

**LIBRO:** PRY. PROYECTO

**TEMA:** PUE. Puertos

**PARTE:** 1. ESTUDIOS

**TÍTULO:** 04. Estudios de Mareas

**CAPÍTULO:** 001. Ejecución de Estudios de Mareas

## **A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los criterios para la ejecución de los estudios de mareas para puertos que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

## **B. DEFINICIÓN**

Es la determinación de los niveles del mar derivados de las fuerzas de atracción del Sol, la Luna y la Tierra (marea astronómica) o bien, debido a la acción del viento ciclónico o huracanado (marea meteorológica o de tormenta).

La marea astronómica es el movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar, producido por las fuerzas de atracción gravitacional que ejercen la Luna y el Sol, combinadas con la fuerza centrífuga y el efecto causado por la rotación de la Tierra.

La marea meteorológica o de tormenta es el aumento o disminución del nivel del agua respecto al plano horizontal de referencia, debido a la acción de la fuerza del viento ciclónico o huracanado y a los cambios de la presión atmosférica. En el caso del aumento de la marea, el viento sopla contra la costa considerada y en caso de disminución de la marea, el viento sopla en la dirección opuesta (de tierra hacia el mar).

Los estudios de mareas podrán tener por objeto:

- B.1.** Realizar mediciones sistemáticas de las variaciones de los niveles del mar del sitio de proyecto u obra, originados por los efectos de las mareas astronómica y meteorológica o de tormenta.
- B.2.** Calcular las constantes armónicas de las componentes de marea del sitio de proyecto u obra, referidas en el Manual M-PRY-PUE-1-04-002, *Recopilación y Análisis de Información*, utilizando las mediciones sistemáticas de las variaciones de los niveles del mar que se señalan en la Fracción anterior de esta Norma.
- B.3.** Determinar los planos horizontales de comparación, relacionados con el nivel medio del mar, nivel de bajamar media inferior, nivel de bajamar media, nivel de pleamar máxima registrada, entre otros, del sitio de proyecto u obra, cuya finalidad es la de relacionar los bancos de nivel de referencia con dichos niveles, donde la Secretaría planea construir, ampliar o modificar estructuras portuarias y costeras.
- B.4.** Realizar pronósticos de los niveles del mar, por efecto de marea astronómica, en el sitio de proyecto u obra, utilizando las constantes armónicas de las componentes de marea de los niveles del mar que se señalan en la Fracción B.2. de esta Norma.
- B.5.** Realizar análisis estadísticos de los campos de presiones atmosféricas y de vientos generados por ciclones o nortes ocurridos en el sitio de proyecto u obra.
- B.6.** Realizar pronósticos de las sobreelevaciones del nivel del mar, originadas por los campos de presiones atmosféricas y vientos generados por ciclones o nortes, ocurridos en el sitio de proyecto u obra, utilizando los análisis estadísticos que se señalan en la Fracción B.5. de esta Norma.

## **C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma, las *Tablas de Predicción de Mareas para los Puertos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; los *Calendarios Gráficos de Mareas para los Puertos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; las *Tablas Numéricas de Mareas para los Puertos Turísticos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; los *Calendarios Gráficos de Mareas para los Puertos Turísticos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe* y las *Cartas Sinópticas del Tiempo y las Trayectorias Ciclónicas*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías .....	N LEG 2
Estudios Topográficos y Batimétricos .....	N PRY-PUE-1-01-001
Presentación de Estudios de Mareas .....	N PRY-PUE-1-04-006
Recopilación y Análisis de Información .....	M PRY PUE 1-04-002
Medición de Niveles del Mar .....	M-PRY-PUE-1-04-003
Predicción de la Marea Astronómica .....	M-PRY-PUE-1-04-004
Predicción de la Marea Meteorológica .....	M-PRY-PUE-1-04-005

**D. REQUISITOS**

Además de lo establecido en la Fracción C.1. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para la ejecución de un estudio de mareas se requiere contar con lo siguiente:

