

ANEXO 9.2.

MODELO DE DISPERSIÓN DE LA PLUMA DE SEDIMENTOS

confidential
Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

confidential [DISPERSIÓN DE LA PLUMA DE SEDIMENTOS DE MATERIAL
Josefina Doumbia DRAGADO REPORTE 2]

8 de septiembre de 2015

IFC
Mar 24, 2016 13:19

IFC
Mar 24, 2016 13:19

DISPERSIÓN DE LA PLUMA DE SEDIMENTOS EN EL SITIO DE DRAGADO - DISPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE (BAHIA LIMON-ISLA TELFERS).

(Caribe Panameño),

Reporte 2.

Para: EMPRESA CONSULTORA

AECOM

Por:



Diana Araúz

MSc. En Ciencias Geográficas

Ing. Oceanólogo

Consultor Ambiental IAR-147-00

confidential
Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

Josefina Doumbia

IFC

Contenido

Josefina Doumbia

IFC

Mar 24, 2016 13:19

Mar 24, 2016 13:19

1. Introducción
2. Material y Métodos
 - 2.1 Zonas de estudio
 - 2.1.1. Área Dragado.
 - 2.1.2. Sitio de Disposición
 - 2.2. Recopilación de la información granulométrica
 - 2.3. Identificación de los patrones generales de corrientes marinas en la zona de dragado y vertido.
 - 2.4. Análisis numérico de dispersión de sedimentos de dragado
 - 2.4.1 Velocidad de sedimentación de las partículas
3. Condiciones de las simulaciones numéricas(límites de entradas del modelo)
 - 3.1. Régimen del Flujo
 - 3.2. Composición de los Sedimentos y velocidad de sedimentación
 - 3.3. Tipo de draga
 - 3.4. El medio marino
 - 3.4.1. Área Dragado
 - 3.4.2. Sitio de Disposición
4. Resultados de la Modelación de la Pluma de Sedimentos
 - 4.1 Área Dragado
 - 4.2. Sito de Disposición
5. Cambios en la Batimetría, Sitio de Disposición.
6. Metodología de Disposición de Material de dragado
 - 6.1. Equipo
 - 6.2. Plan de Acción
 - 6.3. El Registro de las Descargas
 - 6.4. Consideraciones
7. Características del diseño del muelle.
 - 7.1.Tipo de Buque
 - 7.2 Análisis del efecto de la Construcción del muelle en las corrientes
8. Conclusiones.

confidential
Josefina Doumbia

IFC

Mar 24, 2016 13:19

confidential
Josefina Doumbia

IFC

Mar 24, 2016 13:19

La empresa AECOM- es la encargada de elaborar el estudio de impacto ambiental para el desarrollo de facilidades portuarias en Isla Telfers; incluyen la construcción de un muelle para el desembarque de Gas natural Líquido, y realizar actividades de dragado de volúmenes (m³) probables planteados en tres escenarios (a. SC1 : 1.590.000 ,b. SC2 : 1.895.000 ,c. SC3 : 2.605.000)¹ para alcanzar la profundidad deseada -14 m que permita la navegación segura y las maniobras de los buques .

Según los actuales "REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE DRAGADO en los Puertos Panameños" (AMP, Dirección general de Puertos e Industrias Marítimas Auxiliares), el documento necesario para solicitar la autorización de un punto de vertido al mar ha de incluir, además de la información obtenida en las fases previas de caracterización del material a verter y de la zona de vertido y dragado (dinámica de corrientes), una hipótesis de impacto que contemple los posibles efectos de las actividades sobre el medio. Además, de estos estudios han de presentar una propuesta de metodología de las actuaciones de dragado y vertido, de acuerdo a la ficha 6 de manejo de dragado (ARAP).

En ese sentido, La hipótesis de impacto se basa en los estudios de transporte y dispersión de la fracción sedimentaria susceptible de quedar en suspensión, tanto en el área de dragado y durante la operación de descarga de material dragado, en su sitio de disposición en aguas abiertas, mediante simulación numérica. Por lo tanto; mediante el presente estudio, se pretende conocer el alcance y la distribución de la pluma de dispersión procedente de los vertidos de dragado y de la propia actividad.

2.1. Zonas de estudio; Sitios que a continuación se describen:

2.1.1. Área Dragado.

Bahía Limón se encuentra en el sector del Caribe Panameño y dentro de sus márgenes, Isla Telfers, se ubica el sitio de dragado; un área confinada con tendencia a la deposición de materiales, de origen natural (aportes fluviales y escorrentías) Las profundidades varían entre 10 a 12 m de fondo plano y arenoso sin irregularidades de consideración; por lo cual necesita ser dragada para mantener un calado en -14 m.

2.1.2. Zona de depósito del material dragado

El sitio de disposición seleccionado está caracterizado por la AMP como Sitio de disposición Manzanillo 3 y se ubica hacia el Este de la entrada del Canal de Panamá, posee una superficie de 60.72 ha aproximadamente y mantiene una profundidad de 21 a 23 m, lo que le da una capacidad de 13,358, 400 m³ y está a 9.0 km desde su vértice 1 hasta el sitio de emplazamiento o zona de dragado.

En las figuras 1 y 1.1, se presentan las zonas de estudio, su ubicación geográfica proyección del área a dragar y ubicación del muelle.

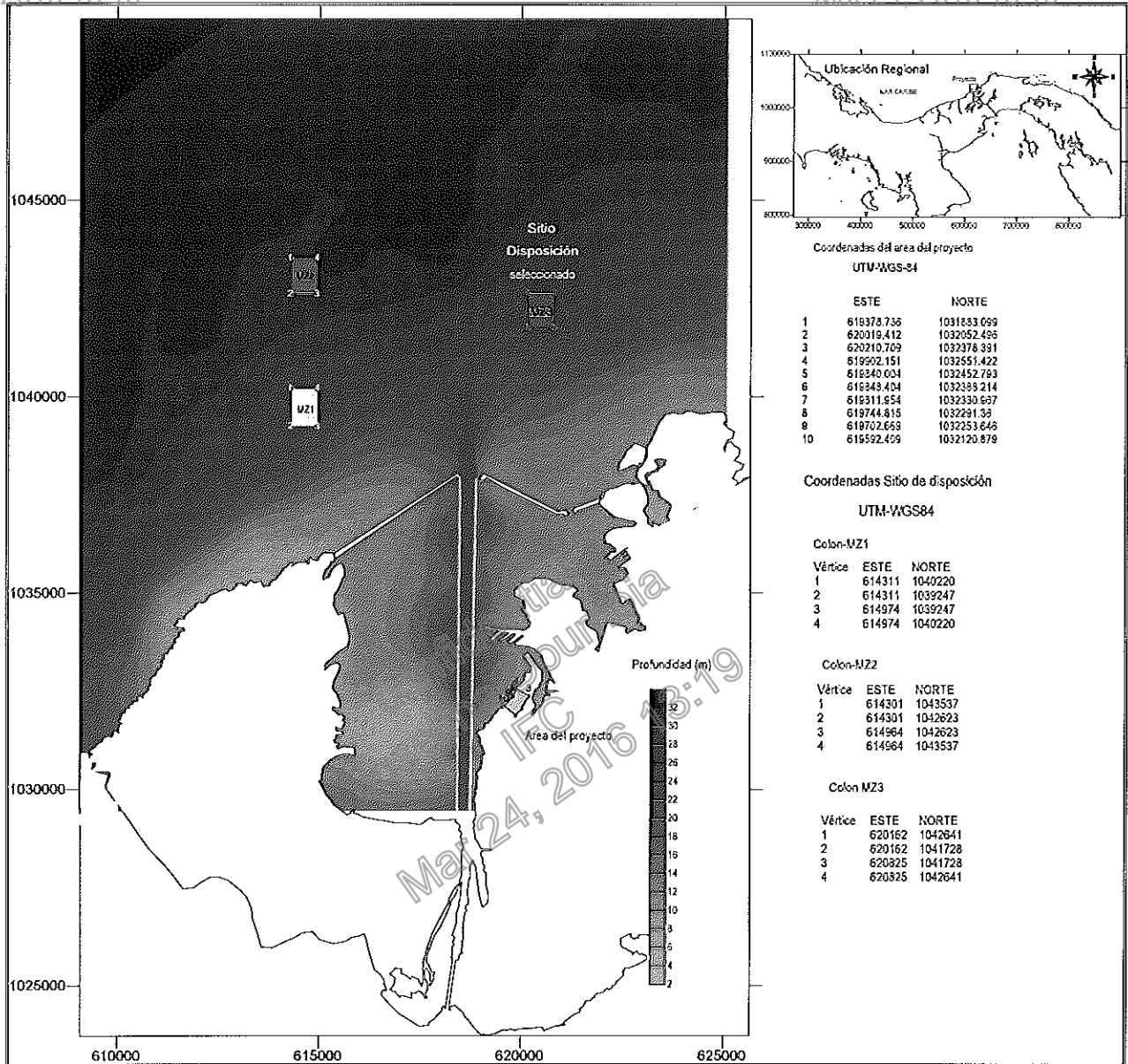


Figura 1. Espacios acuáticos objeto de desarrollo de las actividades de Dragado y Disposición.

