



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE VERACRUZ (MÉXICO): ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA EL MUELLE NORTE DE CONTENEDORES

Memoria

Trabajo Final de Grado

*Titulación: Grado en Ingeniería Civil*

*Curso: 2017/2018*

*Autor: Fuentes Campos, Rafael*

*Tutor: González Escriva, José Alberto*

*Cotutor: Medina Folgado, Josep Ramón*

*Valencia, diciembre de 2017*



## DEFINICIÓN DEL TRABAJO

Todo el contenido de este Estudio ha sido desarrollado por el alumno Rafael Fuentes Campos, autor del mismo, basándose en la documentación del Proyecto Base, a excepción del apartado “7. *Clima marítimo*” del documento “2.2. *Estudios previos*”, el cual está basado en el trabajo realizado por los compañeros del *Taller para la Ampliación del Puerto de Veracruz*, Carlos Juan Sánchez Navarro y Antoni Germà Arnau Colomer.

ALUMNO:

Rafael Fuentes Campos

A handwritten signature in black ink that reads "Rafael Fuentes Campos". The signature is written in a cursive style and is underlined with a single horizontal stroke.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



## *1. Memoria*

*Estudio de Soluciones para la Ampliación del  
Puerto de Veracruz (México)*



## ÍNDICE

1. Objeto y alcance .....	4
2. Antecedentes y situación actual .....	5
3. Localización .....	6
4. Datos de partida .....	7
5. Estudios previos .....	8
5.1. Topografía .....	8
5.2. Batimetría.....	8
5.3. Geología y geotecnia .....	9
5.4. Hidrología superficial .....	11
5.5. Climatología.....	12
5.6. Clima marítimo .....	12
6. Estudio de soluciones.....	14
7. Desarrollo de la alternativa elegida .....	15
8. Valoración económica .....	18
9. Documentos del estudio .....	19
10. Bibliografía .....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Incremento de los buques atendidos según su eslora .....	6
Tabla 2 - Características geotécnicas del terreno .....	10
Tabla 3 - Valores de altura de ola significativa en función del periodo de retorno .....	13
Tabla 4 - Periodos pico asociados a cada altura de ola significativa .....	14
Tabla 5 - Características dimensionales de los cajones de hormigón .....	17
Tabla 6 - Tabla comparativa entre los coeficientes de seguridad mínimos de cálculo y los coeficientes de seguridad mínimos establecidos en la ROM para la combinación fundamental .....	18
Tabla 7 - Tabla comparativa entre los coeficientes de seguridad mínimos de cálculo y los coeficientes de seguridad mínimos establecidos en la ROM para la combinación sísmica.....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Principales rutas del Puerto de Veracruz .....	5
Figura 2 - Localización de Veracruz y detalle de la Bahía de Vergara .....	7
Figura 3 - Batimétricas en el área de estudio.....	9
Figura 4 - Región hidrológica de Veracruz.....	11
Figura 5 - Sección tipo del muelle de cajones .....	16

## 1. Objeto y alcance

El presente Estudio de Soluciones desarrolla la definición y valoración de las obras a efectuar para llevar a cabo la ampliación del Puerto de Veracruz (México).

Con la construcción de la citada ampliación se pretende abastecer las demandas de la región central del país en cuanto a términos de exportación e importación de mercancías por vía marítima se refiere. Esto atiende al objetivo de mantener la estabilidad macroeconómica del país, desarrollar sectores estratégicos y sobre todo contar con una infraestructura de transporte que se vea reflejada en menos costes para realizar la actividad económica.

Todos los objetivos marcados para la construcción de las nuevas estructuras de la ampliación del puerto vienen recogidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Además, la construcción y operación de la Ampliación del Puerto de Veracruz en la Zona Norte permitirá aprovechar las conexiones ferroviarias y carreteras existentes, vinculará al puerto con la Zona de Actividades Logísticas y la nueva Terminal de Carga Aérea, además de impulsar de forma directa el desarrollo de la zona industrial.

A todo esto se le suma una mejora significativa en cuanto a la relación Puerto-Ciudad, desviando el tráfico de carga comercial, que actualmente pasa por la ciudad, hacia zonas destinadas como áreas auxiliares al puerto.

Adicionalmente, se pretende utilizar las instalaciones que conforman el actual Puerto de Veracruz para fines recreativos y orientados hacia el turismo, una vez se hayan concluido las obras que darán lugar a dicha ampliación.

Se recoge, en la presente memoria, de forma breve y concentrada la información más destacable que permite entender la estructura y los contenidos del estudio. Los puntos contenidos en el resto del estudio desarrollan en profundidad los puntos aquí tratados.

Este estudio de soluciones constituye el Trabajo Final de Grado del autor, y se presenta con la finalidad de cumplir el requisito necesario para la obtención del título de Grado en Ingeniería de Civil.

## 2. Antecedentes y situación actual

El Puerto de Veracruz está considerado como el principal puerto comercial del país, sin embargo, actualmente enfrenta una grave situación limitada por falta de espacios para la ampliación de su infraestructura portuaria, de servicios y de desalojo de mercancía.

Desde la década pasada, el dinámico comercio mundial ha generado que los puertos sean puntos estratégicos comerciales, lo que para el caso del puerto de Veracruz representa un importante incremento de movimiento de carga de importación y exportación en la economía nacional e internacional.

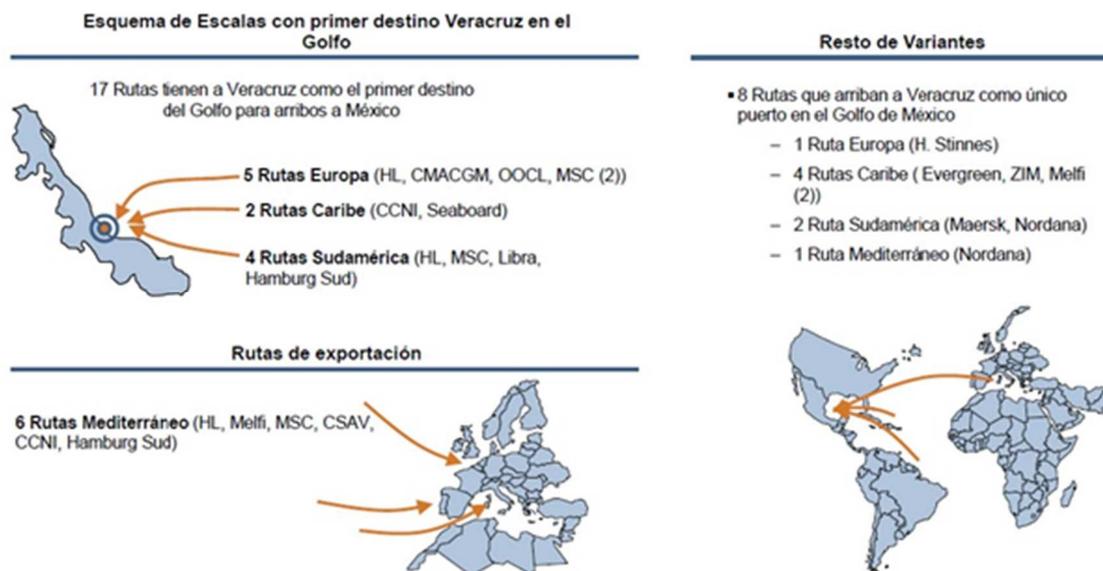


Figura 1 - Principales rutas del Puerto de Veracruz

El puerto de Veracruz es uno de los puertos de mejor conectividad marítima de todo México, ofreciendo una conexión a más de 150 puertos a través de 27 líneas navieras y 54 rutas marítimas que proporcionan servicios regulares con destinos a los

principales puertos del golfo y la costa este de Estados Unidos, Europa, Centroamérica y Sudamérica, principalmente.

A nivel nacional, Veracruz es uno de los principales puertos del país por donde se mueven las mercancías del comercio exterior con mayor valor comercial sin incluir el manejo de petróleo.

Actualmente, el movimiento de carga en el recinto portuario presenta un incremento en la tasa media de crecimiento anual del 16,4% y en la presente década se han observado preocupantes signos de congestión. Además, constantemente aparecen nuevas tecnologías de transporte de mercancía, las cuales se ven reflejadas en buques de mayores dimensiones que ya no pueden ser atendidos en el puerto actual por las limitaciones de su configuración, concretamente por cuestiones de insuficiencia de calado, de posiciones de atraque y de superficies de almacenamiento. En la *Tabla 1* puede observarse el crecimiento de los buques de gran eslora recibidos en el puerto actual desde el año 2005 hasta el año 2011.

Eslora (m)	Buques		
	2005	2011	$\Delta$ (%)
< 100	2	0	-100,00%
100 a 150	120	100	-16,70%
150 a 200	206	96	-53,40%
200 a 250	141	249	76,60%
250 a 300	92	173	88,00%
> 300	1	42	4100,00%

*Tabla 1 - Incremento de los buques atendidos según su eslora*

### 3. Localización

La Ampliación del Puerto de Veracruz se encuentra ubicada en la zona norte del actual recinto portuario. Más concretamente se pretende situar en la Bahía de Vergara, la cual pertenece al municipio de Veracruz (México). Cabe resaltar que las obras se desarrollarán íntegramente en el citado estado centroamericano.

Veracruz es la ciudad más grande e importante del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, con una población de 552.156 habitantes. Está ubicada a 90 km de distancia de la capital del estado Xalapa y a 400 km de distancia de Ciudad de México. Limita al norte con el municipio de La Antigua y el Golfo de México; al sur con los municipios de Medellín y Boca del Río; al este con el Golfo de México y al oeste con los municipios de Manlio Fabio Altamirano y Paso de Ovejas.



Figura 2 - Localización de Veracruz y detalle de la Bahía de Vergara

Más concretamente, el puerto actual se encuentra ubicado en la zona centro del estado, en la región conocida como Sotavento, en las coordenadas latitud  $19^{\circ} 12' 02''$  N, longitud  $096^{\circ} 08' 15''$  W. Este puerto es el más importante de México.

#### 4. Datos de partida

Como datos de partida para empezar a desarrollar este Estudio se tienen los documentos que conforman el Proyecto Base redactado con el fin de llevar a cabo las obras de ampliación del actual puerto de Veracruz (México).

Para el desarrollo de este Estudio de Soluciones, se tomarán los datos que sean necesarios de dicho Proyecto Base, concretamente de la Declaración de Impacto Ambiental y de los Planos.

Puesto que previo a la redacción de este estudio se ha realizado un estricto análisis de la documentación incluida en el proyecto, se han detectado diversas incongruencias e indefiniciones, así como datos erróneos (por ejemplo, en cuanto al oleaje). Estas deficiencias se han corregido para así disponer de los datos más fidedignos posibles.

## **5. Estudios previos**

### **5.1. Topografía**

El área de estudio corresponde a la parte central del Golfo de México, dentro de la Planicie Costera del Golfo, que se caracteriza, en la región, por el desarrollo de planicies aluviales y de lodo, por la construcción de montículos eólicos a lo largo del cordón litoral y por la formación de lagunas marginales separadas del mar por una barra prelitoral. Particularmente, el sitio de estudio presenta una topografía prácticamente plana.

### **5.2. Batimetría**

La batimetría de la Bahía de Vergara se ha obtenido de los planos del Proyecto Base, la cual está referenciada desde el nivel bajamar media (N.B.M.).

Para el muelle de la Terminal A de Contenedores solamente existirá un sistema de referencia, ya que la batimétrica correspondiente a la profundidad -5 m discurre aproximadamente por la línea de atraque.

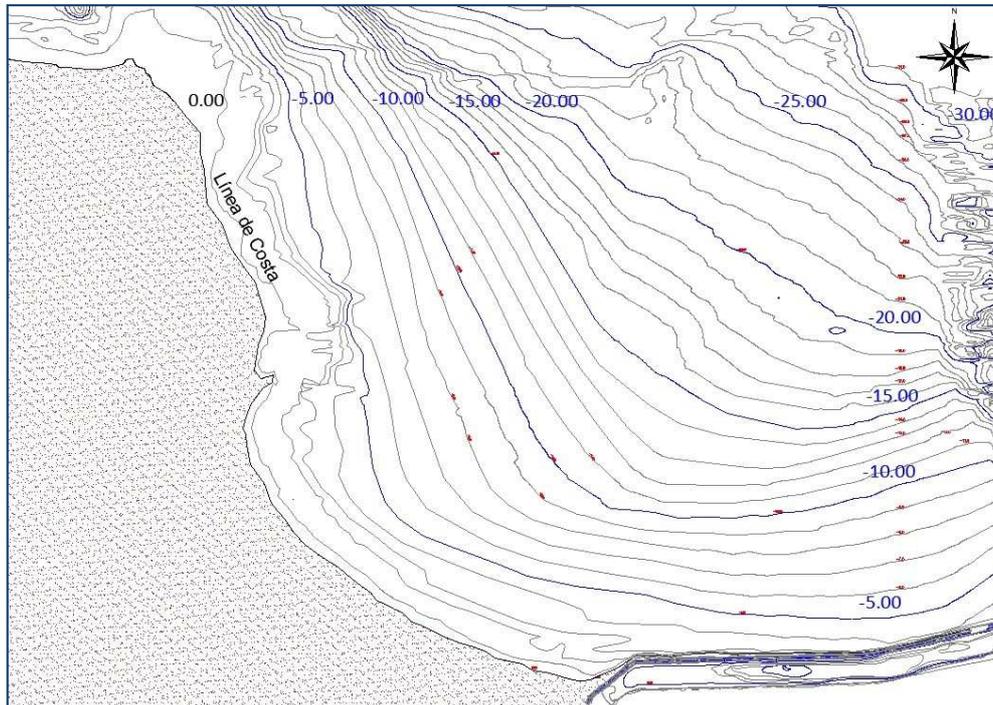


Figura 3 - Batimétricas en el área de estudio

### 5.3. Geología y geotecnia

Conocer las características geológico-geotécnicas de la zona de análisis resulta importante teniendo en cuenta que, en este caso, se trata de un tramo costero de arenas limosas característico del litoral donde se ubica la zona de estudio.

En esta zona predominan los materiales sedimentarios marinos no consolidados tales como arcilla, arena y conglomerado. La edad de las rocas que conforman esta provincia aumenta a medida que existe más distancia de la costa. Las rocas plio-cuaternarias y terciarias afloran cercanas a la costa, en tanto que en las proximidades de la Sierra Madre Oriental afloran rocas de edad cretácica.

Desde el punto de vista geológico, el Puerto de Veracruz se ubica dentro de la Provincia Cuenca Deltáica de Veracruz, al norte se presenta el Macizo Ígneo de Palma Sola, al norponiente la Faja Volcánica Transmexicana, al poniente el Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas, misma que forma parte de la Sierra Madre Oriental,

y al oriente el Macizo Volcánico de Los Tuxtlas.

Como ocurre con cualquier obra de abrigo, el diseño y dimensionamiento tanto de los muelles como de los diques del puerto presentarán unas exigencias constructivas que dependerán directamente del tipo de material y terreno sobre el que asientan.

Cabe comentar que en la zona donde se va a ubicar la ampliación del puerto no había sido, hasta el momento, objeto de estudios geotécnicos. Por este motivo, ha resultado necesario efectuar varios ensayos de carácter geológico-geotécnico. Para tal fin se realizaron diversos análisis y recogidas de muestras de naturaleza marítima y terrestre, llevados a cabo por la Administración Portuaria Integral del puerto de Veracruz (APIVER). Además, se recurrió a la información disponible en la bibliografía existente para así poder lograr que los datos a tratar fueran lo más fiables posible. Con todo esto se desarrolló la documentación geológica-geotécnica necesaria, recogida en el proyecto base.

En este caso, la información requerida ha sido obtenida del Proyecto Base.

Una vez caracterizado el terreno, se puede observar como el tipo de terreno mayoritariamente predominante son las arenas limosas (SM), sueltas y de grano fino a medio. Las características geotécnicas de este tipo de terreno se recogen en la siguiente tabla:

Material	Compacidad	Densidad relativa	N (SPT)	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	Índice de huecos	Ángulo de rozamiento interno (°)
SM: arenas limosas	Densa	75%	45	1,65	0,62	35
	Media	50%	25	1,55	0,74	32
	Suelta	25%	< 8	1,49	0,80	29

*Tabla 2 - Características geotécnicas del terreno*

Estos datos se comparan con los obtenidos en el cálculo geotécnico para ver si la carga de hundimiento está entre los límites aceptables, o por el contrario hay que realizar alguna actuación para hacer más competente el terreno.

#### 5.4. Hidrología superficial

La ampliación del Puerto de Veracruz se ubica en una zona en la cual la región hidrológica abarca una parte muy importante de la porción que ocupa el centro-sur de Veracruz. Las cuencas que conforman esta región hidrológica son la cuenca de Papaloapan y la de Jamapa.

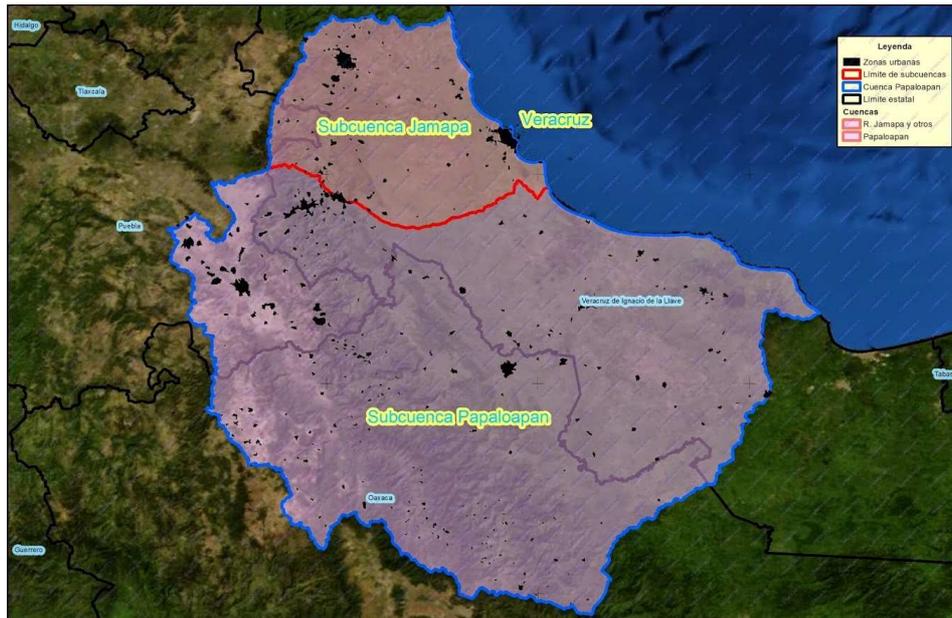


Figura 4 - Región hidrológica de Veracruz

La zona de interés presenta un volumen de lluvia de 17.672 millones de  $m^3$  anuales y una escorrentía de 7.562 millones de  $m^3$ .

Dentro de esta cuenca el principal río existente es La Antigua, ya que abastece a numerosas unidades de riego, presentando un volumen de extracción superficial de agua para riego mayor que los demás ríos.

Cabe destacar que los problemas que pudieran ser causados por la escorrentía superficial, la cual interviene en la dinámica litoral de la bahía de Vergara, no tendrán influencia por estar dicha zona fuera de la cuenca hidrográfica. Sin embargo, el río La Antigua aporta parte de material acarreado por el transporte litoral, lo cual puede afectar a la calidad del agua en la bahía. Por tanto, en situaciones en que puedan producirse avenidas se puede producir un aumento de la turbidez del agua causada por el aporte de sólidos inducido por el río. Por este

motivo, tanto para el diseño como para la construcción de las obras objeto de estudio se tendrá en cuenta dicho efecto.

### 5.5. Climatología

Por lo que respecta a la climatología característica de la zona, el clima es tropical cálido, con una temperatura media anual de aproximadamente 25°C y precipitación media anual de alrededor de 1.500 mm.

Existen períodos mensuales en los cuales aumentan las rachas de viento provenientes del norte y que alcanzan velocidades de hasta 130 km/h. Ocasionalmente se producen variaciones en la temperatura, aunque generalmente se mantiene constante.

En el apartado “6. Climatología” del documento “2.2. Estudios Previos” se puede ver de una manera más precisa la relación de parámetros climáticos habituales para los diferentes meses del año en Veracruz.

Debido a la ubicación del área de estudio (Golfo de México), cabe destacar la importancia que pueden llegar a tener sobre el oleaje los huracanes que puedan producirse, ya que este golfo presenta una marcada tendencia histórica en materializarse fenómenos de este tipo.

En este estudio se hace referencia a 2 huracanes que afectaron a la zona de estudio, como son los huracanes: Dean (2007) y Karl (2010).

### 5.6. Clima marítimo

Los parámetros básicos para obtener el oleaje de diseño son la altura de ola significativa y su período pico asociado.

Para obtenerlos se ha recurrido a la información proporcionada por el visor C3A desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, en el cual se precisan los datos de oleaje registrados en la costa del golfo de México, es decir, la costa objeto de estudio.

A partir de dicha herramienta se obtiene el valor de la altura de ola significativa para el régimen extremal con un período de retorno dado, que para el caso de diseño de obras de abrigo se suele asociar un período de retorno de 500 años.

Por tanto, la información que ofrece el visor es:

**Rég. extremal ( $T_r = 500$  años):  $H_s = 13,51$  m**

El visor también proporciona información sobre datos de oleaje máximo histórico asociado a huracanes, que para este caso toma el valor de:

**Huracanes:  $H_s = 7,89$  m**

Conociendo estos dos valores de oleaje, se descarta el segundo de ellos por desconocer el período de retorno al cual está asociado, además de ser significativamente menor. Por estos motivos no resulta ser un valor que represente de forma significativa el oleaje de la zona, por tanto, se tomarán como datos los que aparecen en la *Tabla 3*.

$T_r$ (años)	$H_s$ (m)
500	13,51
100	11,89
50	11,14

*Tabla 3 - Valores de altura de ola significativa en función del periodo de retorno*

Además, es necesario conocer la altura de ola asociada a un período de retorno de 1 año para el cálculo del rebase, la cual se determina según una estimación de los datos de la tabla expresados en escala logarítmica. Este valor resulta ser:

**$H_s (T_r = 1 \text{ año}) = 7,15$  m**

Una vez establecidos estos valores, se pasa a determinar los períodos pico asociados a las alturas de ola. Para ello se ha recurrido a la página web del *National Data Buoy Center* la cual ofrece información acerca de las alturas de ola y sus períodos pico en las diferentes boyas del mar caribe. Por tanto, los períodos pico

resultantes asociados a cada altura de ola son:

$T_r$ (años)	$H_s$ (m)	$T_s$ (s)
500	13,51	18,46
100	11,89	17,44
50	11,14	16,94
1	7,15	13,91

Tabla 4 - Periodos pico asociados a cada altura de ola significativa

La **carrera de marea** se ha determinado según el visor C3A anteriormente comentado, el cual sitúa este valor en **1,97 m**.

## 6. Estudio de soluciones

En el estudio de soluciones se procede inicialmente a evaluar de forma genérica todas las secciones tipo de muelle más significativas, describiendo y justificando cada una de sus ventajas e inconvenientes.