- D.1.** Las coordenadas geográficas y/o coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) del sitio de proyecto. Las coordenadas geográficas se obtendrán consultando la red de *estaciones GPS* del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), conocida como Red Geodésica Nacional Pasiva (RGNP) y la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) y las coordenadas UTM se obtendrán consultando la cartografía digital del propio INEGI.
- D.2.** Los estudios similares efectuados en el sitio de interés o de zonas cercanas, que sean representativos del fenómeno a estudiar, existentes en la Secretaría, la Secretaría de Marina, Armada de México, el Fondo Nacional al Turismo de la Secretaría de Turismo, el Servicio Mareográfico Nacional del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Servicio Meteorológico Nacional de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- D.3.** Los estudios topográficos a los que se refiere la Norma N-PRY-PUE-1-01-001, *Estudios Topográficos y Batimétricos*, necesarios para referenciar los niveles del mar a planos previamente establecidos.

**D.4.** Las *Tablas de Predicción de Mareas para los Puertos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; los *Calendarios Gráficos de Mareas para los Puertos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; las *Tablas Numéricas de Mareas para los Puertos Turísticos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; los *Calendarios Gráficos de Mareas para los Puertos Turísticos del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe*; las *Cartas Sinópticas del Tiempo y las Trayectorias Ciclónicas*, debido a la información en ellos contenida y relacionada con el nombre del puerto, planos de marea referidos al nivel medio del mar, latitud y longitud, principales constantes armónicas, tipo de marea, bancos de nivel, información isobárica (líneas de igual presión) de los ciclones, entre otros, todo ello para los puertos del Golfo de México, Océano Pacífico y Mar Caribe.

## **E. EJECUCIÓN**

El Ingeniero o Contratista de Servicios, además de lo establecido en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, realizará las siguientes actividades:

### **E.1. DEFINICIÓN DEL TIPO DE ESTUDIO**

Definirá, de acuerdo con la Secretaría, el tipo de estudio de mareas por realizar, dependiendo de las características específicas del proyecto u obra.

### **E.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE**

Con el propósito de obtener los datos que permitan determinar las características de las mareas para un sitio determinado, recopilará, analizará y evaluará toda la información de datos estadísticos que definan las variables de las mareas, que pudieran existir en instituciones gubernamentales, nacionales e internacionales, o privadas, de acuerdo con lo establecido en el Manual M-PRY-PUE-1-04-002, *Recopilación y Análisis de Información*.

### **E.3. MEDICIÓN DE LOS NIVELES DEL MAR**

Medirá en campo los niveles del mar mediante la utilización de reglas de mareas o de equipos mecánicos o electrónicos, de

acuerdo con lo establecido en el Manual M-PRY-PUE-1-04-003, *Medición de Niveles del Mar*, las características del equipo y métodos de medición, estarán en función de la frecuencia con la que se requiera la información de los niveles del mar, así como del periodo de medición.

#### **E.4. PREDICCIÓN DE MAREAS**

- E.4.1.** Realizará el cálculo de las constantes armónicas de las componentes de marea, de acuerdo con lo establecido en el Manual M-PRY-PUE-1-04-002, *Recopilación y Análisis de Información*.
- E.4.2.** Realizará el pronóstico de los niveles de mar que se presentarán en el futuro, denominado predicción de marea astronómica, mediante la aplicación de un procedimiento de cálculo numérico que utiliza como información de partida, las variaciones de los niveles del mar medidos en un sitio de proyecto u obra, de acuerdo con lo establecido en el Manual M-PRY-PUE-1-04-004, *Predicción de la Marea Astronómica*.
- E.4.3.** Realizará el pronóstico de la sobreelevación del nivel del mar, denominado predicción de marea meteorológica o de tormenta, tomando como base la información del viento y campos de la presión atmosférica, mediante la aplicación de formulaciones empíricas o de métodos de cálculo gráfico, analítico o numérico, de acuerdo con lo establecido en el Manual M-PRY-PUE-1-04-005, *Predicción de la Marea Meteorológica*, y que utilizan como información de partida la información estadística de los campos de presiones y de vientos originados por ciclones o nortes que ocurrieron en el pasado en un sitio de proyecto u obra.

#### **E.5. INFORME TÉCNICO**

Elaborará el informe técnico a que se refiere el Inciso D.1.6. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*. La información que contendrá el informe técnico será, como mínimo, la señalada en la Norma N-PRY-PUE-1-04-006, *Presentación de Estudios de Mareas*.