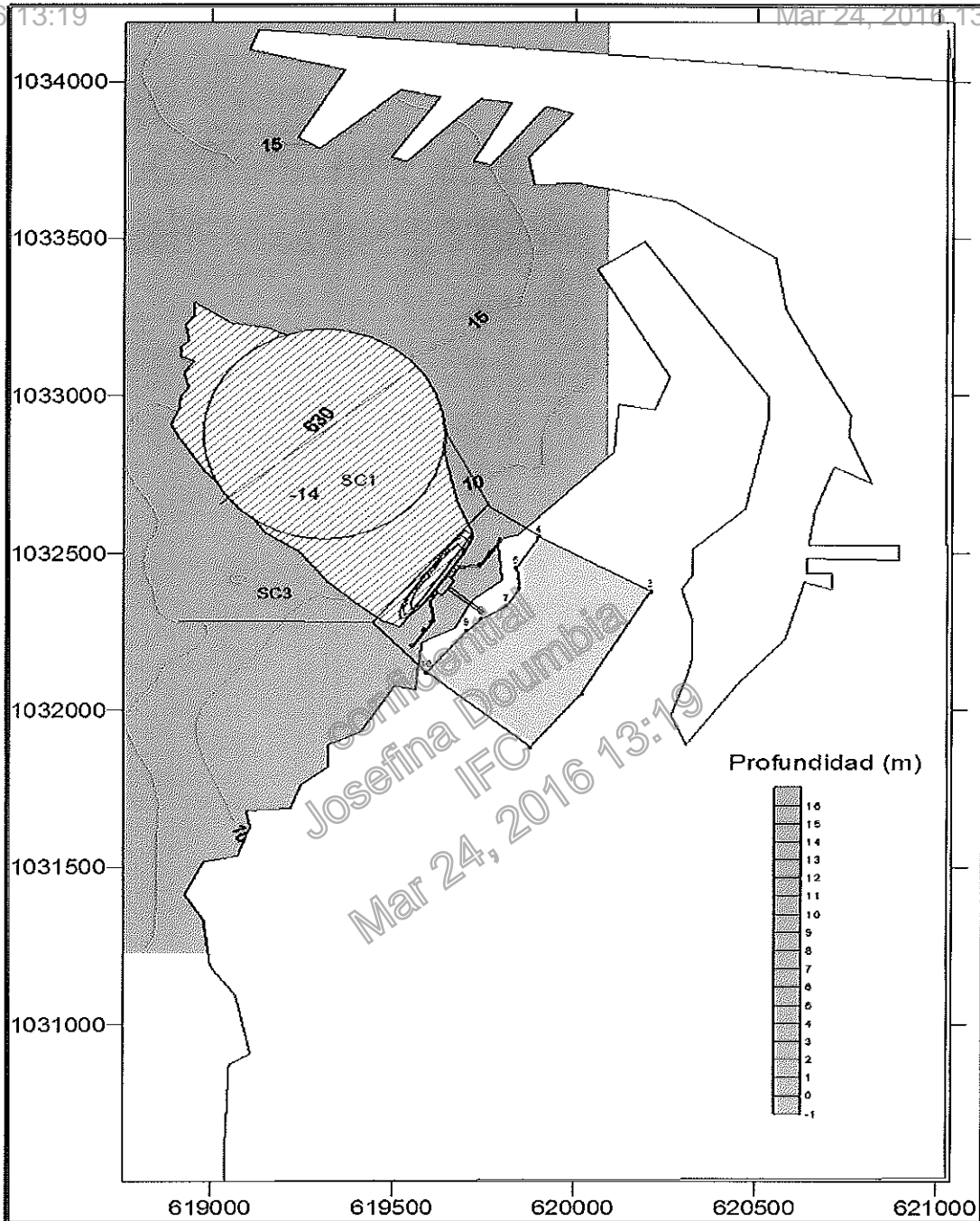


Figura 1.1 Ampliación de la zona de emplazamiento del proyecto. Área de dragado y construcción del muelle.

2.2. Recopilación de la información granulométrica

La información, sobre la granulometría de la zona de dragado, se ha obtenido a partir de estudios realizados por, FRUGO Consultants, INC. 2013², este es un estudio de geotecnia que barca siete estaciones, distribuidas en las aguas adyacentes de la costa de Isla Telfers, las perforaciones realizadas alcanzan una profundidad de hasta 4 m. y Edgardo Muñoz, 2015³. El mismo basa sus resultados en cinco estaciones de muestreo.

2.3. Identificación de los patrones generales de corrientes marinas en la zona de dragado y vertido.

Con el fin de identificar los patrones generales de corrientes en el área de estudio, se han utilizado los datos procedentes del estudio sobre las características hidrodinámicas de Bahía Limón, realizados por Diana Araúz, 2015⁴. En dicho estudio se han analizado las corrientes lagrangianas traqueadas a dos profundidades diferentes, superficie y 10 m. Los datos procesados con estadísticas básicas y calculadas las frecuencias de velocidades y dirección de las corrientes marinas. Adicional se modela según las características presentadas por las mareas, las cuales son mixtas semidiurna, condición ascendente y descendente, en aguas costeras. Mientras, que en la zona general de disposición está supeditada al efecto de las corrientes subinerciales y se analizan los datos generados por altimetría satelital, Altimetro Topex- Jason, Laboratorio Atmosférico y Oceanográfico NOAA, nodo del Caribe y Golfo de México.

² TELFER'S ISLAND FACTUAL DATA REPORT ADDENDUM GEOTECHNICAL AND GEOPHYSICAL SITE INVESTIGATION PORT OF CRISTOBAL PHASE 2 EXPANSION PORT OF CRISTOBAL, COLON, REPUBLIC OF PANAMA

³ INFORME SOBRE DE LOS SEDIMENTOS, GRANULOMETRÍA, MATERIA ORGÁNICA Y BENTOS (Bahía Limon), julio 2015.

⁴ HIDRODINAMICA Y CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA COLUMNA DE AGUA Informe Oceanográfico, Reporte 1, BAHÍA LIMON .(Isla Telfers),Caribe Panameño,7 de septiembre de 2015.

Josefina Doumbia

Josefina Doumbia

IFC 2.4. Análisis numérico de dispersión de sedimentos de dragado

IFC

Mar 24, 2016 13:19

Mar 24, 2016 13:19

Para la simulación de la dispersión espacial de las descargas del material de dragado se ha aplicado un modelo numérico de diferencias finitas DESCAR 3.0, para simulación bidimensional de la dispersión y transporte de sedimento y/ o contaminantes. El modelo que usa DESCAR 3.0 es un modelo de escala (*length-scale model*). Existen dos regímenes diferentes para la descarga que produce el emisario, descarga dominada por momento o por flotación. Este modelo, admite datos de las corrientes para establecer las condiciones de la forma del penacho contaminante. El programa establece la concentración del contaminante en cada punto afectado del agua producido por cada una de las fuentes emisoras teniendo en cuenta las propiedades del contaminante y el estado del agua. Existe la posibilidad de realizar promedios temporales (diarios, mensuales o anuales) de tal manera que se puede establecer la concentración de contaminante promedio en cada punto del agua.

“El programa DESCAR 3.0 nos da la posibilidad de estudiar numéricamente una gran cantidad de emisores de contaminantes acuáticos que afectan a nuestro medioambiente actual. El programa usa dos modelos diferentes: Modelo de penacho con curvatura y Modelo estratificado. El modelo de penacho con curvatura es ideal para vertidos en las cercanías de la costa y a pocos metros de profundidad como es el caso de vertidos de Centrales térmicas y nucleares en costas y ríos”. La base del modelo es el uso de una **ecuación gaussiana** e independiente del tiempo que simula el penacho de contaminantes que se genera en el agua por un emisor. Con algunas modificaciones, el modelo puede utilizarse para simular emisiones de emisarios submarinos. **Este modelo numérico utiliza diferencias finitas y puede ser modificado para diferentes condiciones de frontera.**

Es un método rápido y efectivo para evaluar numéricamente la dispersión de contaminantes y/o material de dragado vertido en el agua.

Por último podemos señalar, que este modelo permite trabajar con sistemas de información geográficos, en coordenadas geográficas y cartesianas.

confidential
Josefina Doumbia

confidential
Josefina Doumbia

IFC

IFC

Mar 24, 2016 13:19

Mar 24, 2016 13:19

y contaminación en cualquier punto (fórmula de Sutton):

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

Donde:

C concentración de contaminante en el punto (x,y,z).

Q caudal de emisión del contaminante.

u velocidad de la corriente :

H altura efectiva del difusor.

Como parte fundamental en el medio acuático se determina el régimen del flujo, a través del Número de Froude, el cual es un factor bastante útil y simple para determinar las condiciones hidrodinámicas de un flujo:

$$F = \frac{V}{(g \cdot h)^{1/2}}$$

Donde;

V= velocidad de flujo

g= aceleración de la gravedad

h= profundidad del flujo

Al tener efluente de partículas la ecuación de Sutton se modifica, teniendo en cuenta que las partículas a partir de cierto tamaño tienden a sedimentar. En ese caso el modelo considera la V_t - velocidad terminal, dada por la ecuación de Stokes, que se expresa del siguiente modo (Allen 1985).

$$V_s = \frac{1}{18} \frac{(\sigma - \rho)}{\eta} g \Phi^2$$

Donde:

V_s ; es la velocidad de sedimentación ($m \cdot s^{-1}$)

σ ; es la densidad de la partícula ($kg \cdot m^{-3}$)

ρ ; es la densidad del agua del mar ($kg \cdot m^{-3}$)

g ; es la aceleración de la gravedad ($m \cdot s^{-2}$)

η ; es la viscosidad del agua del mar en ($N \cdot s \cdot m^{-2}$)

Φ ; es el diámetro medio de las partículas (m)

3. Condiciones de las simulaciones numéricas (límites de entradas del modelo)
Estas se desarrollan en los puntos siguientes:

3.1. Régimen del Flujo

Es un estado que representa el comportamiento del fluido, el cual lo hace una condición fundamental en la aplicación del modelo Descar 3.0. Así como es importante su definición para conocer los procesos de transporte de las partículas.

Los números empleados para desarrollar dicha clasificación son:

Donde;

confidential
Josefina Doumbia
IFC

Froude : $V = 0.04 \text{ m/s}$ y 0.35 m/s

confidential
Josefina Doumbia
IFC

Como resultado tenemos que para V media, $F = 0.004$ y 0.035 ; por consiguiente $F < 1$, el flujo es subcrítico, en el cual las formas de lecho del régimen son estables.

b. Reynolds: El cual define el flujo turbulento lento $2000 < Re > 4000$.

Teniendo ambos números podemos decir, que el régimen del flujo para el área es subcrítico o turbulento muy bajo. Por lo que, la resistencia al flujo es grande y el transporte de sedimento es relativamente pequeño, en el sitio de dragado.

3.2. Composición de los Sedimentos y velocidad de sedimentación

Las simulaciones se realizaron considerando las fracciones presentadas en la Tabla 1, en la cual se muestra el inventario realizado; incluyendo, los puntos de la zona de dragado, los porcentajes de cada una de las partículas, la gravedad específica entre otra información. La metodología aplicada para la clasificación de los sedimentos es la ASTM-D422 (Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils).

El análisis de los sedimentos colectados indican, que las fracciones granulométricas dominantes corresponden a tamaños entre (0.07-0.08 mm) finos limosos y representan un 93 % de todas las muestras. Mientras, que el porcentaje de arena representa el 6.1 % y las gravas corresponden al 0.37 %. La distribución de estos sedimentos señala, que este es un ambiente de baja energía.

Las partículas de mayor porcentaje poseen una densidad seca de $1,5 \text{ t/m}^3$ y húmeda de 1.94 t/m^3 o sea 1940 kg/m^3 y una velocidad de sedimentación de unos $2 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Concentración de los sólidos suspendidos como límite de entrada es 300 g/m^3

Tabla 1. Composición de los sedimentos (Fuente : FRUGO Consultants, INC. 2013)

Borehole	Sample	Average Depth	% Gravel	% Sand	% Fines	Specific Gravity	Moisture Content (%)	Liquid Limit (%)	Plastic Index	USCS
SC-02B	M 1	0.51 - 0.74	0.00	2.70	97.30	2.53	99.78	50.50	9.60	MH
	M 2	1.29 - 1.49	0.00	1.60	96.20		87.83	50.60	11.30	MH
SC-04	M 1	0.77 - 0.97	0.00	3.10	96.90		41.63	46.00	7.00	MU
	M 2	1.27 - 1.47	0.00	12.00	83.00	2.42	48.43	60.90	17.30	MH
SC-05	M 1	0.30 - 0.50	0.00	0.70	99.30		117.75	53.40	13.60	MH
	M 2	1.30 - 1.50	3.80	27.50	68.70	2.64	91.30	43.30	9.70	MU
	M 3	2.30 - 2.50	0.00	3.30	96.70	2.37	95.63			MH
SC-07	M 1	0.60 - 0.80	0.00	0.40	99.60	2.56	112.72	56.60	15.10	MH
	M 2	1.70 - 1.90	0.00	8.00	92.00		63.63	76.40	18.60	MH
SC-09B	M 1	0.70 - 0.90	0.00	2.60	97.20		133.63	51.60	14.20	MH
	M 2	1.40 - 1.60	0.30	10.60	83.90	2.50	72.75	94.00	23.40	MH
SC-10	M 1	0.76 - 0.96	1.20	0.60	98.00		145.44			MH
	M 2	0.96 - 1.16	0.00	11.20	83.80	2.64	75.32	51.70	11.10	MH
SC-11	M 1	0.0 - 0.15	0.00	1.30	93.70	2.57	154.82	91.40	11.80	MH

Tabla 2. Coordenadas de los puntos de muestreo y nivel de penetración en metros.

Borehole No	NAD 27 Coordinates (meters)		Vibrocoring Penetration (m)	Sediment Recovery (m)	MLW Elevation (m)
	N	E			
Sediment Cores					
SC-02B	1032806.73	618933.97	3.05	1.63	10.3
SC-04	1032355.73	618990.97	4.73	1.55	11.8
SC-05	1032650.73	618990.97	5.33	2.87	11.2
SC-07	1032804.73	619183.97	5.49	2.49	11.1
SC-09B	1032602.73	619384.97	4.27	1.78	11.6
SC-10	1032804.73	619644.97	3.35	1.35	11.5
SC-11	1033011.73	619858.97	3.04	0.00	11.1

El escenario lo integra una draga autopropulsada de transporte de material dragado cargada de sedimentos como parte de la profundización del canal de navegación. La draga propuesta es la Dragas de succión por arrastre (hopper) o de Cántara con capacidad de 2000 a 3000 m³.

La draga de succión por arrastre, sea tipo Split (abertura al medio) o con Compuertas de fondo constituye sin lugar a dudas la alternativa más apropiada para el dragado con disposición no confinada en aguas abiertas. Este tipo de equipos agrega a su alta producción la ventaja de maniobrar con su propia propulsión y minimizar las interferencias con las operaciones portuarias de rutina.

3.4. El medio marino

3.4.1. Área Dragado.

En el medio marino como es sabido, las mareas son semidiurna mixtas de poca amplitud y bien diferenciadas, con dos pleamares y dos bajamares. Esta condición determina su acción en el hidrodinamismo del área que se define con valores de velocidades de bajas frecuencias y de dirección variable de acuerdo a los cambios de niveles de la marea, figura 2 a 4.

- › Estado de la mareas llenante y vaciante
- › Dirección de la corriente Dirección de la corriente 60º , 120º y 230º,
- › Velocidad de la corriente en espectro entre 0.04 a 0.08 m/s y 0.12 m/s,

La densidad del agua marina se tomará con un valor de 1020 kg/m³, dado que es un parámetro que puede variar estacionalmente.

3.4.2. Sitio de Disposición.

La velocidad de corriente va de fuerte a muy fuerte. El efecto direccional de la marea y el campo de velocidad es despreciable. Domina el sistema las corrientes subinerciales.

producidas por el giro ciclónico de la contracorriente de Panamá con dirección NE, ENE.
Para mayor detalle (ver estudio de hidrodinámica), el efecto de la marea es despreciable.

Figura 5.