Tras este primer análisis, se exponen las conclusiones alcanzadas sobre cada tipología estructural, lo que permite reducir el número de opciones a tan sólo dos con el fin de realizar un estudio más detallado de éstas, las cuales son:

- *Alternativa 1:* Un muelle de **cajones** de hormigón.
- *Alternativa 2:* Un muelle de **pantallas de tablestacas metálicas** con plataforma superior de descarga.

Para elegir la alternativa más adecuada se emplea un método multicriterio basado en la técnica de las sumas ponderadas. Dicho método se lleva a cabo siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Definición de los criterios.
- 2) Asignación de pesos a cada criterio.
- 3) Análisis de cada alternativa asignando una calificación para cada criterio.
- 4) Suma, para cada alternativa, de los productos de las calificaciones de cada criterio por los pesos correspondientes.

#### 5) Elección de la alternativa con mayor calificación.

Los criterios bajo los que se realiza el análisis de cada una de las alternativas se agrupan en 5 grupos, los cuales son:

- Criterios medio-ambientales (peso del **20%** del total).
- Criterios económicos (Inversión inicial) (peso del **20%** del total).
- Criterios económicos (Coste de ejecución) (peso del **25%** del total).
- Criterios económicos (Durabilidad) (peso del **15%** del total).
- Criterios constructivos (peso del **20%** del total).

Las puntuaciones que permiten calificar cada alternativa según el punto de vista de cada uno de los criterios van de 1 a 5, correspondiéndose 1 con “muy malo” y 5 con “muy bueno”.

Después de realizar el análisis multicriterio con tal de elegir la **alternativa más adecuada** para llevar a cabo la construcción de las obras, se puede concluir que dicha alternativa es la **Alternativa 1**, la cual recibe una puntuación mayor.

## 7. Desarrollo de la alternativa elegida

Una vez elegida la solución definitiva del muelle, se determinan todos los criterios que definen el diseño de la obra y que condicionan los cálculos a realizar. Una de las cuestiones más importantes para llevar a cabo los cálculos es la correcta definición de las acciones a las que se ve sometida la estructura, con notable peso de la influencia de sismos sobre las mismas. Las acciones consideradas son las siguientes:

- Peso propio
- Cargas muertas
- Empuje hidrostático y empuje de Arquímedes
- Peso del relleno sobre la zapata del cajón
- Peso del relleno de las celdas
- Empuje de tierras en el trasdós del muelle



Los valores que caracterizan el diseño del muelle son los siguientes:

- Número de atraques:  $N_a = 3$ .
- Longitud total de la línea de atraque:  $L_a = 1.450$  m.
- Anchura del muelle: Área de operación = 50 m + Área de almacenamiento
- Nivel de coronación: 5 m sobre el N.B.M.
- Calado del atraque:  $h_a = 18$  m.

Las principales características dimensionales de los cajones son las que se indican a continuación:

Altura del cajón (m)	19,60
Anchura o manga del cajón (m)	21,40
Longitud o eslora del cajón (m)	42,70
Espesor de la solera (m)	1,00
Vuelo de las zapatas (m)	1,50
Espesor de las zapatas (m)	1,00
Separación entre paredes interiores (m)	3,80
Espesor de las paredes exteriores (m)	0,60
Espesor de las paredes interiores (m)	0,30
Número de celdas por cajón	10 x 5

*Tabla 5 - Características dimensionales de los cajones de hormigón*

Los valores obtenidos en cada uno de los cálculos intermedios que permiten conocer los distintos coeficientes de seguridad pueden observarse en el documento “3.2. Diseño y cálculos justificativos”.

En las *Tablas 6 y 7* se observa la comparativa entre los valores mínimos obtenidos tras el cálculo y los valores mínimos establecidos en la ROM 0.5-05, donde se comprueba que el muelle y el terreno resisten frente a todas las sollicitaciones, incluso en condiciones sísmicas.

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO: Combinación fundamental	$C_s$	$C_{s,min}$
Vuelco rígido	2,37	1,30
Deslizamiento	5,35	1,30
Hundimiento	13,37	2,00
Vuelco plástico	4,87	1,30

*Tabla 6 - Tabla comparativa entre los coeficientes de seguridad mínimos de cálculo y los coeficientes de seguridad mínimos establecidos en la ROM para la combinación fundamental*

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO: Combinación sísmica	$C_s$	$C_{s,min}$
Vuelco rígido	1,83	1,10
Deslizamiento	1,37	1,10
Hundimiento	3,29	1,80
Vuelco plástico	1,25	1,10

*Tabla 7 - Tabla comparativa entre los coeficientes de seguridad mínimos de cálculo y los coeficientes de seguridad mínimos establecidos en la ROM para la combinación sísmica*

## 8. Valoración económica

En el documento 5. *Valoración económica* figuran las mediciones realizadas de las diferentes unidades de obra, así como el coste de cada una de ellas. Con estos datos es posible realizar una valoración económica aproximada de las obras, con el fin de tener una visión general del coste total de la infraestructura a construir.

Dada la extensión de este estudio, resulta más coherente realizar una valoración general aproximada en lugar de un presupuesto de ejecución material de las obras, en el cual se alcanza un nivel de detalle total.

Así pues, el **presupuesto total aproximado** para el Muelle de Contenedores de la Terminal Norte en la Ampliación del Puerto de Veracruz es de **194.402.274,05 €**.

## 9. Documentos del estudio

Los documentos que conforman este Estudio se dividen en 6 bloques, los cuales se detallan a continuación:

### **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

1. Memoria

### **DOCUMENTO Nº 2: ESTUDIOS PREVIOS**

- 2.1. Descripción del Proyecto Base
- 2.2. Estudios previos

### **DOCUMENTO Nº 3: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

3. Estudio de alternativas

### **DOCUMENTO Nº 4: DISEÑO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA**

- 4.1. Criterios de diseño
- 4.2. Diseño y cálculos justificativos

### **DOCUMENTO Nº 5: VALORACIÓN ECONÓMICA**

5. Valoración económica

### **DOCUMENTO Nº 6: PLANOS**

1. Plano nº 1: Planta general
2. Plano nº 2: Planta general en detalle de la Terminal Norte de Contenedores
3. Plano nº 3: Sección completa tipo del muelle (sin pedraplén)
4. Plano nº 4: Sección tipo de cajón de hormigón armado en muelle
5. Plano nº 5: Cajón de hormigón armado en muelle

## 10. Bibliografía

- **Recomendaciones para las Obras Marítimas (ROM):**
  - ROM 0.0-01: “Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias” de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - ROM 0.2-90: “Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias” de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - ROM 0.5-05: “Recomendaciones geotécnicas para obras marítimas y portuarias” de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - ROM 1.0-09: “Recomendaciones del diseño y ejecución de las obras de abrigo” de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - ROM 2.0-11: “Recomendaciones para el proyecto y ejecución de obras de atraque y amarre” de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - ROM 4.1-94: “Proyecto y construcción de pavimentos portuarios” de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  
- **Otras guías y manuales:**
  - “Manual para el diseño y la ejecución de cajones flotantes de hormigón armado para obras portuarias” (2006) de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - “Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas” (2008) de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento del Gobierno de España).
  - “Manual de diseño de obras civiles: Diseño por sismo” (2008) de la Comisión Federal de Electricidad de México.

- **Páginas y herramientas web:**
  - “*Visor C3A* para la evaluación de los efectos del cambio climático en las costas de América Latina y el Caribe” de la Oficina Española de Cambio Climático (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España) y el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria.
  - Página web del *National Data Buoy Center*

---

Se consideran suficientemente definidos y detallados todos los documentos que integran este Estudio de Soluciones, es decir, todo lo expuesto en esta memoria y sus documentos anexos.

Este estudio ha sido redactado de acuerdo con las Normas Técnicas y Administrativas en vigor. Es por ello por lo que se somete a la aprobación por parte del tribunal si procede.

Valencia, diciembre 2017

El autor del Estudio,

Fdo.: Rafael Fuentes Campos

A handwritten signature in black ink, reading "Rafael Fuentes Campos". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke underneath.