



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LAS MAREAS Y SU EFECTO EN UNA OBRA PORTUARIA

ABAD CUEVA BYRON ALFREDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE LAS MAREAS Y SU EFECTO EN UNA OBRA
PORTUARIA**

**ABAD CUEVA BYRON ALFREDO
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2021**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANALISIS DE LAS MAREAS Y SU EFECTO EN UNA OBRA PORTUARIA

ABAD CUEVA BYRON ALFREDO
INGENIERO CIVIL

BERRU CABRERA JUAN CARLOS

MACHALA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
20 de septiembre de 2021

ANÁLISIS DE LAS MAREAS Y SU EFECTO EN UNA OBRA PORTUARIA

por Byron Alfredo Abad Cueva

Fecha de entrega: 20-ago-2021 04:35p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1633815763

Nombre del archivo: Complexivo_final_byron_alfredo_abad_cueva.docx (995.83K)

Total de palabras: 4955

Total de caracteres: 25640

ANÁLISIS DE LAS MAREAS Y SU EFECTO EN UNA OBRA PORTUARIA

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	1%
2	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	ar.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
4	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unican.es Fuente de Internet	1%
6	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ABAD CUEVA BYRON ALFREDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANALISIS DE LAS MAREAS Y SU EFECTO EN UNA OBRA PORTUARIA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

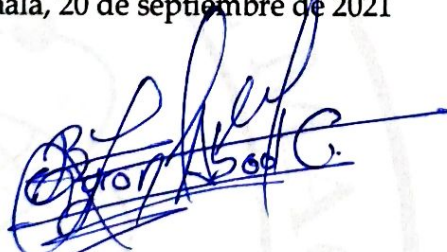
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 20 de septiembre de 2021



ABAD CUEVA BYRON ALFREDO
0704887314

DEDICATORIA

A mi padres y hermanas que pusieron toda su confianza en mí para lograr este objetivo y a su vez han sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera como estudiante.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, a mi esposa y a las pocas personas que siempre confiaron en mí, gracias por su confianza, por su apoyo y por ser una gran motivación en mi vida.

RESUMEN

La mayoría de estructuras en un ambiente marino muestra señales de deterioro resultante de los efectos de las mareas.

La presente investigación bibliográfica tiene como objetivo describir el deterioro en obras portuarias causadas por las mareas.

Estudiar las mareas es de vital importancia para conocer el comportamiento del nivel del mar en cualquier instante siendo este una necesidad que cobra importancia en el mantenimiento, diseño y construcción de obras portuarias para precautelar su existencia y evitar catástrofes.

La metodología aplicada para la descripción del deterioro de obras portuarias se realizó mediante la recopilación de información de artículos científicos, revistas, tesis, páginas web, etc, donde se obtuvo como resultado que las obras portuarias debido a su ubicación producen efectos de: corrosión en muelles portuarios, corrosión de las armaduras en el hormigón, corrosión por cloruros en ambiente marino e inundaciones registradas por pleamar.

Estos efectos ocasionan que las obras portuarias se desgasten o se deterioren si no son prevenidas a tiempo.

PALABRAS CLAVES: Mareas, Catástrofe, Corrosión en muelles portuarios, Corrosión de las armaduras en el hormigón, Corrosión por cloruros en ambiente marino, Inundaciones.

ABSTRACT

Most structures in a marine environment show signs of deterioration resulting from the effects of tides.

The present bibliographic research aims to describe the deterioration in port works caused by the tides.

Studying the tides is of vital importance to know the behavior of the sea level at any moment, this being a necessity that gains importance in the maintenance, design and construction of port works to protect their existence and avoid catastrophes.

The methodology applied for the description of the deterioration of port works was carried out by collecting information from scientific articles, magazines, theses, web pages, etc., where it was obtained as a result that the port works due to their location produce effects of: corrosion in port docks, corrosion of reinforcement in concrete, corrosion by chlorides in a marine environment and floods registered by high tide.

These effects cause port works to wear out or deteriorate if they are not prevented in time.

KEYWORDS: Tide, Catastrophe, Corrosion in port docks, Corrosion of reinforcement in concrete, Chloride corrosion in a marine environment, Floods

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
ÍNDICE DE CONTENIDO	11
INDICE DE ILUSTRACIONES	12
LISTA DE ABREVIACIONES	12
INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
OBJETIVOS DEL PROYECTO	14
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
DESARROLLO	15
MAREAS	15
2.1 CLASES DE MAREA	15
2.1.1 Mareas Vivas o Sicigias	15
2.1.2 Mareas Muertas	16
2.2 CLASIFICIÓN DE LAS MAREAS	17
2.2.1 Según su altura	17
2.2.2 Según su movimiento vertical	17
2.2.3 Según su movimiento horizontal	17
2.2.4 Según la geografía del lugar y el tipo de viento que predomina.	18
2.3 CORRIENTES DE MAREA	20
2.4 NIVELES DE REFERENCIA DE MAREAS	20
2.5 LA PREDICCIÓN DE MAREAS	21
2.5.1 Utilidad e importancia de las predicciones de mareas.	21
2.6 CÓMO SE MIDEN LAS MAREAS	22
2.7 CAUSAS DE LAS MAREAS	23
2.8 CÓMO AFECTA LA MAREA EN UNA OBRA PORTUARIA	23
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFIA	27
ANEXOS	30

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Onda de Marea.....	15
Ilustración 2 Mareas Vivas	16
Ilustración 3 Mareas muertas	17
Ilustración 4 Marea Semidiurna.....	18
Ilustración 5 Mareas Diurnas	19
Ilustración 6 Mareas Mixtas	19
Ilustración 7 Distribución de los diferentes tipos de marea	20

LISTA DE ABREVIACIONES

INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
MLWS	Promedio de mareas de bajamares de sicigia
NMM	Nivel Medio del Mar
NMBSO	Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias
GPS	Global Positioning System

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de las mareas se define como el movimiento periódico de las aguas del mar generadas por la fuerza de atracción gravitacional de los cuerpos celestes Sol y Luna sobre la superficie, dichos movimientos general el ascenso y descenso de su nivel de todas las aguas oceánicas.[1]

Existen 2 clases de marea: Mareas vivas y Mareas muertas y se clasifican según su altura, su movimiento vertical y horizontal, según la geografía del lugar y tipo de viento que predomina.

Mediante un análisis armónico las mareas pueden ser pronosticadas ya que es la superposición de funciones sinusoidales con amplitudes y frecuencias determinadas en un análisis local de registros mareógrafos[2], estos miden la distancia vertical entre un punto de referencia y la superficie instantánea del mar.

La predicción de mareas en los 20 puertos ecuatorianos está a cargo del Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR en la que consta calendarios con los datos y la altura de marea referida a un nivel de referencia denominado MLWS por sus siglas en inglés (promedio de mareas de bajamares de sicigia)[3].

Las obras portuarias debido a su ubicación en un ambiente altamente agresivo presentan diferente patología con el transcurso del tiempo, el movimiento del agua por las mareas hace que se produzcan efectos de: corrosión en muelles portuarios, corrosión de las armaduras en el hormigón, corrosión por cloruros en ambiente marino e inundaciones registradas por pleamar.

Todos estos efectos ocasionan que las obras portuarias se desgasten, se deteriores e incluso desaparezcan si no son prevenidas a tiempo y en el caso de inundaciones registradas por pleamar causa un problema serio ya que la inundación se refiere al desbordamiento no controlado de masas de agua fuera de sus confines normales [4]y que al desbordarse provocaría inundación a lo largo del perfil costero generando exceso de sedimentos obstruyendo las tuberías de alcantarillado creando así un ambiente visual desagradable.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Deterioro de obras portuarias presentando diferentes efectos con el transcurso del tiempo causado por las mareas.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Describir el efecto de las mareas mediante un análisis de contenido técnico que permita la descripción del deterioro en obras portuarias para fortalecer el conocimiento científico y profesional.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar información para conceptualizar las mareas, sus clases, clasificación, corrientes de marea, niveles de referencia, predicción, como se miden y qué causan las mareas.
- Describir los efectos de deterioro que causan las mareas en obras portuarias.

DESARROLLO

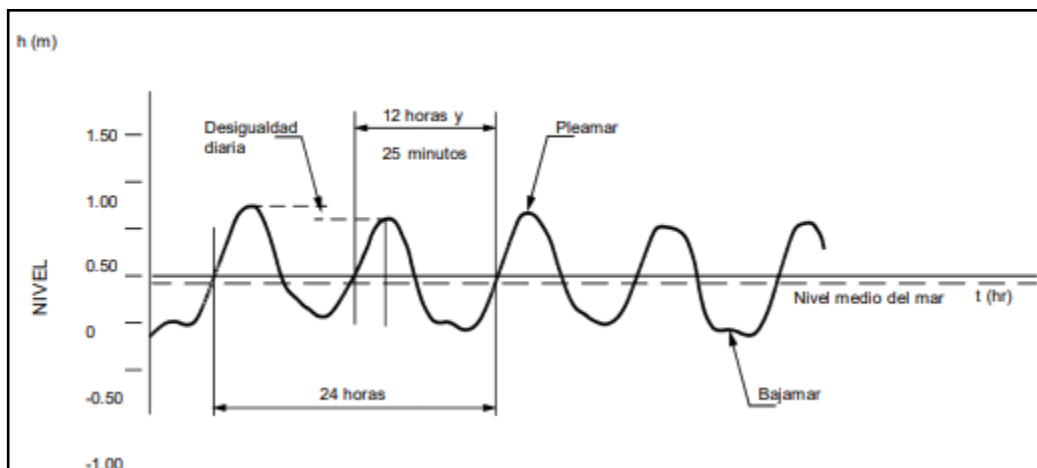
MAREAS

El fenómeno de la marea es el movimiento periódico de las aguas del mar, incluyendo las de mar abierto, los golfos y las bahías, las mismas que se manifiestan por el ascenso y descenso de su nivel, de todas las aguas oceánicas.

Las mareas son generadas por la fuerza de atracción gravitacional de los cuerpos celestes Sol y Luna sobre el agua y la propia tierra, esta fuerza gravitacional que ejercen el Sol y la Luna sobre las masas de agua en la Tierra[5], provoca una oscilación rítmica de estas masas de agua debido a la orbitación de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra.

Se extiende hacia las regiones costeras la amplitud de la marea, teniendo como consecuencias la preservación del flujo de energía de la onda de marea que experimente asomeramiento del oleaje y se incrementa de acuerdo la extensión y profundidad de la plataforma continental sobre la cual se propaga.[6]

Ilustración 1 Onda de Marea



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

2.1 CLASES DE MAREA

2.1.1 Mareas Vivas o Sicigias

Mareas Vivas se produce cuando el Sol, la Luna y la Tierra se encuentran alineados o sea se dan cuando hay Luna llena o Luna nueva, generando 2 escenarios: [7]

Primer escenario se llama de oposición cuando el Sol y la Tierra están en oposición

respecto de la tierra, mientras que cuando tiene lugar con Luna nueva se denomina de conjunción pues entonces el Sol y la Luna están, respecto a la Tierra, en conjunción. Sumando las fuerzas de marea ejercidas por la Luna y el Sol se consigue pleamares más altas y bajamares más bajas que los valores promedios.[7]

Hay que tener en cuenta otro detalle que da lugar que las mareas vivas sean aún más intensas que las mareas vivas normales este se da cuando la Luna nueva o llena tiene lugar durante los equinoccios de primavera y otoño la alineación es mayor porque el Sol se encuentra sobre el Ecuador terrestre es decir la declinación del Sol es cero y, en consecuencia, la suma de atracciones es más eficiente produciéndose así las mareas de sicigias más intensas. Además, el carácter elíptico de la órbita lunar hace que la distancia de la Tierra a la Luna no sea constante, de esta manera hace que las mareas sean más intensas cuando la luna se encuentre más cerca.[7]

Ilustración 2 Mareas Vivas



Fuente: Blog astronómico de Oswaldo González Sánchez

2.1.2 Mareas Muertas

Mareas muertas son las menos intensas y se producen al encontrarse el sistema Tierra-Sol-Luna, es decir cuando la Luna está en cuarto menguante o en cuarto creciente, dando lugar que las atracciones gravitatorias de la Luna y el Sol se compensen parcialmente, en algunos lugares existe un retardo entre las fases de la Luna y su efecto sobre las mareas, conociéndolo como edad de la marea.[7]

Ilustración 3 Mareas muertas



Fuente: Blog astronómico de Oswaldo González Sánchez

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MAREAS

2.2.1 Según su altura

- **Pleamar o marea alta:** es cuando el océano alcanza su punto máximo de altura dentro del ciclo de mareas.[8]
- **Bajamar o marea baja:** es totalmente lo opuesto a la marea alta, es el momento en que el océano alcanza su nivel más bajo. Se cuentan alrededor de 6 horas entre la marea baja y la marea alta.[8]

Cuando hay marea alta en un lado de la Tierra hay marea baja en el lado opuesto y al modelo del sistema Sol-Tierra-Luna.[5]

2.2.2 Según su movimiento vertical

- **Mareas crecientes:** Es cuando las aguas suben. En las cartas náuticas se lo representa con una flecha con plumas y el valor consignado es la velocidad promedio en nudos.[9]
- **Mareas Bajante:** Es cuando las aguas bajan. En las cartas náuticas se lo representa con una flecha sin plumas y el valor consignado es la velocidad promedio en nudos.[9]

2.2.3 Según su movimiento horizontal

Corriente de Flujo o marea entrante: se trata de un lento y continuo ascenso hacia aguas marinas, generalmente influido por la luna y el sol, cuando se encuentra luna nueva o luna llena producido por pleamar, caudal de entrada.[10]

Corriente de Reflujo o marea saliente: debido a que la atracción lunar es poca o nula, la corriente marina se ve en estado saliente de manera lenta y progresiva es producido por bajamar, caudal de salida.[10]

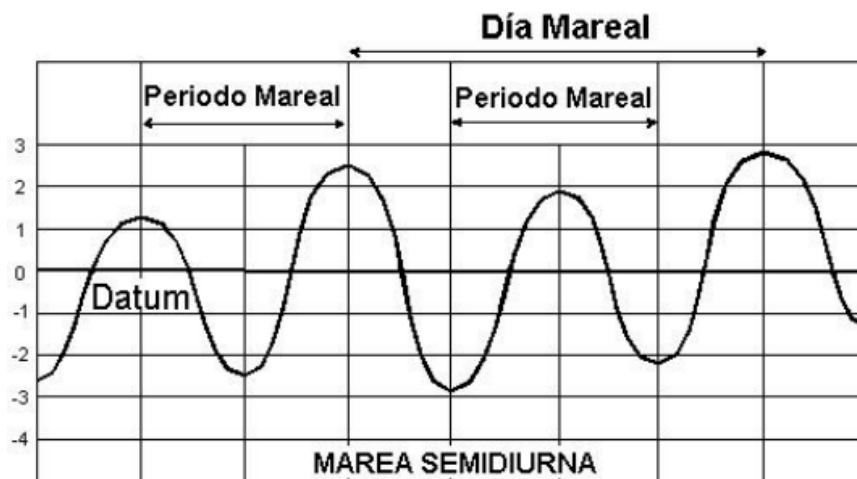
2.2.4 Según la geografía del lugar y el tipo de viento que predomina.

- **Mareas Semidiurnas**

La marea Semidiurna se da cuando tiene dos mareas altas y dos mareas bajas con altura casi igual diariamente.[11]

Su longitud de onda vertical es mayor de 100 km, permitiendo una exaltación eficiente en la región de calentamiento del ozono presente en la estratopausa, propagándose más fácil hasta la superficie evidenciando las fluctuaciones de la presión superficial. La marea semidiurna es regular debido a que el calentamiento del ozono es regular, y su estructura latitudinal es regularmente uniforme.[12]

Ilustración 4 Marea Semidiurna



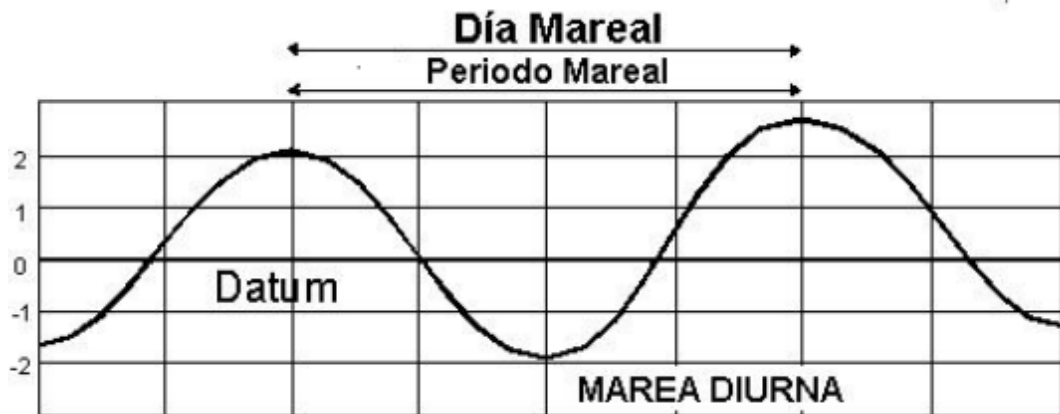
Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

- **Mareas Diurnas**

La marea diurna, tiene una marea alta y una marea baja cada día lunar. Este tipo de mareas son más raras que las semidiurnas.[11]

Su comportamiento es más complejo, dentro del rango de latitudes entre 30°N y 30°S propagándose verticalmente con una longitud de onda de aproximadamente 28 km. Desde los 30° de latitud hasta los polos, la oscilación es atrapada en la vertical cerca de la región de forzamiento, a causa de esto los modos que se propagan verticalmente a causa del calentamiento de ozono interfieren entre sí destructivamente provocando una amplitud más pequeña en la superficie.[12]

Ilustración 5 Mareas Diurnas



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

- **Mareas Mixtas**

Estas se caracterizan por una considerable diferencia en la elevación de las pleamars y bajamars entre ciclos de marea sucesivos.[11]

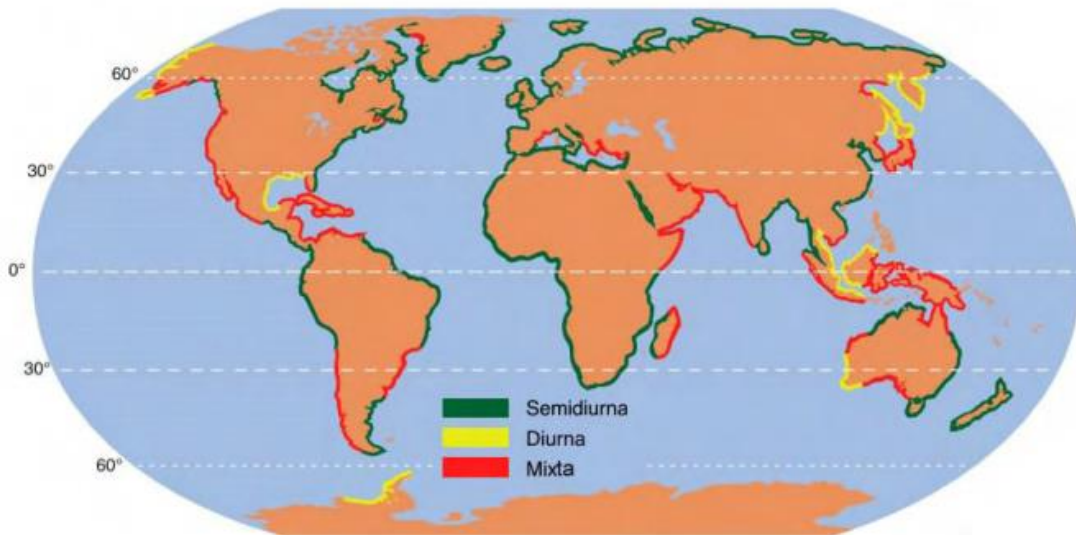
Estas mareas son el segundo tipo de ciclo mareal más común que se encuentra en la tierra, varía en tamaño, son más difíciles de predecir y son responsables de las famosas olas de surf de la costa oeste de los Estados Unidos y México.[13]

Ilustración 6 Mareas Mixtas



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Ilustración 7 Distribución de los diferentes tipos de marea



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

2.3 CORRIENTES DE MAREA

Las mareas no solo son el movimiento ascendente y descendente del agua, sino que al subir o bajar el nivel del agua se originan también movimientos horizontales y verticales que se conocen como corrientes de marea [7], estas corrientes de marea pueden generar mezcla al interior de estrechos y canales.[14]

Obtener información de las corrientes de mareas es un problema mucho más complejo que el registro de la altura del agua, esto ocasiona que la predicción de una corriente de las corrientes de marea sea en general muy difícil y poco fiable.

2.4 NIVELES DE REFERENCIA DE MAREAS

Es un plano o superficie por la marea, que se usa como referencia vertical. Existen dos niveles de referencia de marea:

- **Cero Hidrográfico:** Es empleado en la publicación de Anuario de Mareas y elaboración de Cartas Náuticas la entidad a cargo es el instituto Geográfico de la Marina donde establece la referencia vertical de la cartografía náutica, este cero coincide con el nivel de agua más bajo y varía con las características de la marea a lo largo de la costa.[15]

La actividad de la flota hidrográfica requiere de la determinación del Cero Hidrográfico en los lugares donde se realiza un levantamiento hidrográfico, así como contar con datos de marea referidos a dicho nivel.[16]

- **Cero del Puerto:** Se conoce con el nombre de cero del puerto cuando cada puerto define un nivel de referencia para la realización de obras, dragados, etc; normalmente coincide con la mínima bajamar.[15]

Los principales planos de referencia usados en la actualidad son:

- **Nivel Medio del Mar (NMM):** Se define como el nivel de las aguas del mar promediado durante un periodo determinado de tiempo[17], para determinar la altura de la superficie del mar desde el cual desciende y asciende la marea obteniéndose promediando las alturas horarias de la marea observadas en forma continua.
El aumento del nivel medio del Mar en conjunto con el hundimiento ha hecho que algunas zonas costeras sean vulnerables a la erosión e inundación.[18]
- **Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO):** Este plano es el nivel de disminución de sondajes, considerado como el Nivel “0” de referencia hidrográfico correspondiente al promedio de las alturas de las bajamares de las mareas de sicigias que ocurren un día o dos después de la luna nueva o llena.[19]

2.5 LA PREDICCIÓN DE MAREAS

La predicción de la marea se calcula a partir de los datos de las series de tiempo de la elevación de la superficie del mar las mismas que son examinados para establecer la amplitud y la fase de los constituyentes más importantes los cuales pueden ser combinados para predecir la marea.[20]

La predicción de mareas para 20 puertos ecuatorianos lo realiza el Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR el cual presenta calendario con datos y la altura de marea referida a un nivel de referencia denominado MLWS por sus siglas en inglés (promedio de mareas de bajamares de sicigia).

2.5.1 Utilidad e importancia de las predicciones de mareas.

- Las mareas afectan en la circulación del agua en los estrechos y en las desembocaduras de ríos desencadenando corrientes de marea.
- Estas corrientes de marea pueden modificar las condiciones de sedimentación en los lugares más expuestos
- La navegación en los puertos, estrechos, bajíos y zonas de arrecife puede condicionarse al momento de marea alta.

- El marisqueo en algunas costas sólo se puede llevar a cabo durante la bajamar.
- En algunos lugares, la amplitud de mareas o diferencia de nivel entre bajamar y pleamar es tan importante que quedan alternativamente sumergidas y emergidas extensas zonas de costa, e incluso se condiciona el paso por tierra.
- Determinación de Planos de Referencia.
- Reducción de sondajes.
- Como un indicador para la realización de trabajos relacionados con corrientes de marea y su correlación con las fases lunares.

2.6 CÓMO SE MIDEN LAS MAREAS

El instrumento con el que se mide la marea se denomina ‘mareógrafo’ el mismo que ha sido históricamente el aparato más común de lograr un monitoreo adecuado de las variaciones del nivel del mar los mareógrafos son instrumentos que miden, grafican y registran la altura del nivel del mar.[21]

La forma de medición difiere dependiendo del tipo de mareógrafo utilizado, estos mareógrafos están conectados con las redes de nivelación nacionales mediante itinerarios altimétricos de precisión, y a sistemas de referencia geodésicos mediante el uso de receptores GPS (Global Positioning System).

- **Tipos de mareógrafos y principios de medición**

Esos diferentes tipos de mareógrafos tienen una precisión de alrededor de 1cm, existen varios sistemas:

- **Mareógrafos de flotador** Constan de un flotador que va montado dentro de un cilindro con la base agujereada, tiene una entrada de agua por la parte inferior este hace que se llene el cilindro hasta el nivel actual del mar, mediante este se detecta el nivel el cual es transmitido a un tambor que recoge la información de forma continua.[22]
- **Mareógrafos acústicos.** Miden el tiempo en el que una señal acústica recorre la distancia vertical entre el emisor y la superficie del mar que la refleja. De esta forma obtenemos la altura instantánea del mar. [22]
- **Mareógrafos de radar.** La medición se realiza de forma similar al anterior, pero utilizando frecuencias de radar. Son los de última generación.[22]

2.7 CAUSAS DE LAS MAREAS

Las mareas son ocasionadas por la fuerza de atracción gravitacional de la Luna, el Sol y la Tierra, estas fuerzas son la diferencia entre las fuerzas gravitatorias ejercidas por el Sol y la Luna sobre la Tierra y las fuerzas centrípetas que en la Tierra originando sus movimientos orbitales afinidad a estos astros.[23]

La única fuerza que produce las mareas al, provocar el desplazamiento horizontal es la fuerza resultante de la componente horizontal y el efecto de la componente vertical es cambiar muy tenuemente la magnitud de la gravedad terrestre.[23]

En las mareas es despreciable el efecto de las fuerzas gravitatorias de otros astros, la influencia principal en las mareas es la Luna por su cercanía a nuestro planeta, pero aun así no es la mejor opción para medir la velocidad de la gravitación.[23]

Para medir la velocidad de la gravitación debe basarse en el efecto del Sol en las mareas ya que es un poco menos de la mitad del de la Luna, el efecto del Sol en las mareas se mezcla con el efecto de la Luna, ya que la fuerza gravitatoria ejercida por dos cuerpos sobre un tercero, en cualquier punto, es la suma vectorial de las fuerzas ejercidas individualmente por los dos primeros, hipótesis basada en la ausencia de observaciones de efectos que permiten pensar, que se pueda producir algún tipo de captura de la gravedad de un astro por otro.[23]

2.8 CÓMO AFECTA LA MAREA EN UNA OBRA PORTUARIA

El movimiento del agua por las mareas hace que se produzcan efectos de: corrosión en muelles portuarios, corrosión de las armaduras en el hormigón, corrosión por cloruros en ambiente marino e inundaciones registradas por pleamar

- **Corrosión en muelles portuarios**

La corrosión es un término que se utiliza para describir el proceso de deterioro de materiales metálicos mediante reacciones químicas y electroquímicas, debido a que estos materiales buscan alcanzar un estado de menor potencial energético.[24]

En los pilotes metálicos la velocidad de la microcorrosión puede influir varios factores entre ellos la marea, el viento, la corriente, las olas, el hielo, el agua de mar, la contaminación de organismos.[25]

La corrosión por erosión de un metal es una aceleración en la velocidad de corrosión debido al movimiento relativo de un fluido corrosivo y la superficie de un metal, causando su desgaste y a la vez su deterioro.[26]

Los muelles con pilotes metálicos sumergidos en el agua del mar, en el fondo se originan diferentes potenciales eléctricos debido a diversos factores de acuerdo a las circunstancias, teniendo como consecuencia celdas de macro-corrosión.[27]

Esto pasa cuando una parte sobre el nivel bajo marea llega a ser cátodo, y debajo del nivel bajo de la marea llega a ser el ánodo establecido en congregaciones de celdas de oxígeno por la diferenciación de marea y conglomeraciones de corrosión en el área anódica.[27]

Un claro ejemplo tenemos en el muelle de cabotaje de la Pitahaya ubicado en el cantón Arenillas, en la estructura del muelle se da la corrosión presentando un deterioro en un 30% la losa de 10 cm de espesor de hormigón armado está parcialmente fisurada el mismo efecto presenta en las vigas y pilotes que son producidas por el ambiente marino, los mayores ataques por corrosión vistos en el muelle se localizan en las zonas de salpicaduras.[28]

- **Corrosión de las armaduras en el hormigón situado en ambiente marino**

La corrosión de las armaduras se trata con especial cuidado, por ser uno de los fenómenos más dañinos en el hormigón armado o pretensado expuestas al agua del mar.[28]

El hormigón expuesto a un ambiente marino puede deteriorarse a causa de los efectos combinados de la acción química de los componentes del agua del mar sobre los productos de hidratación del cemento, de la reacción álcali-árido, de la presión de cristalización de sales en el hormigón a la acción del hielo en climas fríos, a la corrosión de las armaduras y a la erosión física debido a la acción de las olas y de las partículas en suspensión. [29]

En el puerto de Muroran en Hokkaido el dique mostraba separación en laminas del hormigón y exposición de alguna barra, este deterioro se debía a la corrosión por cloruros y a la muy mala calidad del hormigón.[29]

- **Corrosión por cloruros en ambiente marino**

La corrosión por cloruros debido a la acumulación de agentes oxidantes y un incremento del PH del medio ocasiona la pérdida de la capa pasivada en pequeñas áreas de la superficie permitiendo que la corrosión se desarrolle en estas zonas puntuales de la armadura, este proceso de corrosión es habitual en ambiente marino.[24]

La corrosión por cloruros se puede dar en zonas situadas en el recorrido de marea de diques, muelle y otras obras de defensa litoral o en zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea.[30]

En el muelle del puerto de Guaymas situado en el Golfo de California, sobre la costa del estado de Sonora, presenta áreas contaminadas por cloruros comprendiendo una sección de 40 a 50 cm medida hacia arriba a partir del nivel aproximado de marea alta.[31]

- **Inundaciones registradas por pleamar**

Las inundaciones registradas por una pleamar en el Ecuador provocan que esta gran masa de agua se desborde, es por ello que se debe de tomar en cuenta los reportes generados por el INOCAR para tomar adecuadas acciones y evitar catástrofes. [32]

Una pleamar producida cada año es un problema serio para el ambiente, turismo y la población ya que al desbordarse provocaría inundación a lo largo del perfil costero generando exceso de sedimentos los mismos que obstruyen las tuberías de alcantarillado lo que ocasiona que las aguas no evacuen, la basura se quede en las veredas y el agua salobre corroe la estructura de hormigón generando un ambiente visual desagradable.[32]

Estas inundaciones por agua salobre aparte de corroer las estructuras las desaparecen si no son prevenidas a tiempo, ya que Machala es una ciudad en riesgo ante inundaciones [4] actualmente se puede mencionar el caso de la vía del malecón de Puerto Bolívar en la zona de influencia de las inundaciones la vía a parte de estar corroída, se ha asentado y en partes se ha perdido generando los famosos baches.[32]

CONCLUSIONES

- Se recopiló la información bibliográfica conceptualizando marea, sus clases, clasificación, corrientes de marea, niveles de referencia, predicción, como se miden y qué causas las mareas.
- El movimiento del agua causada por las mareas hace que se produzcan efectos de deterioro en las obras portuarias entre ellos: corrosión en muelles portuarios, corrosión de las armaduras en el hormigón, corrosión por cloruros en ambiente marino e inundaciones registradas por pleamar ocasionando su desgaste y deterioro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. M. Vásquez López and J. D. Iriarte Sánchez, “Validación E Implementación De Una Herramienta Operacional Para El Pronóstico De Mareas En El Pacífico Colombiano (Caso De Estudio Isla Gorgona),” *Boletín Científico CIOH*, vol. 38, no. 2, pp. 1–9, 2019.
- [2] J. O. Pierini and E. A. Gómez, “TIDAL fore casting in the Bahía Blanca estuary, Argentina,” *Interciencia*, vol. 34, no. 12, pp. 851–856, 2009.
- [3] “Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada - Inicio.” [Online]. Available: <https://www.inocar.mil.ec/web/>. [Accessed: 30-Jul-2021].
- [4] S. Serrano Vincenti, A. Reisancho Puetate, M. J. Borbor-Córdova, and A. M. Stewart-Ibarra, “Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno de El Niño. Caso de estudio: Machala.,” *La Granja*, vol. 24, no. 2, 2016.
- [5] D. Corrochano, A. Gómez-Gonçalves, J. Sevilla, and S. Pampín-García, “Ideas de estudiantes de instituto y universidad acerca del significado y el origen de las mareas,” *Rev. Eureka sobre enseñanza y Divulg. las ciencias*, vol. 14, no. 2, pp. 353–366, 2017.
- [6] O. G. Lizano, “Algunas características de las mareas en la costa Pacífica y Caribe de Centroamérica,” *Rev. Cienc. y Tecnol.*, vol. 24, no. 1, pp. 51–64, 2009.
- [7] L. M. Martín, “Las mareas,” *Rev. Enseñanza la Física*, vol. 13, no. 2, pp. 25–36, 2000.
- [8] “Tipos de mareas.” [Online]. Available: <https://www.tipos.co/tipos-de-mareas/>. [Accessed: 30-Jul-2021].
- [9] “Mareas - Definiciones.” [Online]. Available: <http://www.paranauticos.com/notas/Tecnicas/Mareas/mareas-definiciones.htm>. [Accessed: 30-Jul-2021].
- [10] I. Civil, “UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL Agradecimiento,” 2016.
- [11] IDEAM, “Nivel del mar y régimen de la marea en las estaciones mareográficas de Colombia,” p. 13, 2012.
- [12] S. Cristina, V. Agudelo, and G. P. Jaramillo, “Vieira & Poveda Met Col 2002 ATMOSFÉRICA SUPERFICIAL EN GUATAPE Y GIRARDOTA , ANTIOQUIA,” no. April, 2016.
- [13] “¿Qué son las mareas mixtas?” [Online]. Available: <http://es.scienceaq.com/Astronomy/100304276.html>. [Accessed: 30-Jul-2021].

- [14] “Caracterización De Las Corrientes Mareales Y Submareales En Canal Desertores (42° 42’ S; 72° 50’ W),” *Cienc. y Tecnol. del Mar*, vol. 35, pp. 7–20, 2012.
- [15] N. D. E. Referencia and D. E. N. Del, “NIVELES DE REFERENCIA DE NIVEL DEL MAR I. Origen o referencia nacional de altitudes en tierra,,” 2011.
- [16] E. I. Hidrográfico and D. Marina, “Aáxtx,” no. c, pp. 365–383, 2002.
- [17] T. Dawahidi, D. I. Marinas, and F. Gomariz-Castillo, “Accuracy measurement of sea level rise due to effect of Climate Change through tide gauge data and NASA Topex-Poseidon/Jason satellite series. The case of Valencia,” *An. Geogr. la Univ. Complut.*, vol. 39, no. 1, pp. 39–58, 2019.
- [18] R. T. P. Salles-afonso-de-almeida, “Efectos del aumento del nivel del mar por cambio climático en la morfología de la ría de Celestún, Yucatán,” *Tecnol. y Ciencias del Agua*, vol. 5, no. 5, pp. 5–20, 2014.
- [19] G. Mellado, “Vicerrectorado de,” pp. 1–302, 2019.
- [20] F. García, C. Palacio, and U. Garcia, “Constituyentes De Marea En La Bahía De Santa Marta (Colombia) Tide Constituents At Santa Marta Bay (Colombia),” vol. 78, pp. 142–150, 2011.
- [21] G. Gil Collado, R. Brooks Reyes, Y. Cartaya Fundora, A. Polanco Risquet, and G. Arias Labrada, “Dos soluciones para la digitalización de un mareógrafo de flotador y contrapeso,” *Ing. Electrónica, Automática y Comun.*, vol. 35, no. 2, pp. 25–34–34, 2014.
- [22] J. Pons Valls, “La medición del nivel medio del mar: principios y métodos,” *Mapp.*, no. 135, pp. 6–10, 2009.
- [23] A. Gutiérrez, “Las mareas y la riqueza de las naciones,” *Uniciencia*, vol. 5, no. 2, pp. 95–96, 1988.
- [24] J. A. Salazar-Jiménez, “Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales (Nota técnica),” *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 28, no. 3, p. 127, 2015.
- [25] J. Molina, “Diseño de Sistema de Protección Catódica de Pilotes Metálicos Tipo Frodingham en Muelles Portuarios,” *Esc. Super. Politécnica Del Litoral*, 2011.
- [26] W. Aperador, C. Ramírez-Martin, and J. B. Ruiz, “Sinergia entre la corrosión erosión del acero 1045 recubierto por multicapas de TiN/TiAlN,” *Rev. Mex. Fis.*, vol. 57, no. 4, pp. 350–355, 2011.
- [27] A. Murillo, J. Alexander, and I. De Sistemas, “Unidad Académica De Ingeniería Civil Carrera De Ingeniería De Sistemas Machala 2017,” *Univ. Técnica Machala*,

2017.

- [28] QUEZADA AMAYA WISTON ARTEMAN, “EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MUELLE LA PITAHAYA DEL CANTÓN ARENILLAS Y PROPONGA ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN,” p. 283, 1386.
- [29] M. Á. Bermúdez Odriozola, “Corrosión de las armaduras del hormigón armado en ambiente marino: zona de carrera de mareas y zona sumergida,” p. 544, 2007.
- [30] F. Muñoz and C. J. Mendoza, “Concreto y Cemento,” *Concretos y Cem.* , vol. 4, no. 1, pp. 63–86, 2012.
- [31] V. M. Manuel *et al.*, “Determinación del estado de corrosión y capacidad de carga de los muelles del puerto de Guaymas,” no. 336, 2011.
- [32] J. L. J. J. L. J. J. Crossa *et al.*, “INUNDACIONES,” *Theor. Appl. Genet.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–7, 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de mareas para Puerto Bolivar año 2021

ENERO						FEBRERO						MARZO								
DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)			
1	0600	2.7	16	0038	0.4	1	0055	0.4	16	0126	0.5	1	0614	3.1	16	0023	0.4			
VI	1158	0.2	SA	0652	2.8	LU	0710	2.9	MA	0741	2.7	LU	1203	0.0	MA	0643	2.9			
	1840	2.9		1244	0.1		1302	0.1		1332	0.5		1842	3.3		1230	0.4			
				1927	3.0		1943	3.1		1957	2.9					1853	3.0			
2	0030	0.6	17	0119	0.5	2	0137	0.4	17	0202	0.5	2	0034	0.2	17	0053	0.4			
SA	0639	2.7	DO	0731	2.7	MA	0753	2.8	MI	0816	2.6	MA	0656	3.0	MI	0713	2.8			
	1237	0.2		1324	0.3		1345	0.3		1408	0.7		1243	0.1		1302	0.6			
	1919	2.9		2003	2.9		2023	3.0		2027	2.7		1920	3.3		1920	2.9			
3	0111	0.6	18	0200	0.6	3	0223	0.4	18	0239	0.6	3	0115	0.1	18	0124	0.5			
DO	0721	2.7	LU	0811	2.6	MI	0841	2.7	JU	0854	2.4	MI	0739	3.0	JU	0745	2.7			
	1319	0.3		1405	0.5		1431	0.4		1447	0.8		1325	0.2		1335	0.7			
	2001	2.9		2038	2.8		2107	2.9		2102	2.6		2000	3.1		1948	2.8			
4	0156	0.6	19	0242	0.7	4	0315	0.4	19	0321	0.8	4	0200	0.2	19	0157	0.6			
LU	0806	2.6	MA	0853	2.4	JU	0934	2.6	VI	0940	2.3	JU	0825	2.9	VI	0819	2.6			
	1404	0.4		1446	0.7	☉	1525	0.6	☾	1532	1.0		1412	0.4		1410	0.9			
	2045	2.9		2115	2.6		2156	2.8		2146	2.4		2042	3.0		2021	2.6			
5	0246	0.6	20	0328	0.8	5	0414	0.5	20	0413	0.9	5	0249	0.3	20	0234	0.7			
MA	0857	2.6	MI	0940	2.3	VI	1036	2.5	SA	1037	2.2	VI	0916	2.7	SA	0858	2.4			
	1454	0.5	☾	1533	0.9		1628	0.8		1632	1.2	☾	1505	0.6		1451	1.0			
	2133	2.8		2157	2.5		2256	2.6		2243	2.3		2131	2.8		2101	2.4			
6	0343	0.6	21	0420	0.8	6	0520	0.6	21	0516	0.9	6	0346	0.5	21	0319	0.9			
MI	0956	2.5	JU	1037	2.2	SA	1150	2.5	DO	1149	2.2	SA	1017	2.6	DO	0949	2.3			
☾	1552	0.6		1627	1.0		1746	0.9		1751	1.3		1611	0.9		1546	1.2			
	2227	2.8		2247	2.4					2358	2.2		2233	2.6	☾	2154	2.3			
7	0446	0.6	22	0518	0.9	7	0008	2.5	22	0627	0.9	7	0453	0.6	22	0420	1.0			
JU	1102	2.4	VI	1143	2.1	DO	0631	0.6	LU	1310	2.2	DO	1132	2.5	LU	1055	2.3			
	1657	0.7		1734	1.1		1311	2.5		1914	1.2		1733	1.0		1704	1.3			
	2328	2.7		2348	2.3		1909	0.9					2351	2.4		2309	2.2			
8	0552	0.5	23	0621	0.9	8	0126	2.5	23	0116	2.2	8	0610	0.7	23	0537	1.0			
VI	1215	2.5	SA	1255	2.2	LU	0741	0.5	MA	0735	0.9	LU	1300	2.5	MA	1218	2.3			
	1809	0.8		1847	1.1		1429	2.6		1421	2.4		1905	1.0		1832	1.3			
							2025	0.8		2021	1.1									
9	0035	2.7	24	0056	2.3	9	0238	2.6	24	0223	2.4	9	0118	2.4	24	0034	2.3			
SA	0657	0.4	DO	0722	0.8	MA	0844	0.4	MI	0833	0.7	MA	0727	0.7	MI	0653	1.0			
	1329	2.6		1402	2.3		1533	2.8		1518	2.6		1420	2.6		1340	2.4			
	1922	0.8		1955	1.1		2127	0.7		2114	0.9		2022	0.9		1946	1.1			
10	0143	2.7	25	0159	2.3	10	0339	2.7	25	0318	2.5	10	0233	2.5	25	0149	2.4			
DO	0759	0.3	LU	0816	0.7	MI	0939	0.3	JU	0922	0.5	MI	0834	0.6	JU	0758	0.8			
	1438	2.7		1458	2.4		1627	2.9		1605	2.8		1522	2.8		1443	2.6			
	2030	0.7		2051	1.0		2218	0.6		2157	0.7		2121	0.8		2043	0.9			
11	0247	2.8	26	0253	2.4	11	0432	2.8	26	0406	2.7	11	0333	2.6	26	0250	2.6			
LU	0856	0.2	MA	0903	0.6	JU	1026	0.2	VI	1004	0.3	JU	0928	0.5	VI	0852	0.6			
	1540	2.8		1545	2.6	☾	1712	3.1		1647	2.9		1612	2.9		1534	2.9			
	2130	0.6		2138	0.8		2302	0.4		2237	0.5		2206	0.6		2129	0.7			
12	0345	2.8	27	0341	2.5	12	0517	2.9	27	0450	2.9	12	0422	2.8	27	0341	2.8			
MA	0948	0.1	MI	0946	0.4	VI	1108	0.1	SA	1045	0.2	VI	1011	0.4	SA	0937	0.4			
	1634	3.0		1628	2.7		1752	3.1		1727	3.1		1653	3.1		1618	3.1			
	2223	0.4		2220	0.7		2341	0.4	☾	2316	0.4		2245	0.5		2211	0.4			
13	0438	2.9	28	0425	2.7	13	0557	2.9	28	0532	3.0	13	0504	2.9	28	0428	3.0			
MI	1036	0.0	JU	1026	0.3	SA	1146	0.1	DO	1124	0.1	SA	1050	0.3	DO	1019	0.2			
☾	1723	3.1	☾	1709	2.9		1827	3.1		1805	3.2	☾	1728	3.1	☾	1658	3.2			
	2311	0.4		2259	0.6					2354	0.2		2319	0.4		2251	0.2			
14	0526	2.9	29	0507	2.8	14	0017	0.4	14	0540	2.9	29	0513	3.1	14	0540	2.9	29	0513	3.1
JU	1121	0.0	VI	1105	0.2	DO	0634	2.9	DO	1125	0.3	LU	1100	0.1	DO	1125	0.3	LU	1100	0.1
	1808	3.1		1748	3.0		1222	0.2		1759	3.1		1738	3.4		1808	3.1		1738	3.4
	2356	0.4		2337	0.5		1859	3.1		2352	0.4		2330	0.1		2356	0.4		2330	0.1
15	0610	2.9	30	0547	2.9	15	0052	0.4	15	0613	2.9	30	0556	3.2	15	0613	2.9	30	0556	3.2
VI	1204	0.1	SA	1143	0.1	LU	0708	2.8	LU	1158	0.3	MA	1141	0.1	LU	1158	0.3	MA	1141	0.1
	1849	3.1		1826	3.0		1257	0.3		1827	3.1		1827	3.1		1817	3.4			
							1928	3.0												
			31	0015	0.4										31	0011	0.0			
			DO	0628	2.9										MI	0640	3.2			
				1222	0.1											1224	0.1			
				1904	3.1											1857	3.3			

HUSO HORARIO + 5

TABLA II.- PREDICCIÓN DIARIA DE MAREAS EN EL ECUADOR
PUERTO BOLÍVAR 2021

JULIO						AGOSTO						SEPTIEMBRE					
DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)
1	0313	0.7	16	0230	0.6	1	0414	1.0	16	0354	0.8	1	0543	1.2	16	0018	2.5
JU	0955	2.8	VI	0909	2.9	DO	1035	2.5	LU	1022	2.7	MI	1149	2.2	JU	0627	0.9
●	1600	0.9	SA	1513	0.8		1659	0.9		1642	0.6		1814	1.0		1245	2.4
	2216	2.5		2125	2.6		2324	2.3		2308	2.5					1853	0.7
2	0407	0.9	17	0321	0.7	2	0517	1.2	17	0506	0.9	2	0052	2.2	17	0140	2.6
VI	1044	2.7	SA	0957	2.9	LU	1132	2.4	MA	1130	2.6	JU	0702	1.2	VI	0747	0.8
	1657	0.9	●	1610	0.8		1800	1.0		1752	0.6		1305	2.2		1401	2.5
	2317	2.4		2224	2.6								1922	0.9		2003	0.6
3	0506	1.1	18	0420	0.8	3	0032	2.3	18	0026	2.5	3	0202	2.3	18	0247	2.7
SA	1137	2.6	DO	1051	2.8	MA	0628	1.2	MI	0628	0.9	VI	0807	1.1	SA	0849	0.7
	1757	1.0		1713	0.7		1238	2.3		1247	2.6		1409	2.4		1504	2.7
				2330	2.6		1903	0.9		1904	0.6		2020	0.8		2100	0.4
4	0023	2.4	19	0527	0.9	4	0140	2.3	19	0146	2.6	4	0258	2.5	19	0340	2.9
DO	0611	1.1	LU	1153	2.8	MI	0738	1.2	JU	0747	0.9	SA	0858	0.9	DO	0938	0.5
	1233	2.5		1818	0.6		1342	2.4		1402	2.6		1502	2.5		1556	2.8
	1856	0.9					2000	0.9		2012	0.5		2107	0.6		2147	0.3
5	0127	2.4	20	0042	2.6	5	0239	2.4	20	0257	2.8	5	0344	2.7	20	0425	3.0
LU	0716	1.1	MA	0640	0.9	JU	0836	1.1	VI	0854	2.7	DO	0940	0.7	LU	1019	0.4
	1330	2.5		1301	2.8		1438	2.4		1508	2.7		1548	2.7	○	1641	2.9
	1950	0.8		1922	0.5		2050	0.7		2110	0.4		2148	0.4	○	2228	0.3
6	0224	2.5	21	0155	2.7	6	0329	2.6	21	0356	2.9	6	0426	2.9	21	0504	3.1
MA	0814	1.1	MI	0751	0.8	VI	0924	0.9	SA	0949	0.6	LU	1018	0.6	MA	1056	0.3
	1422	2.6		1409	2.8		1526	2.6		1605	2.9	●	1630	2.8		1720	3.0
	2037	0.8		2023	0.4		2133	0.6		2201	0.2		2226	0.3		2306	0.2
7	0313	2.6	22	0303	2.8	7	0412	2.7	22	0446	3.1	7	0504	3.0	22	0538	3.1
MI	0903	1.0	JU	0856	0.7	SA	1006	0.8	DO	1036	0.5	MA	1054	0.4	MI	1130	0.2
	1508	2.6		1513	2.9		1610	2.7	○	1654	2.9		1710	2.9		1756	3.0
	2119	0.6		2119	0.3		2213	0.5		2246	0.2		2304	0.2		2341	0.3
8	0356	2.6	23	0404	3.0	8	0453	2.8	23	0530	3.1	8	0541	3.1	23	0609	3.0
JU	0947	0.9	VI	0955	0.6	DO	1044	0.7	LU	1118	0.4	MI	1130	0.3	JU	1202	0.2
	1551	2.7	○	1611	3.0	●	1651	2.8		1738	3.0		1751	3.0		1829	2.9
	2158	0.6		2212	0.2		2251	0.4		2327	0.1		2341	0.1			
9	0436	2.7	24	0458	3.1	9	0531	2.9	24	0609	3.2	9	0618	3.1	24	0015	0.4
VI	1027	0.8	SA	1047	0.5	LU	1120	0.6	MA	1157	0.4	JU	1208	0.2	VI	0638	2.9
●	1631	2.7		1704	3.0		1730	2.9		1818	3.0		1831	3.0		1234	0.3
	2235	0.5		2300	0.1		2328	0.3								1900	2.8
10	0514	2.8	25	0547	3.2	10	0608	3.0	25	0006	0.2	10	0019	0.1	25	0049	0.5
SA	1104	0.8	DO	1135	0.5	MA	1156	0.5	MI	0644	3.1	VI	0654	3.1	SA	0706	2.8
	1709	2.8		1752	3.0		1810	2.9		1234	0.4		1247	0.2		1307	0.4
	2311	0.4		2346	0.1					1855	2.9		1912	3.0		1932	2.7
11	0551	2.9	26	0632	3.2	11	0004	0.3	26	0043	0.3	11	0100	0.2	26	0124	0.6
DO	1141	0.8	LU	1220	0.5	MI	0645	3.1	JU	0716	3.0	SA	0733	3.0	DO	0736	2.6
	1747	2.8		1837	3.0		1233	0.5		1310	0.4		1329	0.2		1341	0.5
	2348	0.4					1849	2.9		1931	2.8		1957	2.9		2006	2.6
12	0628	2.9	27	0029	0.2	12	0042	0.3	27	0120	0.5	12	0144	0.4	27	0202	0.8
LU	1217	0.7	MA	0714	3.2	JU	0722	3.1	VI	0747	2.9	DO	0814	2.9	LU	0809	2.5
	1825	2.8		1303	0.5		1313	0.5		1346	0.5		1416	0.3		1419	0.7
				1920	2.9		1931	2.9		2007	2.7		2046	2.7		2046	2.4
13	0025	0.4	28	0111	0.3	13	0122	0.3	28	0158	0.6	13	0236	0.6	28	0245	1.0
MA	0706	2.9	MI	0753	3.1	VI	0800	3.0	SA	0819	2.7	LU	0903	2.7	MA	0851	2.3
	1255	0.7		1345	0.6		1356	0.5		1425	0.6	●	1512	0.5	●	1505	0.9
	1905	2.8		2002	2.8		2015	2.8		2045	2.5		2144	2.6	●	2136	2.3
14	0104	0.4	29	0153	0.5	14	0206	0.5	29	0238	0.8	14	0339	0.8	29	0342	1.1
MI	0745	3.0	JU	0830	2.9	SA	0841	2.9	DO	0854	2.6	MA	1003	2.5	MI	0947	2.2
	1336	0.8		1427	0.7		1443	0.5		1508	0.8		1618	0.6		1608	1.0
	1947	2.8		2044	2.6		2104	2.7		2130	2.4		2255	2.5		2242	2.2
15	0145	0.5	30	0235	0.7	15	0255	0.6	30	0326	1.0	15	0458	0.9	30	0500	1.2
JU	0825	2.9	VI	0907	2.8	DO	0927	2.8	LU	0938	2.4	MI	1119	2.4	JU	1105	2.1
	1421	0.8		1513	0.8	●	1539	0.6	●	1600	0.9		1735	0.7		1724	1.0
	2033	2.7		2130	2.5		2201	2.6		2225	2.3						
			31	0321	0.9				31	0426	1.2						
			SA	0947	2.6				MA	1036	2.2						
			●	1602	0.9					1703	1.0						
				2222	2.4					2335	2.2						