- ▶ Velocidad de la corriente 0.30 a 1.3 m/s
- ▶ Dirección de corriente: 20°, 70° y 80°

3.5. Entradas al Modelo

Tabla 3. Escenarios seleccionados

Características	Area Dragado	Sitio Disposición
Profundidad de la fuente		4.5 m
Velocidad de salida del material	0.02 m/s	0.29 m/s
Concentración de SS	300 mg/L	350 mg/L
Caudal de salida del material	0.0	6.6 m ³ /s
Densidad del material	1940 kg/m ³	1940 kg/m ³
Descarga vertical	Llenado Succión	Disposición superficial
Profundidad	10 -11m	21-23 m
Densidad del agua	1020 kg/m ³	1020 kg/m ³
Velocidad de la corriente	0.04- 0.12 m/s	0.30 m /s
Dirección hacia la que fluye la corriente (de 0 a 360 grados)	60°-232°	60°
Coefficiente de estratificación	0,00005 1/s ²	0,00005 1/s ²

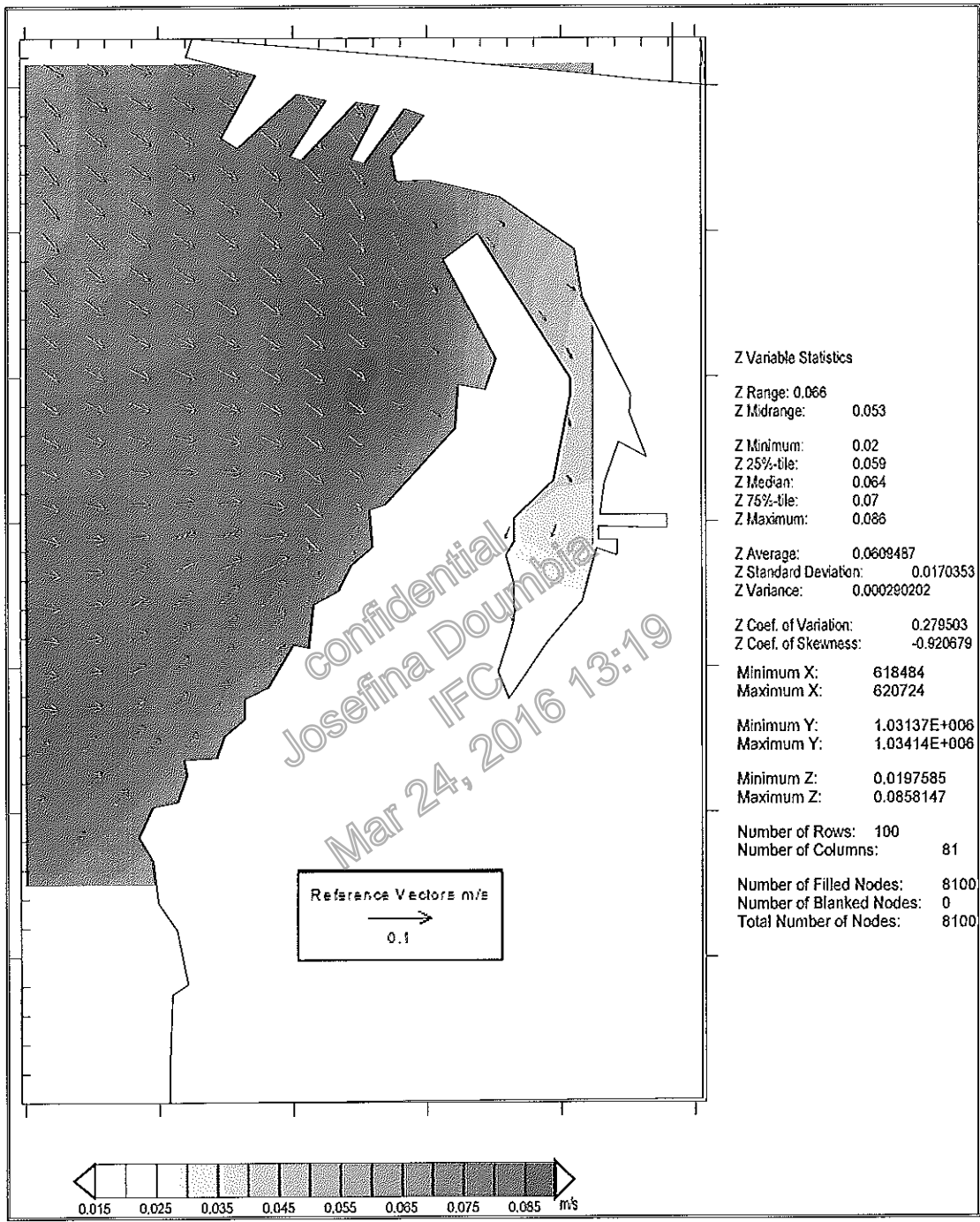


Figura 2. Modelado de corrientes durante marea de Sicigia ascendente, capa superficial sitio de dragado.

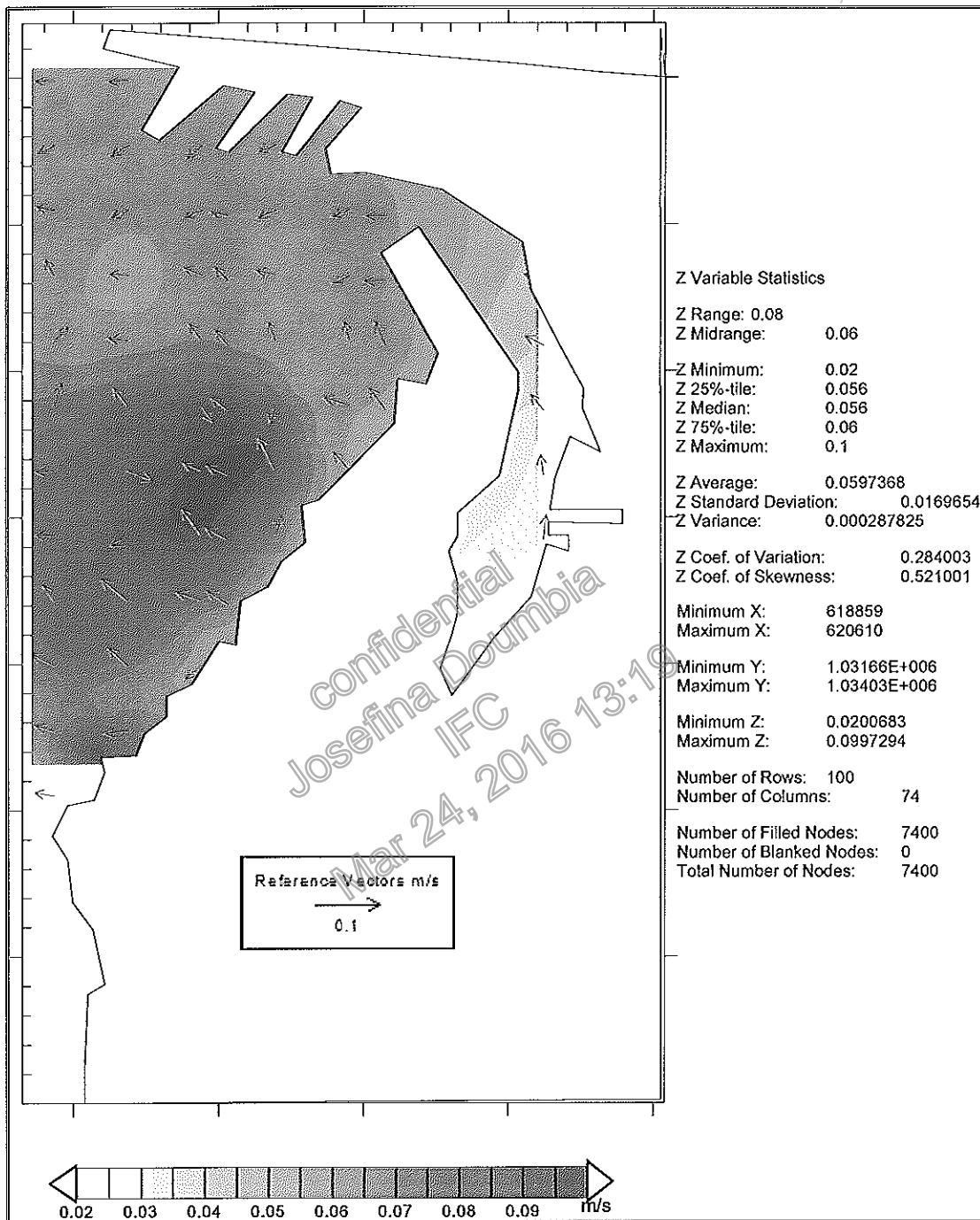


Figura 3. Modelado de corrientes durante marea de Sicigia descendente, capa superficial sitio de dragado.

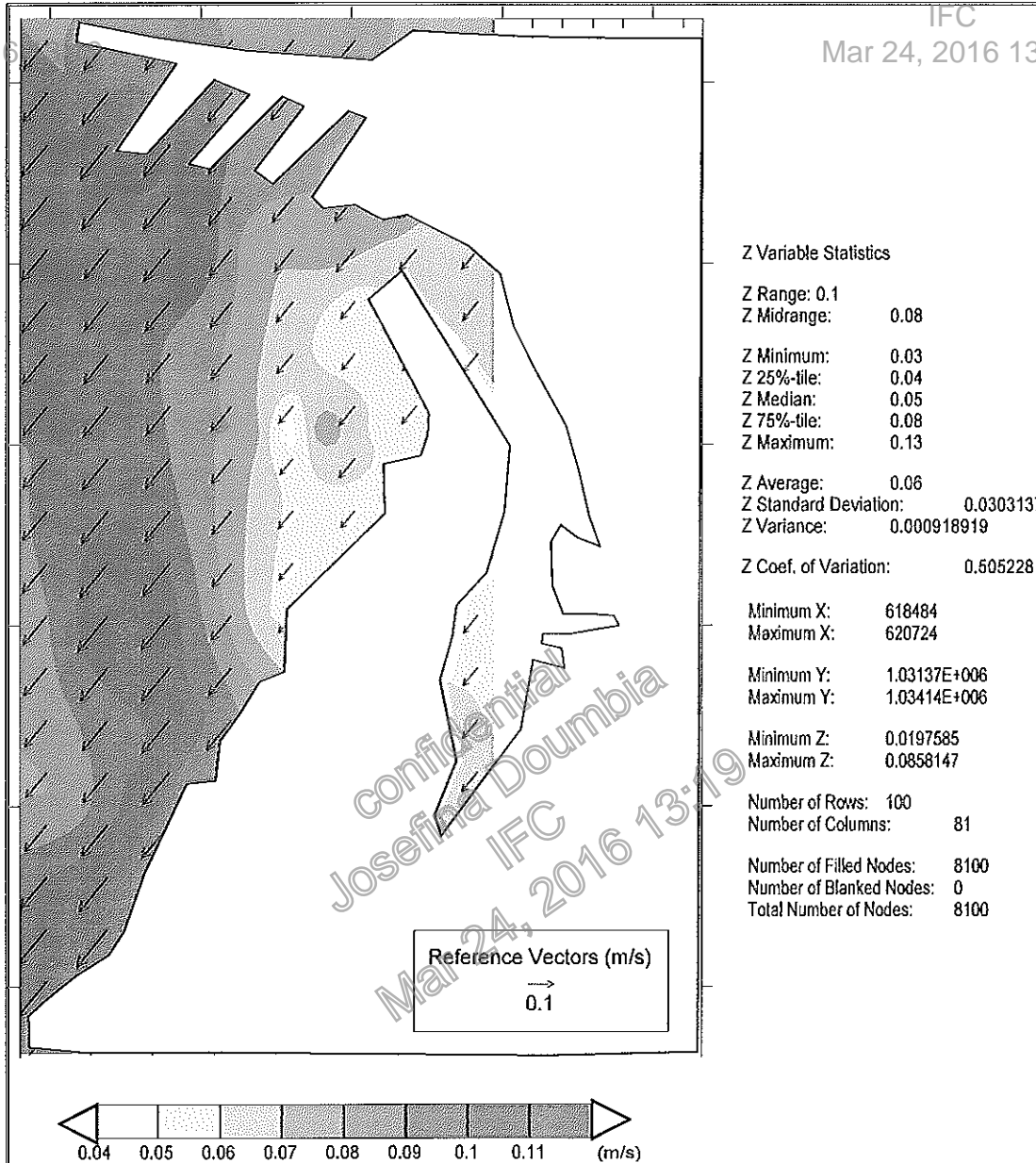


Figura 4. Condición marea bajando, sicigia negativa, corrientes superficiales con viento del NE.

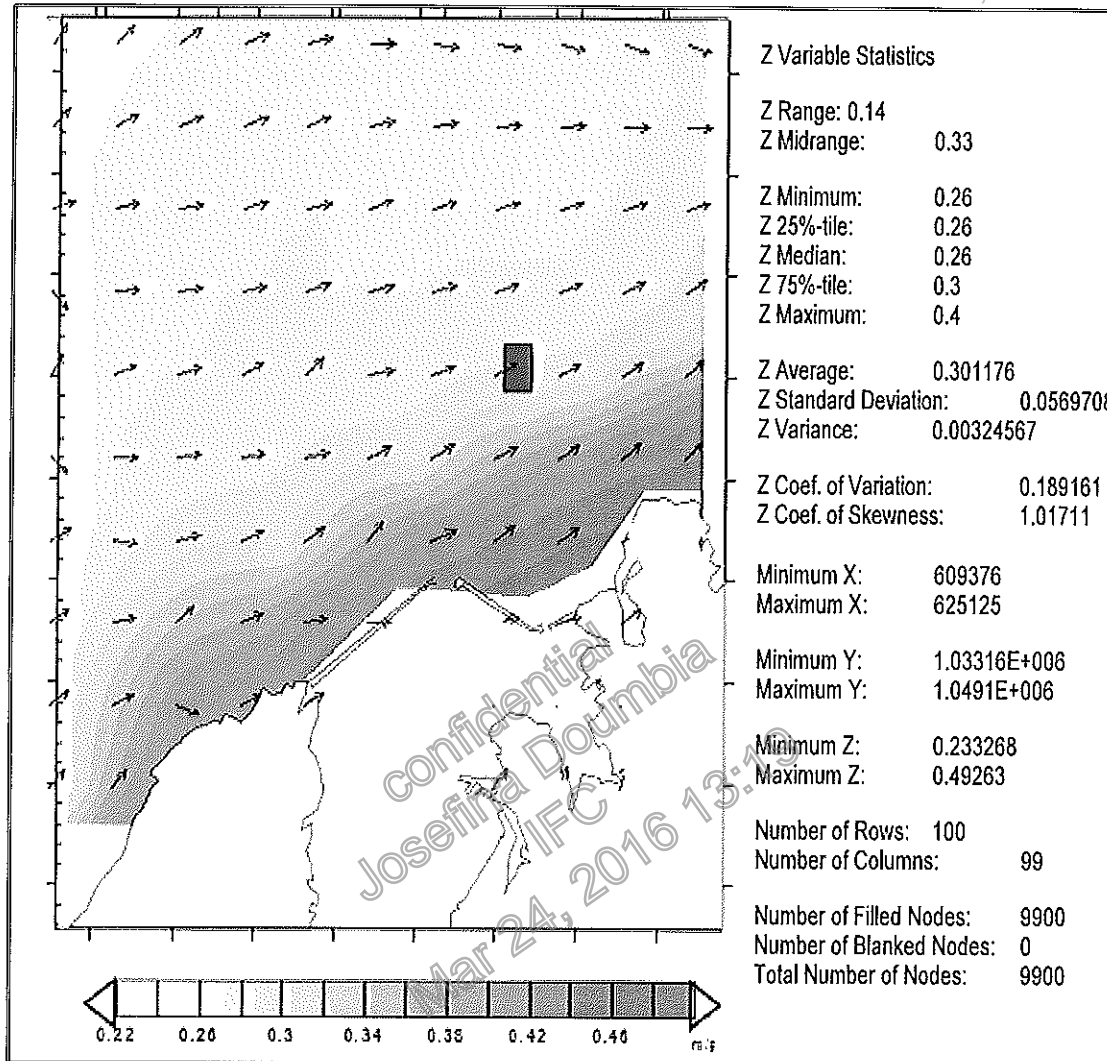


Figura 5. Corrientes modeladas sitios de vertidos de material dragado

4. Resultados de la Modelación de la Pluma de Sedimentos

La utilización de los modelos de dispersión hace posible estimar el impacto de la calidad del agua de una fuente, y por tanto predecir si se van a superar las concentraciones naturales del sitio seleccionado.

4.1. Área de dragado:

El resultado en este escenario, figura 6 y 7, indican, que la pluma de dispersión por efectos del dragado es casi imperceptible debido a la profundidad donde se realiza la succión y aunque el proceso es dominado por flotación, las concentraciones a nivel superficial y fondo son casi normales; por lo que el efecto causado por las actividades de dragado es puntual. Las máximas concentraciones en el fondo 5.5 g/m^3 no sobrepasa los 14 m en el primer escenario. Mientras, que para el segundo 20 g/m^3 no sobrepasa los 20 m de distancia de donde se draga. Como se puede observar, al aumentar la velocidad de la corriente aumenta el transporte, aunque las concentraciones de SS son casi naturales o muy bajas.

Por lo tanto, Las actividades del dragado, por su propia naturaleza, no provocarán significativas modificaciones de las características físicas del medio marino. Así, como tampoco se verán afectadas las estructuras físicas existentes, principalmente debido a que la pluma de dispersión de sedimentos es muy local y de poca extensión.

Como medida de manejo para evitar concentraciones de sólidos suspendidos se evitará y controlará el overflow en dicha zona evitando así el "Surface dust plume".

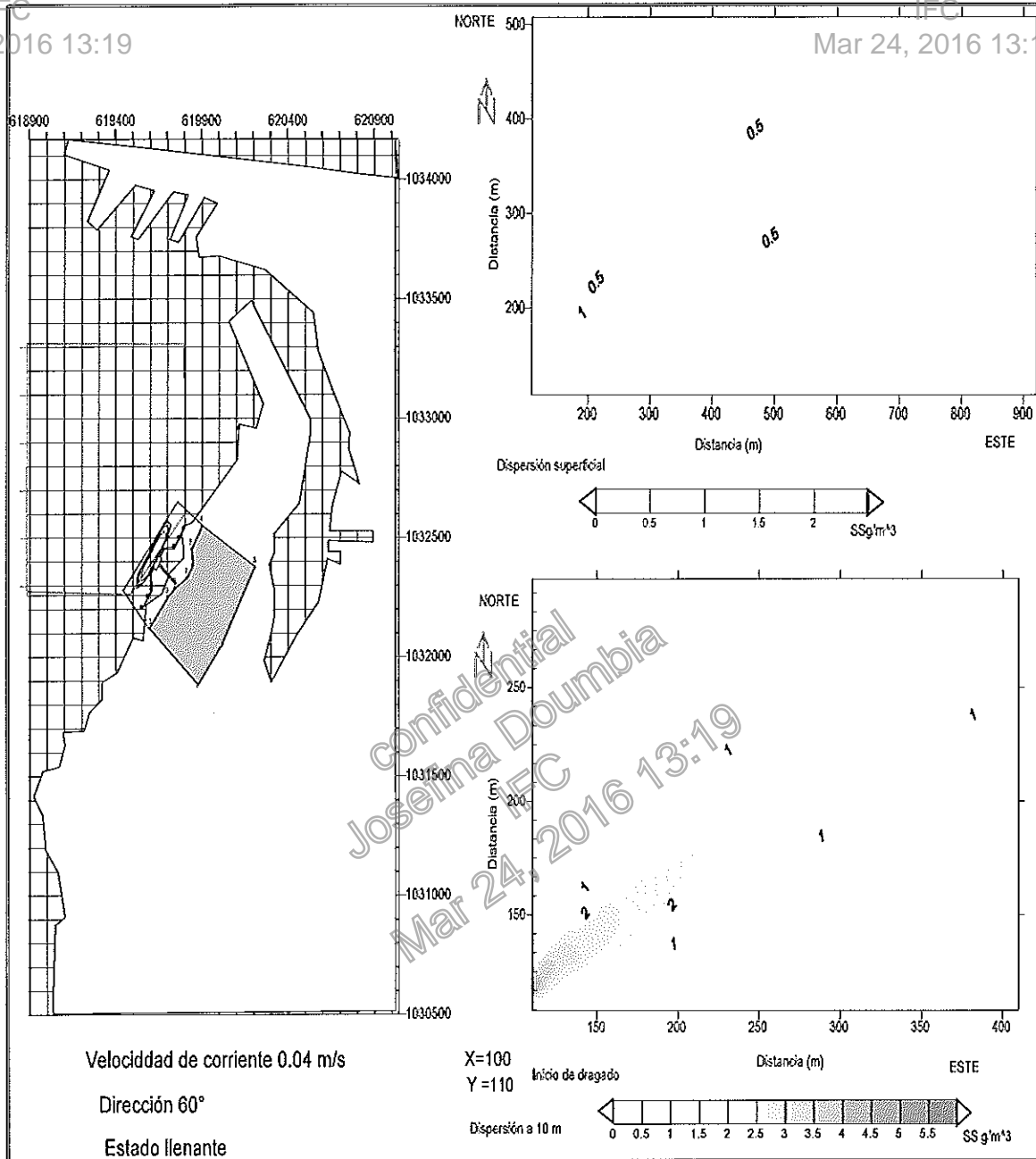


Figura 6. Pluma de Dispersión en sitio de dragado, profundidad 10 m.

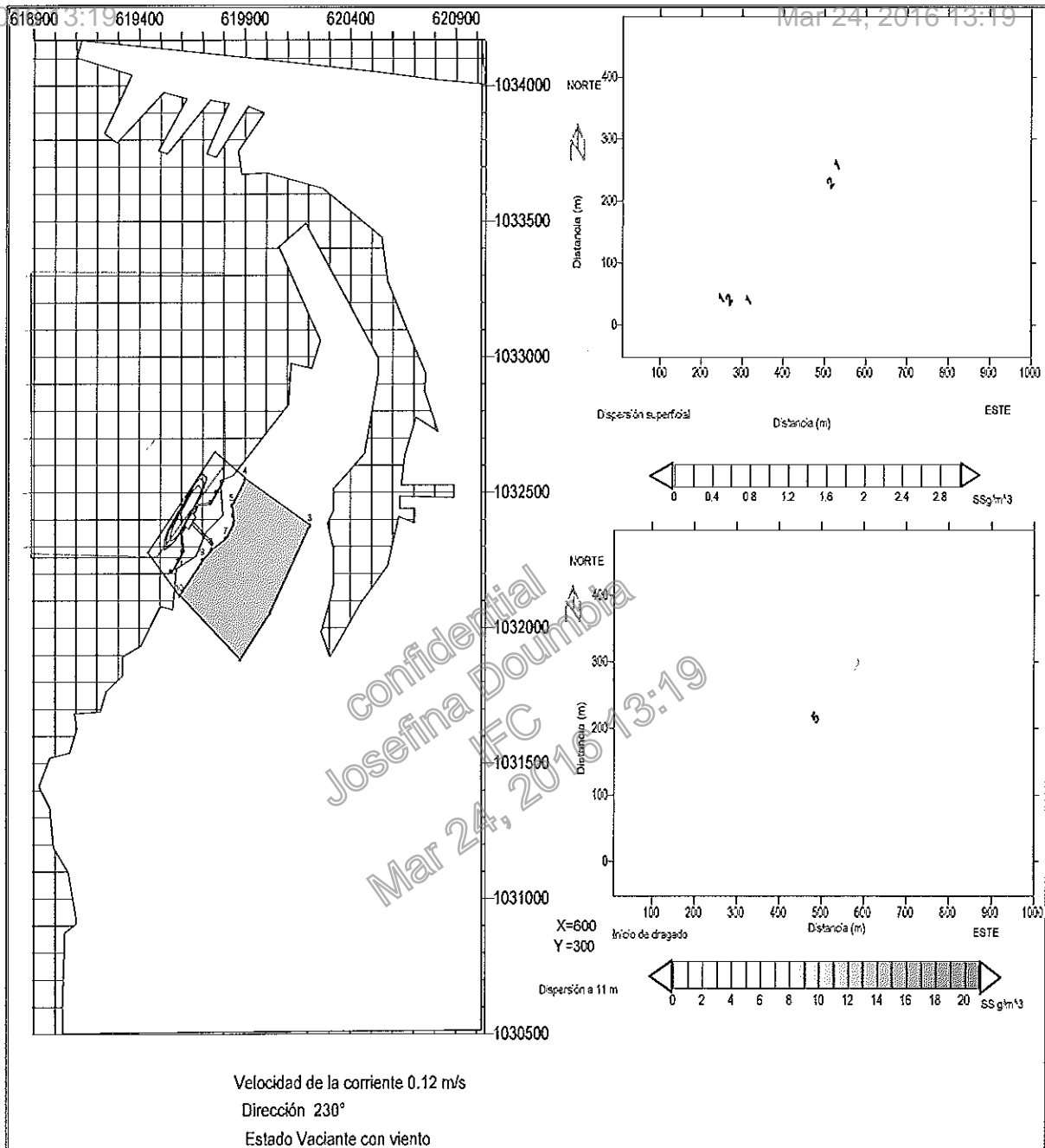


Figura 7. Pluma de Dispersión en sitio de dragado, profundidad 11 m
Estado vaciante con viento del NE.

4.2. Sitio de Disposición

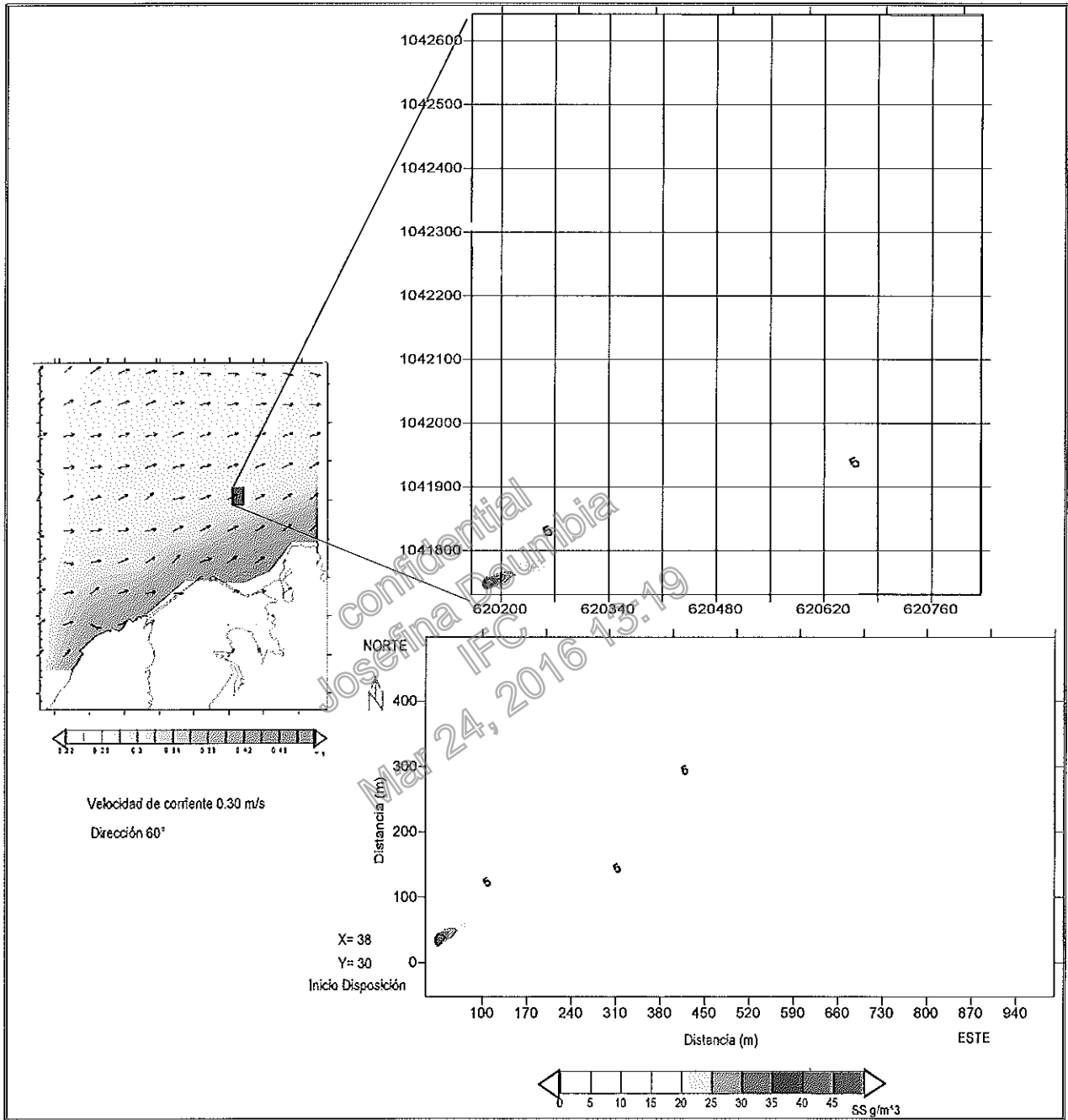


Figura 8. Modelación de la pluma de Sedimentos, Sitio de Disposición

La corriente sub-inercial tiende a exportar o transportar los sedimentos hacia el sector NE. La modelación en esta fase establece que la concentración inicial de Los Solidos Suspendidos, disminuye a 20 g/m^3 , a los 105 m. Mientras, que la extensión máxima de la pluma se alcanza a los 552 m de distancia desde el punto de vertido, lo que permite establecer que el área, posee capacidad de disolución a distancias muy cercanas al punto de vertido inicial y que la dispersión vertical es alta, el 77 % del material vertido por su densidad se va al fondo en el punto de vertido, lo que es una condición que favorece al sistema debido a que se reduce el volumen de partículas en suspensión.

5. Cambios en la Batimetría, Sitio de Disposición.

La ocupación de superficie de fondo marino estará en función de la modificación de la batimetría a realizar. Además, la recuperación del fondo marino tras el vertido será más rápida cuanto menor sea el grosor de la capa que forme el material vertido. Los fondos de arena tienen condiciones ambientales más rigurosas que los sustratos rocosos, aspecto que determina que los primeros soporten comunidades menos densas y diversas que los segundos. Por lo tanto, sería preferible la elección de un punto de vertido en zonas de fondos suaves como el propuesto.

Teóricamente, la elevación del suelo marino (H) estará definida por la siguiente relación:

$$H = V / S$$

Donde V es el volumen del material a verter y S la superficie a ocupar

La modificación en las profundidades en el sitio de disposición es de aproximadamente 0.28 m de acuerdo a los volúmenes a dragar que serán vertidos en la superficie de disposición. Lo que significa, que la reducción no es significativa para la navegación; debido a las profundidades que posee dicho sitio.

6. Metodología de Disposición de Material de dragado.

La planeación y secuencia de la descarga de material producto del dragado en la zona de vertido propuesta. Dicha planeación y secuencia contempla las próximas 350 descargas, aunque se ha previsto que el alcance del proyecto sería de 200 descargas. Toda vez que se hayan realizado esas descargas, se procederá a realizar una nueva planeación, en caso que sea necesario de alterar la secuencia.

Ubicación del Sitio de Vertido

Este se encuentra ubicado en las coordenadas siguientes: WGS-84

Vértice	ESTE	NORTE
1	620162	1042641
2	620162	1041728
3	620825	1041728
4	620825	1042641

6.1. Equipo

Para la zona de dragado en el área del proyecto y la disposición del material de dragado en el sitio de vertido se usara la draga autopropulsada inicialmente, de requerirse y en función de la textura de los sedimentos se contará con una draga fija tipo almeja o similar y sus respectivas barcasas de transporte.

6.2. Plan de Acción.

Adjunto a este escrito se encuentra el plano " Figura 9, cuadrante de disposición " en este plano se indica la distribución de celdas. El vertido consiste de 100 celdas, A1 hasta A10, B1 hasta etc. Hasta J1 -J10.

Empezando con la celda A1 se ubica la draga en la celda correspondiente y se descarga con las compuertas de fondo el material, un proceso que demora unos minutos no mayores a 5 min. En cada disposición se salta hasta la próxima celda A2 hasta llegar a la última (J10). Una vez terminado el ciclo se inicia de nuevo en la celda A1. Esta operación se repite hasta finalizar las operaciones de dragado. En el último caso, mediante un levantamiento batimétrico se evalúa si se continúa con la misma metodología o si se requiere hacer cambios.

6.3. El registro de las descargas

El mismo será de la siguiente manera:

- Impresión de la pantalla de cada una de las descargas realizadas en el momento a través del programa "dredgeview" o similar; la misma contiene:

Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

- Hora de descarga
- Ubicación de la descarga(coordenadas)
- El número de descarga o su similar
- En el caso de no registrarse la pantalla al momento de la descarga, se debe llevar el registro en la bitácora y el reporte diario.

6.4. Consideraciones:

En caso de encontrarse en condiciones meteorológicas oceanográficas adversas que pongan en riesgo y peligro a la tripulación y/o las operaciones inherentes a la actividad de dragado y vertido; el capitán tomara las decisiones pertinentes del caso para asegurar la integridad de los tripulantes y el equipo.

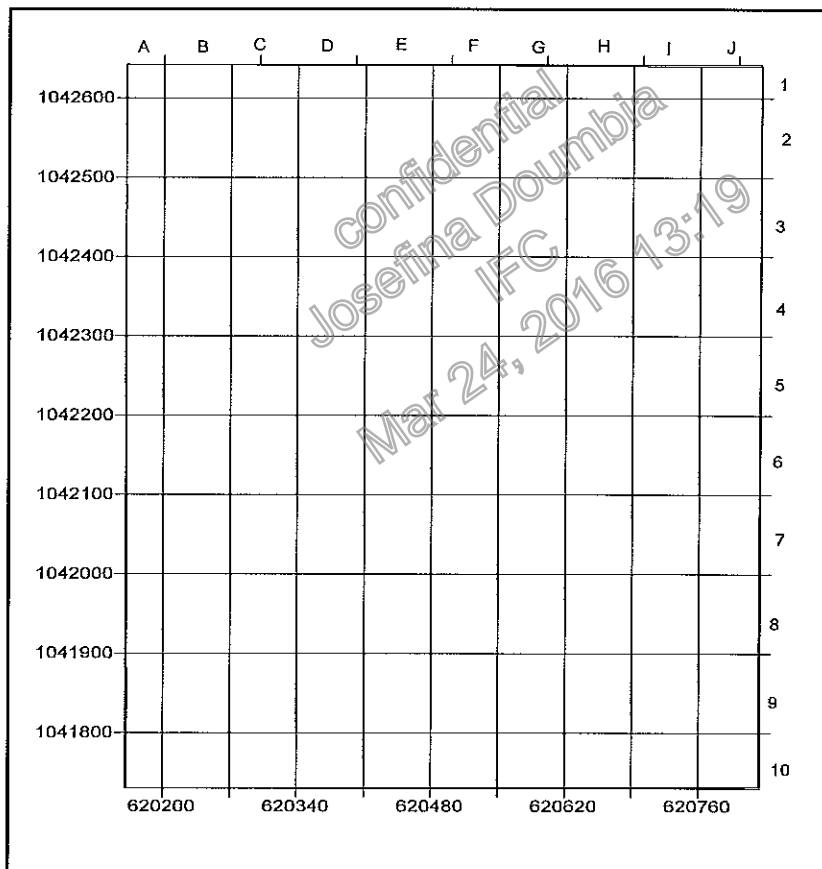


Figura 9. Distribución de Celdas para registros de descarga.

confidential
Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

confidential
Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

7. Características del diseño del muelle.

De acuerdo con la información que se nos ha brindado en el documento " PANAMA AES TELFERS LNG TERMINAL **Manoeuvring information**, se plantea una plataforma de descarga de 50 m de ancho x 35 m de alto en la dirección longitudinal al jetty head. Soportan la estructura aproximadamente 45 pilotes de concreto reforzado.

Los principales elementos que se ubicarán sobre ella son los brazos de descarga y el gangway de acceso peatonal al buque. Se disponen 6 duques de atraque simétricos. Los tres centrados están completamente desligados de la plataforma de descarga de forma que se evita la transmisión de esfuerzos y por lo tanto de deformaciones. Cada duque lleva una defensa tipo supercone de liberación rápida de ganchos con su respectivo escudo capaz de absorber una energía normal y extrema de atraque. Los ejes de los ganchos se separan de la línea de atraque. Cada uno tiene plataformas soportadas por pilotes.

La comunicación peatonal y para servicios entre duques y plataforma se realiza a través de pasarelas de armaduras metálicas. Se propone, como cota de partida, la coronación del jetty a la cota +3, respecto al nivel medio del mar.

El sitio de emplazamiento del proyecto se ubica alejado de la línea de costa frente a Isla Telfer con esta alternativa todos los elementos del jetty (plataforma, berthing dolphins y mooring dolphins) irían pilotados.

7.1. Tipo de Buque.

Buque máximo:

Capacidad del tanque 210,000 m³

Eslora (LOA) 315 m

Manga 50 m

Puntal 27

Calado 12,0 m

Para las operaciones del Muelle se requerirá hacer un dragado en el área de maniobrabilidad del Buque y Canal de Navegación; estos aspectos fueron analizados en los puntos anteriores; por consiguiente en este punto los objetivos se centran en la construcción del muelle y su interacción con el medio físico.

7.2. Análisis del efecto de la Construcción del muelle en las corrientes.

Para tal fin, utilizamos los resultados de la línea base y cuantificamos el efecto que pueda generar el muelle propuesto en las corrientes del perfil costero desde el Muelle Cristóbal hasta Reef point, a través del Prisma mareal.

$$PM (m3) = \text{superficie (m2)} \times \text{Amplitud (m)} = T/2 * A (\text{boca}) * V \text{ media}$$

Se establecen algunos criterios:

La ocupación por el muelle es menos del 10 % de la superficie disponible del perfil costero en estudio. El cual posee una superficie de 360 ha.

$$PM = 360 \text{ ha} * 0.50 \text{ m} = 1, 800,000 \text{ m}^3$$

T= 12.50 -24 horas, es el período de la marea

A (boca), es el área transversal de la zona definida como "boca" Isla Artificial hasta el final del tramo marino, la cual se estima como el ancho de boca (3 km) por la profundidad media referida al nivel del mar (10m) = 30,000 m² aproximadamente.

V media, es el valor de la velocidad promedio de la boca, que se obtiene de la ecuación anterior, resultando del orden de 0.0018 m /s. (0.18 cm/s).

La afectación a la velocidad promedio del prisma mareal por la reducción de la superficie, debido al muelle, es (0.0010 mm/s), es decir una disminución despreciable en términos de hidrodinámica. En la figura 10. Se aprecia que la dirección y la velocidad de la corriente no sufren cambios o alteraciones significativas en términos cuantitativos desde el punto

Josefina Doumbia

Josefina Doumbia

IFC
Mar 24, 2016 13:19

IFC
Mar 24, 2016 13:19

de vista de la dinámica que se presenta; por lo que la alternativa de pilotes hincados es ambientalmente adecuada, así como su ubicación lejos de la costa. Por lo tanto, El diseño propuesto no interfiere ni desmejora la dinámica de la línea de costa adyacente

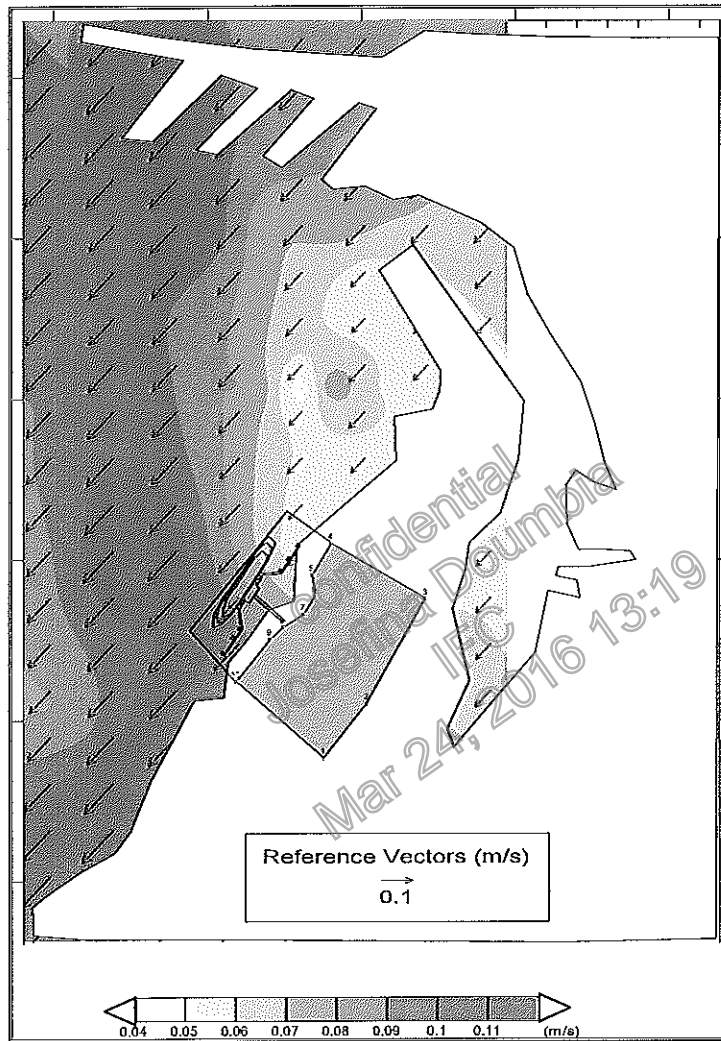


Figura 10. Modelado de corrientes y construcción del muelle

Josefina Doumbia

Josefina Doumbia

IFC 8. Conclusiones

IFC

Mar 24, 2016 13:19

Mar 24, 2016 13:19

- Las condiciones en el sitio de disposición, indican que la corriente es influenciada en su magnitud y dirección principalmente por la corriente sub-inercial del giro ciclónico de la contracorriente de Panamá, con un despreciable efecto de la marea. La corriente es intensa con velocidades de fuertes a muy fuertes que oscilan entre 0.30- 1.3 m/s, con dirección NE-ENE.
- Las velocidades superficiales en el sitio de Dragado oscilan entre 0.04 a 0.12 m/s y se dirigen hacia el NE, SE y SW . Mientras que en el fondo son débiles.
- En la costa, sección de desarrollo del proyecto, la altura significativa frecuente no sobrepasa un metro y proviene de dos direcciones NW y WNW en su transformación.
- En el área de dragado con vientos del NE, la máxima concentración en el fondo de 20 g/m³ alcanza una distancia de 14 m. Mientras que en superficie es casi imperceptible. Sin embargo, los resultados obtenidos indican, que las corrientes producidas por el viento aumentan la dispersión de partículas finas en la parte de dragado.
- La operación de dragado tendrá efecto puntual circunscrito al área que se está dragando y que su efecto en la resuspensión superficial es menor a mayores profundidades de dragado.
- La dispersión en el sitio de disposición, al tener velocidades de fuerte a muy fuertes, la mancha de sedimentos es más concentrada sigue la línea de la corriente que pasa por el punto de descarga del material, o sea, más restringida espacialmente pero de mayor intensidad, la concentración inicial de 350 g/m³ de Sólidos Suspendidos, disminuye a 20 g /m³ a una distancia de 105 m.
- La extensión máxima de la pluma se alcanza a los 552 m de distancia desde el punto de vertido, lo que permite establecer que el área posee

confidential
Josefina Doumbia
IFC

confidential
Josefina Doumbia
IFC

Mar 24, 2016 13:19

Mar 24, 2016 13:19

Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

capacidad de disolución a distancias muy cercanas al punto de vertido inicial.

- El 77% del material vertido encuentra densidad basal en el mismo sitio de vertido. Indicando que hay una alta dispersión vertical.
- La corriente sub-inercial tiende a exportar o transportar los sedimentos hacia el sector ENE. Por lo que la dispersión de las partículas no afecta la costa y sigue el patrón de circulación de mar afuera.
- Los cambios en la Batimetría en el sitio de disposición no sobrepasan el metro por celda y no representa peligro a la navegación.
- Los Impactos que se pueden generar de estas actividades dragado y disposición son puntuales y temporales, por la duración de las operaciones.
- El oleaje en el área propuesta para la construcción no sobrepasa los 0.5 m de altura significativa y proviene del WNW en su transformación. Por lo que la cota de coronación del muelle es suficiente ante esta condición.
- No hay cambios significativos en el comportamiento de la corriente Dirección y Velocidad por construcción del muelle.
- El hincado de los pilotes por ser un área con mayores profundidades, por el orden de 10 m no generan concentraciones altas de sólidos suspendidos en la superficie.

confidential
Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19

confidential
Josefina Doumbia
IFC
Mar 24, 2016 13:19