engineers., U. A. (2002). *Coastal Engineering Manual (CEM)*. Washinton DC: U.S. Army Corps of Engineers. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/30433930_US_Army_Corps_of_Engineers_Coastal_Engineering_Manual_CEM_Engineer_Manual_1110-2-1100
- Esteban Chapapria, V. J. (2008). *Obras Maritimas* . España: Universidad Politecnica De Valencia .
- G.I.O.C. (diciembre de 2000). *Mecanica de ondas*. Obtenido de Dinamica vol.I: https://smc.ihcantabria.es/SMC25/wp-content/uploads/2015/08/Documento-de-referencia_Volumen1.pdf
- Gálvez, H., & Regalado, J. (2009). *COMPORTAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES EN LA COSTA ECUATORIANA EN EL 2008 [ACTA OCEANOGRÁFICA DEL PACÍFICO. VOL. 15, Nº 1, 2009]*. Obtenido de INOCAR: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/publicaciones/actas-oceanograficas/file/232-comportamiento-de-las-precipitaciones-en-la-costa-ecuatoriana-en-el-2008>
- Galvin, C. (1972). A Gross Longshore Transport Rate Formula. *13th International Conference on Coastal Engineering* (pág. 15). Vancouver,British Comunbia: 1973 American Society of Civil Engineers.
- Hernández Santibón, E., & Reyna González, N. K. (17 de 10 de 2012). *EDOC*. Obtenido de Procesos de Separacion I: <https://qdoc.tips/sedimentadorespdf-pdf-free.html>
- Hoti. (11 de 4 de 2010). *El viento ,Hidrologia general* . Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/hotii/5-viento>
- Ibarra Marinas , D., & Belmonte Serrato , F. (2017). *Comprendiendo el litoral:Dinamica y procesos*. España: editum. Obtenido de Comprendiendo el litoral:Dinamica y procesos: <https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2017/12/IbarraBelmonte.pdf>
- IMARPE. (2016). *IMARPE*. Obtenido de IMARPE: http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0178030102000000000000
- IMEDEA. (10 de 10 de 2010). *Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA)*. Obtenido de Caracterización del clima marítimo en el mar balear: <http://costabalearsostenible.es/variabilidadclimamaritimo.html>

- INOCAR. (1 de 10 de 2000). *INOCAR* . Obtenido de INOCAR :
https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta10/OCE1001_6.pdf
- Inocar. (octubre de 2020). *Inocar* . Obtenido de Inocar :
<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php>
- Komar , P. D., & McDougal , W. G. (1994). The Analysis of Exponential Beach Profiles. *Journal of Coastal Research*, 1-11. Obtenido de
<https://journals.flvc.org/jcr/article/view/79109>
- Kraus , N. C. (0.1 de 10 de 1992). Engineering Approaches to Cross-Shore Sediment Transport Processes. *ICCE 1992 local organising committee*, 1-35. Obtenido de
<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:b09dd778-3daf-4ab0-ba9e-2dec697f88eb>
- Macdonel Martinez , G. (2018). *INGENIERIA MARITIMA Y PORTUARIA*. Colombia : Alfaoemga.
- MARN. (01 de 02 de 2016). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de Morfologías de playas:
<http://rcc.marn.gob.sv/xmlui/handle/123456789/182>
- Menéndez, M., Méndez Incera, F. J., Losada, Í. J., Medina, R., & Abascal, A. J. (2004). Variaciones del régimen extremal del clima marítimo en el litoral español en el periodo 1958-2001.
- Merdereros Martin , L. (31 de marzo de 2009). *rodamedia* . Obtenido de rodamedia :
<http://www.rodamedia.com>
- Pedrozo , D., Toledo , N., & Silva , R. (2006). CARACTERIZACIÓN DE LA ROMPIENTE EN MEDIOS DISIPATIVOS. *XIX CONGRESO NACIONAL DE CUERNAVACA ,MORELOS* (pág. 8). Mexico : UNAM.
- Peralta , J. M., Delgado , E., & Sosa Tinoco , I. (2016). Análisis y evaluación de la información meteorológica disponible para la prospección del recurso eólico en el perfil costero Ecuatoriano. *XXI CONGRESO NACIONAL* (págs. 1-9). España: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción,Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable Ecuador.
- Pickard , G. J., & Emery , W. L. (1990). *Physical Oceanography (5 th edition)*. Inglaterra: British Library Cataloguing in Publication Data. Obtenido de
https://books.google.com.ec/books?id=94GNMv57uH8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Pino , F. (05 de 12 de 2010). *Cómo se produce el viento*. Obtenido de VIX:
<https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/2010/12/05/como-se-produce-el-viento>

- Quick, M. C. (1991). . Onshore-offshore sediment transport on beaches. *Costal Engineering vol 15 (4)*, 313-332.
- Rocha Felices , A. (1998). Introducción a la Hidráulica Fluvial. En R. F. Arturo, *Introducción a la Hidráulica Fluvial* (págs. 98-109). Lima: Facultad de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de file:///C:/Users/pc-principal/Downloads/hidraulicafluvial.pdf
- Salazar Cueva, A. A. (diciembre de 2014). *Repositorio de la Universidad San Francisco De Quito* . Obtenido de Implementación del modelo ADCIRC para el cálculo de mareas y corrientes en el Golfo de Guayaquil(Tesis de Grado): <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4100>
- Sanchez. (2015). Estudios para el diseño de la protección costera del nuevo Malecón de Libertador Bolivar. Santa Elena, Ecuador. 1-20.
- Schneider, C. (1981). The Littoral Environment Observation (LEO). *COASTAL ENGINEERING TECHNICAL AID NO. 81-5*, 1-25. Obtenido de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a101855.pdf>
- Seymour, R. J. (2005). Transporte de sedimentos costeros. *Encyclopedia of Costal Science*, 1-15. Obtenido de https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F1-4020-3880-1_199#howtocite
- Torres, V. (1 de Diciembre de 2011). *Transporte del litoral* . Obtenido de WORDPRESS: <https://catarinospuertos7.wordpress.com/2011/12/01/transporte-de-litoral/>
- Vera, L. (2000). Análisis de los procesos costeros en La Libertad. *Instituto oceanografico de la armada del ecuador*, 51-65.
- Vidal, C., Losada , M., Medina , R., & Losada , I. (1 de enero de 1995). *MODELOS DE MORFODINÁMICA DE*. Obtenido de IWA PUBLISHING (ingenieria del agua): https://iwaponline.com/IA/article/2/1_Extraordinario/55/68162/Modelos-de-morfodinamica-de-playas

ANEXOS

ANEXOS A

**Tablas de datos del oleaje en las fases de sicigia y
cuadratura**

E01:Oleaje								
Fecha:10 de enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576229
Tipo de marea: Sicigia								9699863
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	silling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	220°	220°	225°	220°	225°	225°	225°	200°
Alineacion de la playa	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°
ab	0°	0°	5°	0°	5°	5°	5°	-20
Periodo(min)	01:20	01:23	01:06	01:14	01:09	01:39	01:23	01:53
Periodo(S)	80	83	66	74	69	99	83	113
Altura de ola (cm)								
1	20	25	30	30	25	35	40	30
2	30	30	40	40	40	35	35	35
3	40	20	50	40	50	35	40	40
4	25	25	30	50	20	30	35	35
5	35	20	20	25	30	30	35	35
6	20	30	10	35	40	25	40	40
7	40	35	20	15	50	40	40	30
8	30	35	30	15	35	35	35	50
9	35	30	45	20	35	35	30	30
10	45	35	10	30	30	30	35	30
Promedio de olas (cm)	32	28.5	28.50	30.00	35.50	33.00	36.50	35.50
Promedio de olas (s)	8.0	8.3	6.60	7.40	6.90	9.90	8.30	11.30

E02:Oleaje								
Fecha:10 de enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576312
Tipo de marea: Sicigia								9699802
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	silling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	225°	225°	220°	225°	230°	225°	230°	225°
Alineacion de la playa	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°
ab	15°	15°	10°	15°	20°	15°	20°	15°
Periodo(min)	01:25	01:22	01:33	01:36	01:17	01:08	01:16	01:27
Periodo(S)	85	82	93	96	77	68	76	87
Altura de ola (cm)								
1	30	25	45	40	35	25	30	20
2	30	10	30	35	30	40	25	10
3	35	20	20	25	40	40	35	25
4	25	35	45	40	20	40	35	25
5	30	35	35	50	30	30	30	40
6	30	10	35	35	20	30	30	35
7	40	25	35	40	35	25	40	40
8	35	35	45	50	30	25	45	30
9	30	30	45	45	25	25	40	30
10	25	40	40	10	20	45	30	30
Promedio de olas (cm)	31	26.5	37.50	37.00	28.50	32.50	34.00	28.50
Promedio de olas (s)	8.5	8.2	9.30	9.60	7.70	6.80	7.60	8.70

E01:Oleaje								
Fecha:10 de enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576229
Tipo de marea: Sicigia								9699863
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	silling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	220°	220°	225°	220°	225°	225°	225°	200°
Alineacion de la playa	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°
ab	0°	0°	5°	0°	5°	5°	5°	-20
Periodo(min)	01:20	01:23	01:06	01:14	01:09	01:39	01:23	01:53
Periodo(S)	80	83	66	74	69	99	83	113
Altura de ola (cm)								
1	20	25	30	30	25	35	40	30
2	30	30	40	40	40	35	35	35
3	40	20	50	40	50	35	40	40
4	25	25	30	50	20	30	35	35
5	35	20	20	25	30	30	35	35
6	20	30	10	35	40	25	40	40
7	40	35	20	15	50	40	40	30
8	30	35	30	15	35	35	35	50
9	35	30	45	20	35	35	30	30
10	45	35	10	30	30	30	35	30
Promedio de olas (cm)	32	28.5	28.50	30.00	35.50	33.00	36.50	35.50
Promedio de olas (s)	8.0	8.3	6.60	7.40	6.90	9.90	8.30	11.30

E02:Oleaje								
Fecha:10 de enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576312
Tipo de marea: Sicigia								9699802
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	silling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	225°	225°	220°	225°	230°	225°	230°	225°
Alineacion de la playa	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°
ab	15°	15°	10°	15°	20°	15°	20°	15°
Periodo(min)	01:25	01:22	01:33	01:36	01:17	01:08	01:16	01:27
Periodo(S)	85	82	93	96	77	68	76	87
Altura de ola (cm)								
1	30	25	45	40	35	25	30	20
2	30	10	30	35	30	40	25	10
3	35	20	20	25	40	40	35	25
4	25	35	45	40	20	40	35	25
5	30	35	35	50	30	30	30	40
6	30	10	35	35	20	30	30	35
7	40	25	35	40	35	25	40	40
8	35	35	45	50	30	25	45	30
9	30	30	45	45	25	25	40	30
10	25	40	40	10	20	45	30	30
Promedio de olas (cm)	31	26.5	37.50	37.00	28.50	32.50	34.00	28.50
Promedio de olas (s)	8.5	8.2	9.30	9.60	7.70	6.80	7.60	8.70

E01:Oleaje								
Fecha:13 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576229
Tipo de marea:Sicigia								9699863
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	225°	220°	220°	220°	225°	220°	225°	220°
Alineacion de la playa	310	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°
ab	5°	0°	5°	5°	5°	0°	5°	0°
Periodo(min)	01:20	01:25	01:29	01:25	01:20	01:16	01:24	01:36
Periodo(S)	65	85	89	85	65	89	84	96
Altura de ola (cm)								
1	20	20	20	20	10	30	10	30
2	40	40	50	40	30	50	30	40
3	30	10	30	10	40	10	20	50
4	20	50	50	50	40	20	30	50
5	40	10	50	10	20	20	30	40
6	10	30	10	30	30	20	40	10
7	50	10	50	10	30	30	50	20
8	10	10	10	10	20	30	50	40
9	50	20	50	20	30	40	10	10
10	20	50	20	50	10	30	30	20
Promedio de olas (cm)	29.00	25.00	34.00	25.00	26.00	28.00	30.00	31.00
Promedio de olas (s)	6.50	8.50	8.90	8.50	6.50	8.90	8.40	9.60

E02:Oleaje								
Fecha:13 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576312
Tipo de marea:Sicigia								9699802
Hora	09:30	10	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	225°	225°	210°	225°	210°	210°	220°	220
Alineacion de la playa	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°
ab	15°	15°	0°	15°	0°	0°	10°	10°
Periodo(min)	01:20	01:15	01:19	01:03	01:24	01:08	00:56	01:16
Periodo(S)	65	75	79	63	84	68	56	76
Altura de ola (cm)								
1	40	40	30	20	10	20	20	30
2	30	40	40	10	40	20	20	10
3	20	20	20	20	10	10	40	10
4	40	30	10	30	20	20	10	20
5	30	50	50	30	30	10	50	30
6	30	40	20	20	40	10	50	50
7	20	30	10	20	20	30	10	40
8	30	30	30	20	10	20	20	50
9	40	40	10	10	50	20	50	30
10	30	30	20	10	30	10	30	20
Promedio de olas (cm)	31.00	35.00	24.00	19.00	26.00	17.00	30.00	29.00
Promedio de olas (s)	6.50	7.50	7.90	6.30	8.40	6.80	5.60	7.60

E02:Oleaje								
Fecha:23 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: lluvioso					coordenadas			576312
Tipo de marea: Cuadratura								9699802
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	silling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	225°	230°	230°	225°	220°	220°	225°	225°
Alineacion de la playa	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°
ab	15°	20°	20°	15°	10°	10°	15°	15°
Periodo(min)	00:00	01:55	01:00	02:10	1:05	01:27	01:50	01:40
Periodo(s)	104	100	149	130	65	87	110	100
Altura de ola (cm)								
1	5	30	20	25	10	15	30	25
2	40	35	40	40	25	30	40	40
3	40	40	50	40	25	20	35	35
4	20	45	30	35	30	15	25	35
5	10	55	40	40	25	35	25	25
6	25	35	35	35	25	40	30	30
7	40	20	35	35	10	50	25	25
8	35	35	50	30	10	30	20	30
9	40	35	55	30	35	35	35	25
10	45	40	10	10	40	40	35	25
Promedio de olas (cm)	30	37	36.50	32.00	23.50	31.00	30.00	29.50
Promedio de olas (s)	10.4	10	14.90	13.00	6.50	8.70	11.00	10.00

E01:Oleaje								
Fecha:23 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: lluvioso					coordenadas			576229
Tipo de marea: Cuadratura								9699863
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	silling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	225°	230°	220°	230°	220°	220°	225°	220°
Alineacion de la playa	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°
ab	5°	10°	0°	10°	0°	0°	5°	0°
Periodo(min)	01:44	01:40	02:29	02:10	1:05	01:27	01:50	01:40
Periodo(s)	104	100	149	130	65	87	110	100
Altura de ola (cm)								
1	5	30	20	25	10	15	30	25
2	40	35	40	40	25	30	40	40
3	40	40	50	40	25	20	35	35
4	20	45	30	35	30	15	25	35
5	10	55	40	40	25	35	25	25
6	25	35	35	35	25	40	30	30
7	40	20	35	35	10	50	25	25
8	35	35	50	30	10	30	20	30
9	40	35	55	30	35	35	35	25
10	45	40	10	10	40	40	35	25
Promedio de olas (cm)	30	37	36.50	32.00	23.50	31.00	30.00	29.50
Promedio de olas (s)	10.4	10	14.90	13.00	6.50	8.70	11.00	10.00

E02:Oleaje								
Fecha:5 de Febrero del 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Lluvioso								
Tipo de marea: Cuadratura								
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	220°	220°	210°	210°	220°	210°	220°	215°
Alineacion de la playa	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°	300°
ab	10°	10°	0°	0°	10°	0°	10°	5°
Periodo(min)	01:00	01:15	01:24	01:20	01:24	1:13	01:06	01:15
Periodo(S)	60	75	84	80	84	73	66	75
Altura de ola (cm)								
1	45	50	20	30	60	50	25	25
2	20	25	25	20	50	35	20	20
3	45	20	40	25	40	40	35	25
4	30	40	50	20	30	50	40	30
5	35	35	40	40	35	35	30	25
6	20	30	35	60	10	25	40	35
7	40	25	60	50	20	45	50	30
8	25	20	55	40	35	30	30	25
9	20	15	60	35	20	50	50	35
10	20	20	65	60	25	40	60	40
Promedio de olas (cm)	30.00	28.00	45.00	38.00	32.50	40.00	38.00	29.00
Promedio de olas (s)	6.00	7.50	8.40	8.00	8.40	7.30	6.60	7.50

E01:Oleaje								
Fecha:5 de Febrero del 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Lluvioso					coordenadas			576312
Tipo de marea: Cuadratura								9699802
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Tipo de ola	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling	spilling
Direccion de oleaje	220°	220°	220	225°	225°	225	225	225°
Alineacion de la playa	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°	310°
ab	0°	0°	0°	5°	5°	5°	5°	5°
Periodo(min)	01:00	01:10	01:14	01:10	01:09	01:24	01:10	01:18
Periodo(S)	60	70	74	70	69	84	70	78
Altura de ola (cm)								
1	60	45	20	20	15	25	40	15
2	30	50	30	40	20	30	20	20
3	35	25	35	35	25	45	35	25
4	40	25	40	25	35	30	50	30
5	45	30	35	50	60	40	40	25
6	30	20	50	55	35	25	30	25
7	30	35	40	45	40	30	25	30
8	30	40	60	30	20	35	10	25
9	40	45	35	25	20	55	40	35
10	45	20	40	50	35	40	30	20
Promedio de olas (cm)	38.50	33.50	38.50	37.50	30.50	35.50	32.00	25.00
Promedio de olas (s)	6.00	7.00	7.40	7.00	6.90	8.40	7.00	7.80

ANEXOS B

**Tablas de datos de corriente del litoral en las fases de
sicigia y cuadratura**

E01:Corriente del litoral								
Fecha:10 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576229
Tipo de marea: Sicigia								9699863
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia v (m)	29	26	27	28	30	34	28	25
Distancia h (m)	11	5	7	4	11	4	59	45
Distancia(m)	31	26	28	28	32	34	65	51
Tiempo(min)	01:46	01:20	01:23	01:37	01:32	01:17	01:58	01:05
Tiempo(s)	106	80	83	97	92	77	45	60
corriente del litoral	0.29	0.33	0.34	0.29	0.35	0.44	1.45	0.86

E02:Corriente del litoral								
Fecha:10 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja coordenadas 576229 9699863			
Clima: Soleado								
Tipo de marea: Sicigia								
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia v (m)	26	27	26	28	28	25	21	30
Distancia h (m)	10	31	18	29	31	22	22	40
Distancia(m)	28	41	32	40	42	33	30	50
Tiempo(min)	00:40	01:17	00:44	01:20	01:36	00:48	00:55	01:40
Tiempo(s)	40	77	44	80	96	48	55	100
corriente del litoral	0.70	0.53	0.72	0.50	0.44	0.69	0.55	0.50

E01:Corriente del litoral								
Fecha:13 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado								
Tipo de marea: Sicigia								
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia vertical (m)	32	40	30	42	32	44	33	49
Distancia horizontal (m)	44	52	55	30	30	27	22	72
Distancia(m)	59	66	62	51	43	52	39	58
Tiempo(min)	01:00	01:20	01:13	01:09	01:05	01:14	00:45	01:00
Tiempo(s)	60	60	73	69	65	74	45	60
corriente del litoral (m/s)	0.98	1.09	0.85	0.74	0.66	0.70	0.87	0.97

E02:Corriente del litoral								
Fecha:13 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576312
Tipo de marea: Sicigia								9699802
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia vertical (m)	44	50	27	29	38	30	49	30
Distancia horizontal (m)	50	52	62	40	42	42	72	31
Distancia(m)	67	72	67	49	56	51	85	43
Tiempo(min)	01:20	01:10	01:37	01:11	01:49	01:09	02:20	00:53
Tiempo(S)	80	70	97	71	109	69	140	53
corriente del litoral (m/s)	0.83	1.03	0.69	0.69	0.51	0.74	0.61	0.81

E01:Corriente del litoral								
Fecha:23 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja coordenadas			
Clima: lluvioso								
Tipo de marea: Cuadratura								
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia vertical (m)	34	42	41	32	40	50	52	54
Distancia horizontal (m)	31	27	50	36	15	33	35	42
Distancia(m)	46	50	65	48	43	60	63	68
Tiempo(min)	01:16	01:10	01:19	01:12	00:55	01:14	01:05	01:02
Tiempo(s)	76	70	79	72	55	74	65	62
corriente del litoral (m/s)	0.61	0.71	0.82	0.67	0.78	0.81	0.96	1.10

E02:Corriente del litoral								
Fecha:23 de Enero 2021					Ubicacion:Data Posorja coordenadas 576312 9699802			
Clima: lluvioso								
Tipo de marea: Cuadratura								
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia vertical (m)	41	38	38	40	40	44	50	52
Distancia horizontal (m)	70	48	28	40	60	50	44	48
Distancia(m)	81	61	47	57	72	67	67	71
Tiempo(min)	01:47	01:18	01:34	01:00	01:17	01:11	01:20	00:55
Tiempo(s)	107	78	94	60	77	71	80	55
corriente del litoral (m/s)	0.76	0.78	0.50	0.94	0.94	0.94	0.83	1.29

E01:Corriente del litoral								
Fecha:5 de Febrero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576229
Tipo de marea: Cuadratura								9699863
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia vertical (m)	25	30	37	30	25	26	30	68
Distancia horizontal(m)	12	15	12	10	12	6	10	55
Distancia(m)	28	34	39	32	27	26	32	87
Tiempo(min)								
Tiempo(s)	15	20	34	30	51	58	55	60
corriente del litoral (m/s)	1.8	1.7	1.1	1.07	0.53	0.45	0.58	1.46

E02:Corriente del litoral								
Fecha:5 de Febrero 2021					Ubicacion:Data Posorja			
Clima: Soleado					coordenadas			576312
Tipo de marea: Cuadratura								9699802
Hora	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Direccion	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda	izquierda
Distancia vertical (m)	30	40	25	22	12	15	20	55
Distancia horizontal(m)	15	20	18	10	8	6	6	60
Distancia(m)	34	45	67	49	56	51	85	81
Tiempo(min)								
Tiempo(S)	22	15	25	20	15	20	30	53
corriente del litoral (m/s)	1.52	2.98	2.68	2.45	3.73	2.55	2.83	1.54

ANEXO C

Plantilla del método Lagrange (veleteo)



PLANILLA CORRIENTES LANGRANGIANAS OCEANOGRAFÍA FÍSICA



PROYECTO	ESTUDIO DE TRANSPORTE DEL LITORAL EN LA ZONA DE IMPLANTACION DE LA ESTACIÓN DE PRÁCTICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE GUAYAQUIL(APG)			
OBSERVADOR(ES)	ING. GUILLERMO PACHECO			
ÁREA	HIDRAULICA	HOJA N°	1	
FECHA	28 DE ENERO DEL 2021	MAREA	SICIGÍA	
HORA	VELETA	Sur (y)	este (X)	OBSERVACIONES
12:30	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	575520	9699870	SIEMBRA
12:50	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	576347	9699370	SIEMBRA
13:10	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	577110	9698863	SIEMBRA
13:30	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	578055	9698326	COSECHA
13:45	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	577905	9698487	SIEMBRA
14:00	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	576484	9699369	SIEMBRA
14:15	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	577038	9699076	SIEMBRA
14:30	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	577532	9698629	SIEMBRA
14:45	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	578017	9698376	SIEMBRA
15:00	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 1)	578702	9698098	COSECHA
12:32	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	575523	9699811	SIEMBRA
12:52	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	576516	9699356	SIEMBRA
13:12	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	577373	9698766	SIEMBRA
13:32	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	578258	9698329	COSECHA
13:47	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	575837	9699688	SIEMBRA
14:03	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	576432	9699306	SIEMBRA
14:18	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	576985	9698900	SIEMBRA
14:33	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	577543	9698518	SIEMBRA
14:48	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	577969	9698328	SIEMBRA
15:03	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 1)	5788436	9698205	COSECHA
12:49	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	576021	9699778	SIEMBRA
13:09	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	576772	9699377	SIEMBRA
13:29	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	577263	9698881	COSECHA
13:50	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	575860	9699677	SIEMBRA
14:05	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	576477	9699298	SIEMBRA
14:20	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	577001	9698947	SIEMBRA
14:35	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	57756	9698572	SIEMBRA
14:50	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	578147	9698259	SIEMBRA
15:05	COLOR AZUL (SUB SUPERFICIAL 2)	578924	9697821	COSECHA
12:44	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	576073	9699721	SIEMBRA
13:04	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	576356	9699560	SIEMBRA
13:24	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	577601	9698570	COSECHA
13:55	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	575909	9699651	SIEMBRA
14:10	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	576483	9699276	SIEMBRA
14:25	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	577088	9698857	SIEMBRA
14:40	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	577624	9698483	SIEMBRA
14:55	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	578191	9698178	SIEMBRA
15:10	COLOR NEGRA (SUPERFICIAL 2)	578710	9698084	COSECHA

Sur (y)	este (X)	x2-x1	y2-y1	x2	y2	x2+y2	distancia	corriente (m/s)
575520	9699870	-500	827	250000	683929	933929	966,400021	0,805333351
576347	9699370	-507	763	257049	582169	839218	916,088424	0,76340702
577110	9698863	-537	945	288369	893025	1181394	1086,9195	0,90576625
578055	9698326	161	-150	25921	22500	48421	220,047722	0,244497469
577905	9698487	882	-1421	777924	2019241	2797165	1672,47272	1,858303023
576484	9699369	-293	554	85849	306916	392765	626,709662	0,696344068
577038	9699076	-447	494	199809	244036	443845	666,216932	0,740241035
577532	9698629	-253	485	64009	235225	299234	547,022851	0,607803168
578017	9698376	-278	685	77284	469225	546509	739,26247	0,821402745
578702	9698098	1772	-3182	3139984	10125124	13265108	3642,1296	4,046810663
575232	9699811	-455	1284	207025	1648656	1855681	1362,23383	1,135194856
576516	9699356	-590	857	348100	734449	1082549	1040,45615	0,867046792
577373	9698766	-437	885	190969	783225	974194	987,012665	0,822510554
578258	9698329	1359	-2421	1846881	5861241	7708122	2776,35048	3,084833869
575837	9699688	-382	595	145924	354025	499949	707,070718	0,785634131
576432	9699306	-406	553	164836	305809	470645	686,035713	0,762261904
576985	9698900	-382	558	145924	311364	457288	676,23073	0,751367478
577543	9698518	-190	426	36100	181476	217576	466,450426	0,518278251
577969	9698328	-123	877	15129	769129	784258	885,583424	0,983981582
578846	9698205	1606	-3614	2579236	13060996	15640232	3954,77332	4,394192576
576021	9699778	-401	751	160801	564001	724802	851,353041	0,709460867
576772	9699377	-496	491	246016	241081	487097	697,923348	0,58160279
577263	9698881	796	-1403	633616	1968409	2602025	1613,07935	1,344232794
575860	9699677	-379	617	143641	380689	524330	724,106346	0,603421955
576477	9699298	-351	524	123201	274576	397777	630,695648	0,700772942
577001	9698947	-375	561	140625	314721	455346	674,793302	0,749770335
577562	9698572	-313	585	97969	342225	440194	663,471175	0,737190194
578147	9698259	-438	777	191844	603729	795573	891,94899	0,991054433
578924	9697821	1957	-2903	3829849	8427409	12257258	3501,0367	3,890040782
576073	9699721	-161	283	25921	80089	106010	325,591769	0,271326474
576356	9699560	-990	1245	980100	1550025	2530125	1590,63666	1,325530554
577601	9698570	1081	-1692	1168561	2862864	4031425	2007,84088	1,115467156
575909	9699651	-375	574	140625	329476	470101	685,639118	0,761821242
576483	9699276	-419	605	175561	366025	541586	735,925268	0,817694742
577088	9698857	-374	536	139876	287296	427172	653,583966	0,726204406
577624	9698483	-305	567	93025	321489	414514	643,827617	0,715364019
578191	9698178	-94	519	8836	269361	278197	527,443836	0,586048707
578710	9698084	1637	-2637	2679769	6953769	9633538	3103,79413	3,448660144



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Estudio de transporte de litoral en la zona de implantación de la estación de prácticos de la autoridad portuaria de Guayaquil (APG)

AUTOR/ES:

Ortiz Caicedo Ericka Fernanda
Prias Samaniego George Steven

REVISORES:

Ing. Pietro Corapi M.SC
Ing. Guillermo Pacheco M.SC

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD:

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2021

N. DE PÁGS:

72

ÁREAS TEMÁTICAS:

Estudio y caracterización de la casa de prácticos de la autoridad portuaria de Guayaquil.

PALABRAS CLAVE:

ESTUDIO- CARACTERIZACION-AUTORIDAD-PORTUARIA

RESUMEN: El presente trabajo de titulación tiene como objetivo general llevar a cabo un estudio de transporte del litoral en la zona adyacente a la casa de prácticos de la Autoridad Portuaria De Guayaquil (APG), en época húmeda con énfasis de conocer el proceso de transporte de sedimento del área. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación (FCI) de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas denominado "Caracterización de clima marítimo en la zona de costa del muelle de prácticos de la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG)". El presente trabajo, se centrará en el transporte del litoral o sedimentos. Aplicando la metodología de , (KOMAR, 1976) y (CERC, 1984) para la determinación del caudal del transporte de sedimento, se realizaron mediciones en campo que permitieron analizar: Caracterización de las olas, corriente del litoral, transporte del litoral. A partir del análisis de esta información se determinaron de manera cuantitativa el transporte del litoral expresado en m³/año en la fase de sicigia y cuadratura.

N. DE REGISTRO:
N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL:
ADJUNTO URL:
ADJUNTO PDF:

Xq SI

NO

CONTACTO CON AUTORES/ES:

Teléfono:
0982106422
0959471764

E-mail:
steven.prias@hotmail.com
ericka.ortizc@ug.edu.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Nombre: Secretaría de la Facultad

Teléfono: (04)2-283348

E-mail: fmatematicas@ug.edu.ec