HUSO HORARIO + 5

**TABLA II.- PREDICCIÓN DIARIA DE MAREAS EN EL ECUADOR
PUERTO BOLÍVAR 2021**

OCTUBRE						NOVIEMBRE						DICIEMBRE					
DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)	DIA	HORA hhmm	ALT. (m)
1	0003	2.2	16	0124	2.6	1	0134	2.6	16	0240	2.7	1	0139	2.7	16	0245	2.5
VI	0623	1.2	SA	0736	0.8	LU	0745	0.8	MA	0848	0.4	MI	0754	0.4	JU	0856	0.4
	1228	2.1		1353	2.5		1358	2.5		1517	2.7		1416	2.6		1533	2.6
	1840	1.0		1948	0.6		1956	0.7		2103	0.6		2009	0.6		2119	0.8
2	0120	2.3	17	0225	2.7	2	0226	2.7	17	0322	2.8	2	0232	2.9	17	0326	2.6
SA	0732	1.0	DO	0832	0.6	MA	0832	0.5	MI	0927	0.3	JU	0842	0.2	VI	0934	0.4
	1338	2.3		1452	2.6		1450	2.7		1559	2.8		1511	2.8		1612	2.6
	1944	0.8		2043	0.5		2044	0.5		2143	0.6		2100	0.4		2200	0.7
3	0220	2.5	18	0315	2.8	3	0312	2.9	18	0359	2.8	3	0322	2.9	18	0404	2.6
DO	0825	0.8	LU	0917	0.4	MI	0915	0.3	JU	1001	0.2	VI	0929	0.0	SA	1009	0.3
	1434	2.5		1540	2.8		1538	2.9		1635	2.8		1603	2.9		1648	2.7
	2035	0.6		2128	0.4		2128	0.3		2220	0.5		2150	0.3	☉	2237	0.6
4	0309	2.7	19	0357	2.9	4	0356	3.0	19	0433	2.8	4	0411	3.0	19	0440	2.6
LU	0908	0.6	MA	0955	0.3	JU	0956	0.0	VI	1034	0.2	SA	1014	-0.1	DO	1043	0.3
	1521	2.7		1622	2.9	●	1624	3.0	○	1709	2.8	●	1653	3.1		1721	2.7
	2118	0.4		2207	0.4		2212	0.2		2255	0.5		2240	0.3		2313	0.6
5	0352	2.9	20	0433	2.9	5	0438	3.1	20	0504	2.7	5	0459	3.0	20	0514	2.6
MA	0947	0.4	MI	1029	0.2	VI	1036	-0.1	SA	1105	0.2	DO	1100	-0.2	LU	1117	0.3
	1605	2.9		1659	2.9		1709	3.1		1740	2.8		1741	3.1		1754	2.8
	2158	0.3	☉	2243	0.4		2255	0.1		2329	0.5		2329	0.2		2347	0.6
6	0431	3.0	21	0505	2.9	6	0520	3.1	21	0534	2.7	6	0548	3.0	21	0548	2.6
MI	1025	0.2	JU	1101	0.2	SA	1118	-0.2	DO	1136	0.2	LU	1147	-0.2	MA	1150	0.3
●	1648	3.0		1732	2.9		1754	3.1		1810	2.8		1830	3.1		1826	2.8
	2237	0.1		2317	0.4		2341	0.2									
7	0510	3.1	22	0534	2.9	7	0604	3.1	22	0603	0.6	7	0620	0.3	22	0622	0.6
JU	1103	0.0	VI	1132	0.2	DO	1201	-0.2	LU	0605	2.6	MA	0638	2.9	MI	0622	2.6
	1730	3.1		1802	2.9		1840	3.1		1208	0.3		1235	-0.1		1224	0.4
	2317	0.1		2350	0.4					1841	2.7		1921	3.1		1901	2.8
8	0548	3.2	23	0602	2.8	8	0628	0.3	23	0637	0.7	8	0638	2.9	23	0659	2.6
VI	1141	-0.1	SA	1202	0.2	LU	0650	2.9	MA	0638	2.6	MI	0729	2.8	JU	0659	2.6
	1812	3.1		1832	2.8		1248	-0.0		1241	0.4		1326	0.1		1301	0.4
	2358	0.1					1929	3.0		1915	2.6		2013	3.0		1938	2.7
9	0627	3.1	24	0623	0.5	9	0120	0.4	24	0113	0.8	9	0208	0.5	24	0136	0.8
SA	1222	-0.0	DO	0631	2.7	MA	0739	2.8	MI	0714	2.5	JU	0823	2.6	VI	0739	2.5
	1855	3.0		1233	0.3		1339	0.1		1318	0.5		1419	0.3		1340	0.5
				1903	2.7		2022	2.9		1952	2.6		2107	2.9		2018	2.7
10	0041	0.2	25	0057	0.6	10	0218	0.6	25	0154	0.9	10	0307	0.6	25	0219	0.8
DO	0708	3.0	LU	0702	2.6	MI	0835	2.6	JU	0755	2.4	VI	0922	2.5	SA	0823	2.4
	1305	0.1		1305	0.4		1436	0.4		1400	0.7	●	1516	0.5		1425	0.6
	1941	2.9		1936	2.6		2123	2.7		2037	2.5		2205	2.7		2103	2.7
11	0129	0.4	26	0133	0.8	11	0325	0.7	26	0243	0.9	11	0412	0.7	26	0310	0.8
LU	0754	2.8	MA	0736	2.4	JU	0941	2.4	VI	0845	2.3	SA	1029	2.4	DO	0916	2.4
	1354	0.2		1341	0.6	●	1542	0.6		1452	0.8		1619	0.7		1516	0.7
	2032	2.8		2013	2.5		2232	2.6		2130	2.5		2304	2.6	☉	2153	2.6
12	0225	0.6	27	0215	0.9	12	0441	0.8	27	0344	1.0	12	0519	0.8	27	0408	0.8
MA	0846	2.6	MI	0817	2.3	VI	1059	2.3	SA	0946	2.2	DO	1141	2.3	LU	1016	2.3
●	1452	0.4		1425	0.8		1655	0.7	●	1553	0.9		1727	0.8		1614	0.8
	2132	2.6		2100	2.4		2344	2.6		2232	2.4					2248	2.6
13	0332	0.8	28	0309	1.1	13	0600	0.8	28	0453	1.0	13	0005	2.6	28	0512	0.8
MI	0952	2.4	JU	0911	2.2	SA	1219	2.3	DO	1058	2.2	LU	0624	0.7	MA	1124	2.4
	1600	0.6		1523	0.9		1810	0.8		1702	0.9		1251	2.3		1721	0.8
	2246	2.5	●	2201	2.3					2338	2.5		1837	0.9		2349	2.6
14	0455	0.9	29	0421	1.1	14	0052	2.6	29	0601	0.9	14	0104	2.5	29	0616	0.6
JU	1114	2.3	VI	1023	2.1	DO	0709	0.7	LU	1211	2.3	MA	0723	0.6	MI	1235	2.4
	1719	0.7		1637	1.0		1330	2.4		1810	0.8		1354	2.4		1830	0.8
				2316	2.3		1920	0.8					1940	0.9			
15	0008	2.5	30	0540	1.1	15	0151	2.7	30	0041	2.6	15	0157	2.5	30	0053	2.7
VI	0623	0.9	SA	1145	2.2	LU	0804	0.6	MA	0701	0.7	MI	0813	0.5	JU	0716	0.4
	1239	2.3		1753	1.0		1428	2.5		1317	2.4		1448	2.5		1344	2.5
	1839	0.7					2016	0.7		1913	0.7		2034	0.8		1937	0.7
			31	0031	2.4										31	0156	2.7
			DO	0649	1.0										VI	0813	0.3
				1258	2.3											1448	2.7
				1900	0.8											2039	0.6

HUSO HORARIO + 5