## F. MEDICIÓN

Cuando el estudio de mareas se efectúe por contrato, para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado para efecto de su pago, se medirá conforme a lo señalado en la Cláusula F. de la Norma N LEG 2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, con las siguientes consideraciones:

### F.1. CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS

Cuando el estudio de mareas se contrate sobre la base de precios unitarios, se medirá como se indica a continuación:

#### F.1.1. Recopilación y análisis de la información existente

La recopilación y el análisis de la información existente, realizada conforme a lo señalado en la Cláusula E. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el lote.

#### F.1.2. Mediciones de los niveles del mar

La medición de los niveles del mar, realizada conforme a lo señalado en la Fracción E.3., a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad la jornada de veinticuatro (24) horas.

#### F.1.3. Cálculo de las constantes armónicas de las componentes de marea de los niveles del mar

El cálculo de las constantes armónicas de las componentes de marea de los niveles del mar, así como la determinación de los niveles del mar representativos del sitio de estudio, realizados conforme a lo señalado en el Inciso E.4.1. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el lote.

#### F.1.4. Pronóstico de los niveles del mar

El pronóstico de los niveles del mar, realizado conforme a lo señalado en el Inciso E.4.2. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el lote.

**F.1.5. Pronóstico de las sobreelevaciones de la marea meteorológica o de tormenta**

El pronóstico de las sobreelevaciones de la marea meteorológica o de tormenta originada por los campos de presión atmosférica y de vientos de ciclones o nortes, realizado conforme a lo señalado en el Inciso E.4.3., a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el lote.

**F.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO**

Cuando el estudio de mareas se contrate a precio alzado, se medirá, según el nivel de análisis requerido, como se indica en la Fracción F.2. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

**G. BASE DE PAGO**

Cuando el estudio de mareas se efectúe por contrato, para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado para efecto de su pago, se medirá conforme a lo señalado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, con las siguientes consideraciones:

**G.1. CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS**

Cuando el estudio de mareas se efectúe por contrato a precios unitarios, la base de pago para cada uno de los precios correspondientes a los diferentes conceptos es como sigue:

**G.1.1. Recopilación y análisis de la información existente**

El pago de la recopilación y análisis de la información existente, incluyendo la evaluación de datos estadísticos, se hará al precio fijado en el contrato para el lote. Este precio unitario incluye lo que corresponda por personal, gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

### **G.1.2. Mediciones de los niveles del mar**

El pago de las mediciones de los niveles del mar, se hará al precio fijado en el contrato para la jornada de veinticuatro (24) horas. Este precio unitario incluye lo que corresponda por personal, gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías.*

### **G.1.3. Cálculo de las constantes armónicas de las componentes de marea de los niveles del mar**

El pago del cálculo de las constantes armónicas de las componentes de marea, incluyendo la determinación de los niveles del mar, se hará al precio fijado en el contrato para el lote. Este precio unitario incluye lo que corresponda por personal, gastos de operación y rentas, según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías.*

### **G.1.4. Pronóstico de los niveles del mar**

El pago del pronóstico de los niveles del mar, se hará al precio fijado en el contrato para el lote. Este precio unitario incluye lo que corresponda por personal, gastos de operación y rentas, según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías.*

### **G.1.5. Pronóstico de la sobreelevaciones de la marea meteorológica o de tormenta**

El pago del pronóstico de las sobreelevaciones de la marea meteorológica o de tormenta, se hará al precio fijado en el contrato para el lote. Este precio unitario incluye lo que corresponda por personal, gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías.*

## **G.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO**

En caso de que el estudio de mareas se contrate a precio alzado, en la integración de dicho precio se debe considerar lo que



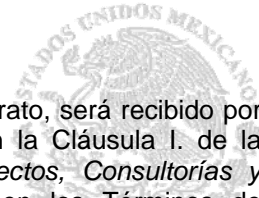
corresponda por personal, gastos de operación y rentas, según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para todas las actividades que se indican en la Cláusula E. de esta Norma.

## **H. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago del estudio de mareas se efectuará conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada.

## **I. RECEPCIÓN**

Quando el estudio de mareas se realice por contrato, será recibido por la Secretaría de acuerdo con lo establecido en la Cláusula I. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula J. de la misma Norma.



SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES