PUERTO MARITIMO DE GUAYAQUIL



FASE II - CAPITULO 11 Condiciones de Navegación Actuales y Estudio de Configuración Marítima

Realizado por:





Preparado para:



Guayaquil, Febrero del 2012





TABLA DE CONTENIDO

11 CO	NDICIONES D	DE NAVEGACION		11-6
11.1 Se	dimentación y	Consideraciones de Navegabilidad.		11-6
		n Áreas Dragadas		
11.2.1	Tramo 2 (Ba	rra Externa) – Boyas 7 a Boya 13		11-7
11.2.2	Tramo 4 – B	oyas 17 a Boya 33		11-9
11.2.3	Tramo 5 – B	oyas 33 a Boya 66		11-10
11.2.4	•	erimental del Comportamiento del Se aso de un Buque		
11.2.5	•	as del Sedimento en la Zona		
11.2.	5.1Metodolog	ía		11-21
11.2.	5.2Descripció	n del Proceso		11-23
11.2.	5.3Relación e	ntre comportamiento de sedimentos	y presentación de	
•				
11.3 Pro	ocedimientos (Operacionales para Entrada y Salida	de Buques	11-26
11.3.1	Procedimien	to de Entrada (Arribos)		11-26
11.3.2	Procedimien	to de Salida (Zarpes)		11-26
11.3.3	Tiempos Pro	medios de Navegación de Canal		11-27
11.3.4	Recomendad	ciones		11-27
11.3.5	Análisis Esta	dístico de la Entrada y Salida de Bud	ques	11-28
11.3.6	Consideracio	ones Adicionales Importantes		11-37
11.4 Co	nfiguración Ma	arítima del Canal de Acceso al Puert	o Marítimo de Gua	yaquil11-40
11.4.1	Buque de Di	seño		11-40
11.4.2	Metodología			11-40
11.4.3	Cálculos			11-41
11.4.	3.1Diseño de	vía en los tramos rectos		11-41
11.4.	3.2Diseño de	vía en los tramos curvos		11-109
11.4.4	Resumen de	Resultados		.11-119
11.5 Se	ñalización Ma	rítima – Ayudas a la Navegación		11-123
11.5.1	Normativa e	n relación a la Señalización Marítima		.11-123
11.5.2		Cumplimiento del Sistema de Balizam		. 11-124
11.5.3	Boyas y Enfi	ladas en el Canal de Ingreso a Puert	o Marítimo de Gua	ayaquil11-12
11.5.	3.1Boyas			11-124
11.5.	3.2Posicionar	niento de Boyas		11-126
11.5.4		que puede contribuir a minimizar el		
11.6 Sis		nales de Ayudas a la Navegación		
		cio de Tráfico Marítimo		
		ventajas de un VTS		
	•	ción de Implementación Sistema de S		
		so a Puerto Marítimo		
	•			
Autoridad Port	tuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geo	estudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-2





11.10 Anexos	11-142
11.10.1 Anexo A: Logs Bajo Migrante	11-142
11.10.2 Anexo B: Ecogramas – Paso de Buque	11-143
11.10.3 Anexo C: Registro de Buques (100)	11-144
11.10.4 Anexo D: ROM	11-145
11.10.5 Anexo E: Planos	11-146
11.10.6 Anexo F: Ayudas a la Navegación	11-147

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-3





INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de Perforaciones	11-15
Tabla 2. Buque con que se realizó la prueba	11-21
Tabla 3. Hora de paso de los Mercantes	11-21
Tabla 4: Buques de Diseño	11-40
Tabla 5.	11-41
Tabla 6: Resultados para 10 m. de profundidad de dragado	11-121
Tabla 7: Resultados para 10,5 m. de profundidad de dragado	11-122
Tabla 8: Resultados para 11 m. de profundidad de dragado	11-122
Tabla 9: Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m)	11-122
Tabla 10. Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m) considerando de marea media ^(*)	la altura 11-123

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-4





INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil	11-7
Figura 2. Estaciones de Vibrosondeos	11-15
Figura 3. Paso Inicial	11-22
Figura 4. Paso Final	11-22
Figura 5. Paso Inicial de la lancha hidrográfica	11-23
Figura 6. Registro del Ecosonda 1	11-24
Figura 7. Registro del Ecosonda 2	11-24
Figura 8. Registro del Ecosonda	11-25
Figura 9 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Ingraestricción	
Figura 10 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Prom 31	edio11-
Figura 11 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Máxii 32	mo 11-
Figura 12 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Sa Restricción	
Figura 13 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Prom 34	edio11-
Figura 14 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Máxii 35	no 11-
Figura 15: Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Buque 11 metros	
Figura 16: Disminución del Calado por aumento de Densidad	11-38
Figura 17: Criterio Calado Máximo	11-38
Figura 18: Criterio Calado Máximo	11-39
Figura 19: Boya Tipo 300	.11-127
Figura 20: Estructura integrada de un VTS	
Figura 21: Imagen Digital VTS	. 11-135
Figura 22: Operador VTS	
Figura 23: Sistema de Radar VTS	. 11-136

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-5





11 CONDICIONES DE NAVEGACIÓN

11.1 Sedimentación y Consideraciones de Navegabilidad

La sedimentación en el Canal de Acceso a Puerto Marítimo, que ha sido intervenido por actividades de dragado, se produce por tres razones principales:

- Reducción Natural de la profundidad del área, debido a procesos geológicos.
- Sedimentación a causa de movimientos laterales de los bancos y canales naturales, particularmente en el área de las Barras Externa e Interna.
- Sedimentación debido a la alteración del equilibrio natural (dinámica del Estuario Canal) entre el perfil de fondo y las condiciones locales de corrientes.

Las alteraciones a causa del primer punto ocurren en un tiempo geológico, por lo que éstos son de poca importancia para los problemas de sedimentación en Áreas dragadas. Respecto al fenómeno de canales por bajos migrantes (bancos – barras), estos pueden demostrar cierta periodicidad entre 25 a 75 años. En el canal este hecho puede producirse por el dragado o por contribuciones extraordinarias de sedimentos al sistema que hidráulicamente desplaza el sedimento acumulado, por registros históricos y en la actualidad esto ocurre entre la Boyas 32 y 39 del Canal. En lo que tiene que ver con el tercer motivo descrito, se producen marcadas reducciones de profundidades en las áreas dragadas en regiones con considerable transporte de sedimentos dentro de un año, tal es el caso de la barra interna donde estacionalmente el aporte de sedimentos en época de lluvias es mucho mayor que en época seca.

El efecto de reducción de profundidades de las áreas dragadas ocurre debido a la sedimentación de los sedimentos suspendidos en áreas de escaso flujo y/o por sedimentación de sedimentos transportados a lo largo del fondo. El transporte de sedimentos suspendidos en áreas como los estuarios no pueden ser relacionados con formulas de transporte de sedimentos, pues estas son válidas solamente para flujo uniforme. El transporte de sedimentos a lo largo del fondo, por el contrario, rápidamente se ajusta a las condiciones locales de la corriente y por esto, puede determinarse con cargas de fondo.

11.2 Sedimentación en Áreas Dragadas

Para cada tramo del canal las causas de sedimentación son diferentes; se analizarán las posibles causas de sedimentación por tramos considerados en el presente estudio, en las áreas donde se concentran los principales problemas de sedimentación que afectan a la navegación:

Tramo 2: Boya 7 a Boya 13Tramo 4: Boya 17 a Boya 33Tamo 5: Boya 33 a Boya 66

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-6





181.A PUNA

181.A PUNA

181.A PUNA

181.A PUNA

Figura 1. Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil

Fuente: Grupo de Trabajo 2011

Las comparaciones, se realizarán entre las Cartas IOA 2004 e IOA 2009, en referencia a lo reportado en 1986 por el INOCAR.

Se hará referencia a los tramos considerados.

11.2.1 Tramo 2 (Barra Externa) - Boyas 7 a Boya 13

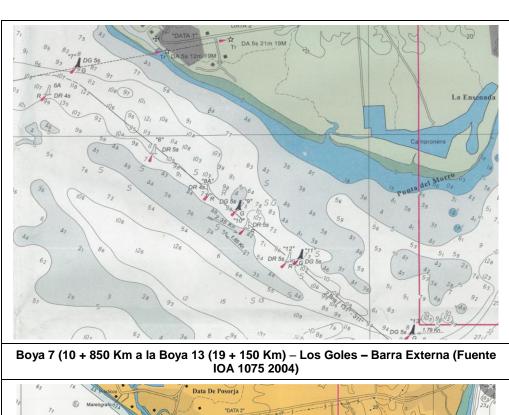
En 1986 se indica que la comparación de los planos batimétricos de 1952 y 1978, así como los recientes sondeos longitudinales de diciembre de 1984, indican una situación más bien estable en el canal entre la boya 7 y boya 13. Recientes comparaciones de sondeos limitados en ese canal con la carta hidrográfica de 1978 indican profundización en las áreas arenosas. Hasta ahora el canal no requirió ningún dragado de mantenimiento para preservar las condiciones náuticas. Es de esperar que esta situación persista también en el futuro. En 1999 se reportan ya cambios en la ubicación de los bajos, la navegación en estos sitios es paralela a la corriente, por lo que la misma hace las funciones de un dragado permanente; sin embargo, la acumulación de material en el fondo hace que el material se deslice al canal, en 1999 se ubicó la boya 10 A, que luego fue retirada; es importante anotar que en 1997 y 1999 se desarrollo el evento cálido de El Niño y los aportes sedimentarios fueron de

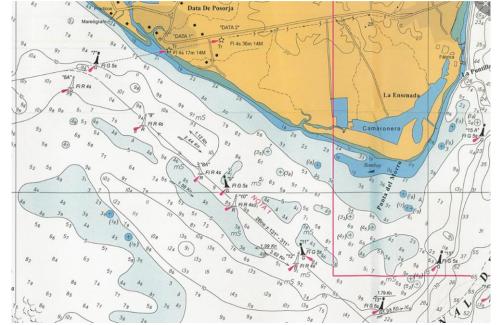
Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-7





época de lluvias mientras estuvo presente el Evento (15 meses). En 2004 ya se reporta la ubicación de la Boya 8 A, comparando la IOA 1075 con la IOA 1070, claramente se puede advertir desplazamientos y alteraciones de los bajos el canal, en el 2004 este tramo se vio en riesgo por los bajos que lo que indica la IOA 2009, es importante indicar que en el año 2003 se realizó un dragado masivo en la barra interna. En este mismo sitio, en el 2010, se realizó un dragado de mantenimiento por parte de la draga Francisco de Orellana. Sin embargo, en términos generales, aún en estas condiciones y con estas consideraciones el canal se ha mantenido en el 2011





Boya 7 (10 + 850 Km a la Boya 13 (19 + 150 Km) – Los Goles – Barra Externa (Fuente IOA 1070 2009)

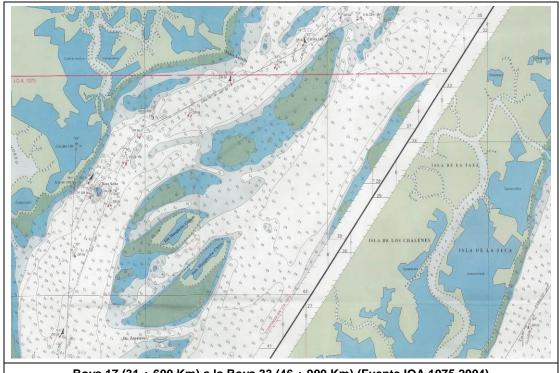
Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-8





11.2.2 Tramo 4 - Boyas 17 a Boya 33

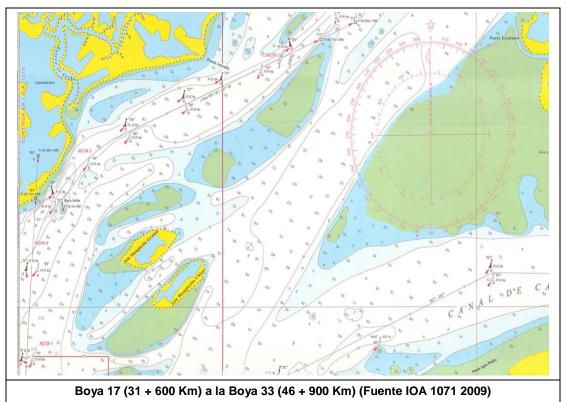
La comparación de los sondeos de 1952 y 1984 reveló un comportamiento más dinámico del fondo. En este tramo el canal de navegación pasa a un área ancha con más de un canal principal separado por bancos de arena y bajos interceptados por canales secundarios. Uno de estos canales, se ubica para cortar el paso del Faro / Baliza en Roca Seiba, existiendo 2 canales de navegación: Norte que dejaba roca Seiba a la derecha al entrar a Puerto y el Sur que dejaba Roca Seiba a la izquierda al entrar a Puerto; para el Canal Sur, se ubicó la Boya 22 A y dos balizas, Norte y Sur. En la Imagen del 2004 se puede ver este detalle. La comparación de la IOA 1075 2004 e IOA 1071 2009, nos permite apreciar que la configuración de los bajos se ha mantenido en términos generales; se ha mantenido el Canal Principal (ruta norte), respecto al Canal Sur, fue de a poco obstaculizándose por un bajo que disminuyó la profundidad, este canal tuvo que ser deshabilitado, por lo que ya no existe, tal como se puede ver en la IOA 2009, se levantaron entonces las Balizas, la Boya 22 A y se re señalizó el Canal principal.



Boya 17 (31 + 600 Km) a la Boya 33 (46 + 900 Km) (Fuente IOA 1075 2004)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-9





11.2.3 Tramo 5 - Boyas 33 a Boya 66

Boya 33 a Boya 39

En la primera parte de este tramo del canal, los problemas de bajos encontrados fueron claramente causados por un fenómeno de migración. La comparación del perfil longitudinal del fondo del presente canal de navegación con el del canal realineado, siguiendo los mismos canales naturales en la situación de 1952 demuestra que se puede mantener una profundidad suficiente hasta aproximadamente la boya 33 o aún hasta la boya 39, reubicando regularmente al canal de acceso con las migraciones lentas de los canales naturales como ha ocurrido hasta ahora, sin embargo, el realineamiento del canal de navegación puede no siempre ser suficiente para mantener la profundidad requerida, no obstante esto realmente minimizará el dragado de mantenimiento si este fuera requerido.

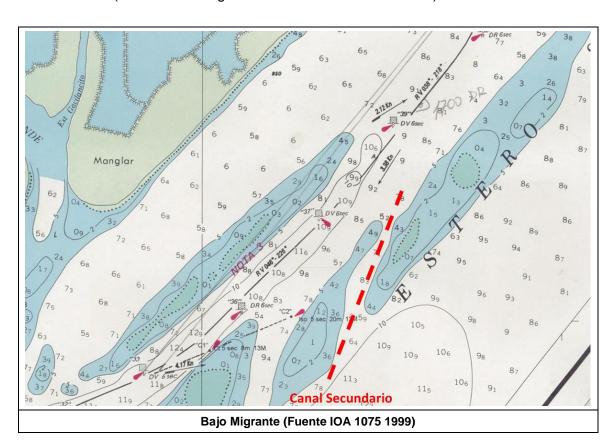
En 1986 se reporta que en 1952 existió una barra de arena en el canal actual, entre las boyas 37 y 39, con una profundidad natural de agua de solamente 6.2 m bajo el Datum. Después de su construcción en 1961 – 1962, la sedimentación en el canal de navegación aparentemente fue causada por el mecanismo de restauración de la profundidad de equilibrio natural de esa época. Al principio, esto también sucedió después del segundo dragado en 1967 – 1968. Desde entonces, la parte norte del bajo del lado occidental del canal, como también el canal natural, comenzaron a migrar hacia el este con velocidad creciente; aproximadamente 22 m/año en el periodo 1969 – 1972 y 40 m/año en el periodo 1977 – 1981. Desde 1972 a 1977 el bajo migró con una velocidad de 37 m/año, a pesar de que se estaban ejecutando las actividades de dragado de mantenimiento de la Draga Tiputini.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-10





Simultáneamente, con los cambios arriba nombrados, el banco de arena del lado oriental del canal guardó más o menos su posición y desarrolló un pequeño canal secundario que cruza el banco de arena frente a la boya 38, hasta convertirse en un canal más bien profundo que corta el banco de arena oriental en dos partes, desde 1986 a 1999¹ (fecha de la imagen de la Carta IOA 1075 – 1999)

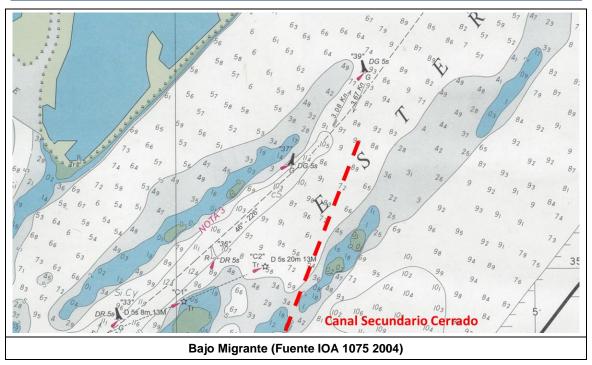


Estos cambios causaron una mayor profundidad natural en el canal principal mientras que, en particular, el canal secundario aumentado, puede ser responsable de la separación de la barra natural entre las boyas 37 y 39. En el lapso entre 1999 y 2004, el canal secundario se cerró y la configuración de los bajos y ubicación varió de manera importante.

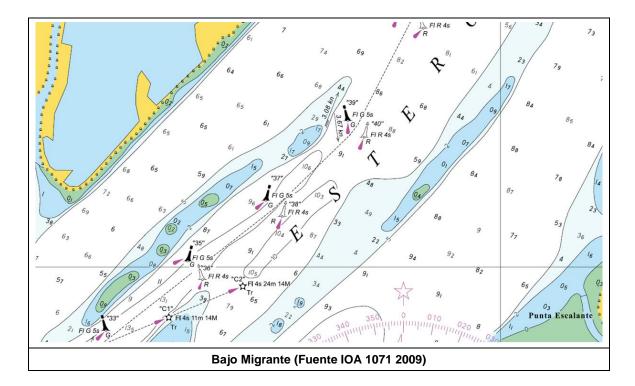
¹ Las Cartas Nauticas, mantienen un patrón de correcciones, la IOA 1075 corresponde a una restitución entre 1978 y 1999.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-11





De igual manera, si se compara lo registrado en la IOA 1075 del 2004 respecto a lo que se registra en la IOA 1071 del 2009, el bajo occidental se ha desplazado hacia el noreste, prácticamente "abrazando" la Boya 39, y la forma del bajo cambia; esto hace que en el 2009, entre la Boya 37 y la Boya 39 por ejemplo, el bajo se mete hacia el eje del canal. De igual manera, el bajo de Oriente se desplaza hacia el canal aproximándose al canal con más notoriedad entre las Boyas 37 y la Boya 39. Este hecho ocasionó que el eje del canal en este tramo sea redefinido en la dirección de la corriente, como se mencionó anteriormente.

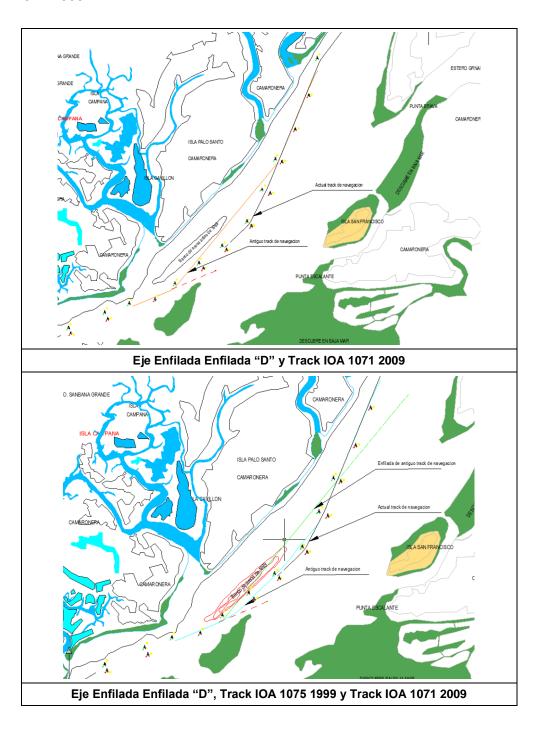


Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-12



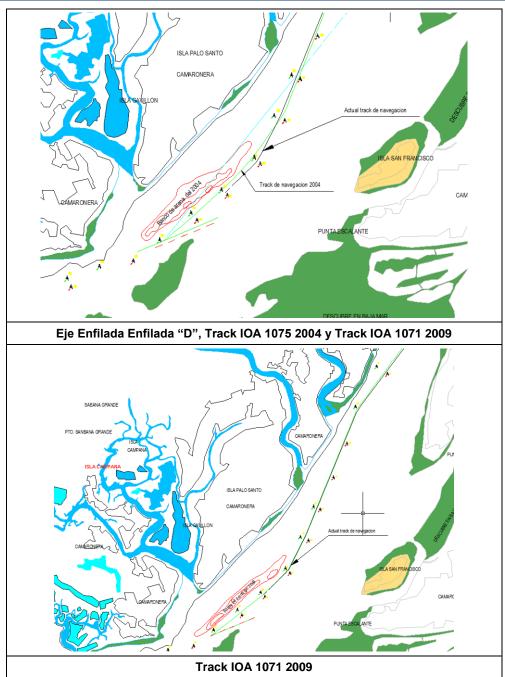


El hecho de que el bajo se esté desplazando hacia el noreste, lo confirma la Fiscalización del Dragado permanente de APG en Febrero 2010, por lo que se modificó el eje del canal hacia el Sureste; sin embargo hay que considerar, como se ha explicado, que una cuña del bajo oriental esta avanzando hacia el canal. En la configuración inicial del Canal de Acceso al Puerto Marítimo, e inclusive reportada hasta 1986, se encontraba operando la enfilada "D" (Delta), que alineaba el canal desde la Boya 33 hasta la Boya 45, sin embargo debido a la migración del bajo el eje tuvo que ser realineado; a continuación se presentan un registro histórico comparativo de las realineaciones de los ejes de 1986, 1999, 2004, comparándolos con el eje de la IOA 1071 2009:



	Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
ſ	Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-13





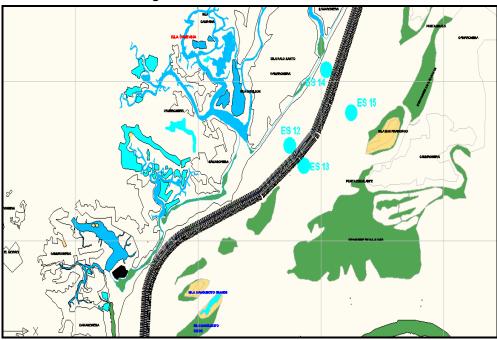
A fin de verificar, el tipo de fondo existente en la zona, se realizaron 4 vibrosondeos, en los siguientes puntos; a continuación se presenta la ubicación de las Estaciones:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-14





Figura 2. Estaciones de Vibrosondeos



Fuente: Grupo de Trabajo

En la tabla siguiente, se presenta el resultado de los sondeos.

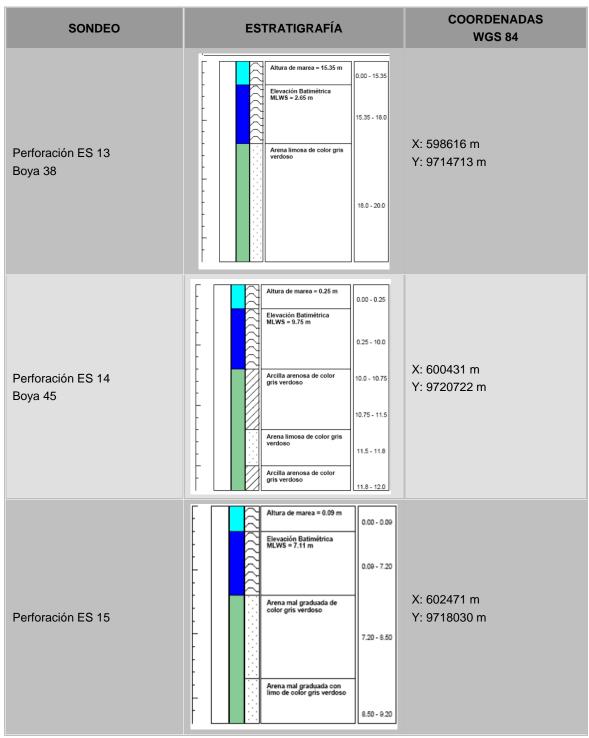
Tabla 1. Resultado de Perforaciones

SONDEO	ESTRATIGRAFÍA	COORDENADAS WGS 84
Perforación ES 12 Boya 37	Altura de marea = 2.60 m Elevación Batimétrica MLWS = 1.55 m 2.60 - 2.60 Arena mal graduada de color gris verdoso Arena mal graduada con limo de color gris verdoso Arena mal graduada de color gris verdoso 5.45 - 6.15	X: 597464 m Y: 9715981 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-15







Fuente: Grupo Consultor 2012

Como se puede observar, en el bajo migrante predomina arena en superficie y subfondo, por lo que su desplazamiento en el lecho del fondo es dinámico formando riples En el año 1986 se indicó sobre la zona: "Esto puede indicar un comportamiento más o menos cíclico de esta área con una periodicidad de aproximadamente 40 a 50 años. Si es así, esto implica que la situación de 1952, a grandes rasgos, podría regresar dentro de los próximos 10 a 20 años"; es decir regresar a su condición de equilibrio, lo cual, al momento aparentemente se esta cumpliendo, más aún cuando claramente se puede apreciar que el canal en esta zona esta siendo estrangulado por

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-16





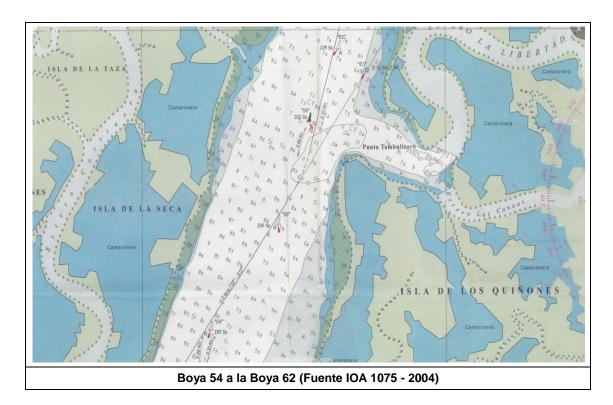
los bajos; sin embargo esta condición puede variar (alterarse) por la actividad del dragado permanente que se está ejecutando.

Boya 39 a Boya 62

Entre las boyas 39 y 48, permanentemente ha existido reducción de profundidad que se generan por la alteración en los patrones sedimentarios, entre las boyas 48 y 54, dentro del canal de acceso, los cambios morfológicos en la sección del canal entre las boyas 39 y 54/58 se relacionan con cambios en las profundidades por los altos rangos de sedimentación explicados en la Fase 1, lo último solo puede ser explicado por el mecanismo de sedimentación dominante que tiende a restaurar la profundidad de equilibrio alterada por la navegación y el dragado.

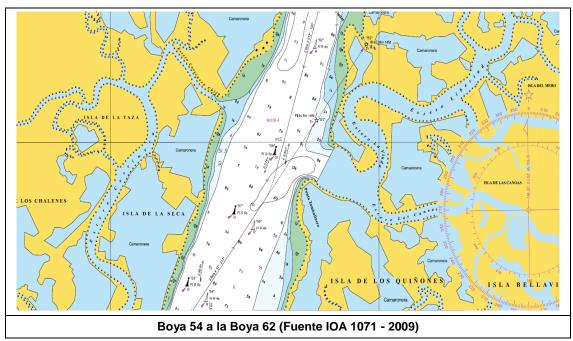
La tasa media de sedimentación natural observada en este tramo alcanzó aproximadamente 20 a 30 cm/año, lo cual es todavía un orden de magnitud menor que la re-sedimentación de un canal dragado. A largo plazo, sin embargo, esto puede afectar indirectamente al dragado de mantenimiento de un canal dragado, debido al aumento de la longitud de dragado y a la reducción de la profundidad media natural de las secciones del canal en este tramo; como se indicó en el Capítulo 3 de la Fase 1 los rangos de sedimentación.

La tasa de sedimentación es variable, siendo menos crítico el sector entre las Boya 54 y Boya 62 con 4043 m³/mes, interpretándose éste valor como una Tasa de Sedimentación cuando el fondo alcanza sus condiciones de equilibrio, es decir que estaría llegando a su nivel máximo, y tomando en consideración que la tasa es muy baja porque no hubo dragado en ese periodo.



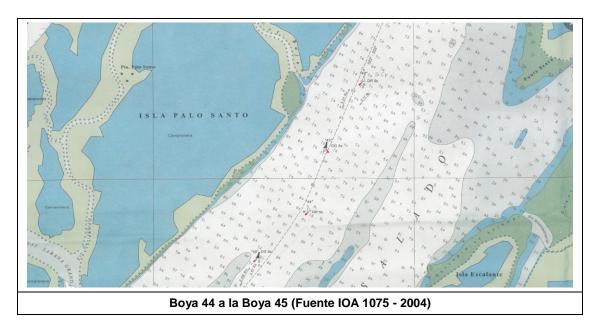
Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-17





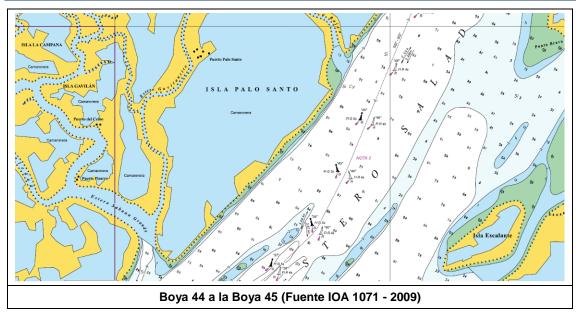
El tramo comprendido entre las Boyas 37 y 45, presenta una Tasa de 65561m³/mes cantidad atribuible en su mayor tiempo por la época seca, que habrá que tomarlo en consideración para determinar el volumen de regeneración para un tiempo sin lluvia y definir las condiciones de mantenimiento del dragado.

Los tramos críticos se presentan entre la Boya 44 y la Boya 45, donde se ha monitoreado por cinco meses consecutivos entre Octubre 2010 a Febrero 2011, presentando en el mes de Enero 2011 un pico de 239675 m³/mes de resedimentación, pudiendo atribuirse a la estación húmeda pues además recibe la descarga de tres canales naturales laterales situados; a la derecha el Estero Grande y a la izquierda los Esteros Corvinero y Palo Santo. El promedio de sedimentación en este tramo es de 145294 m³/mes, lo que hace que el volumen dragado se regenere de manera inmediata, entre la Boya 44 a la Boya 45.



Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-18





El sedimento existente en este tramo en su mayoría es limo con variaciones a arena y/o arcilla.

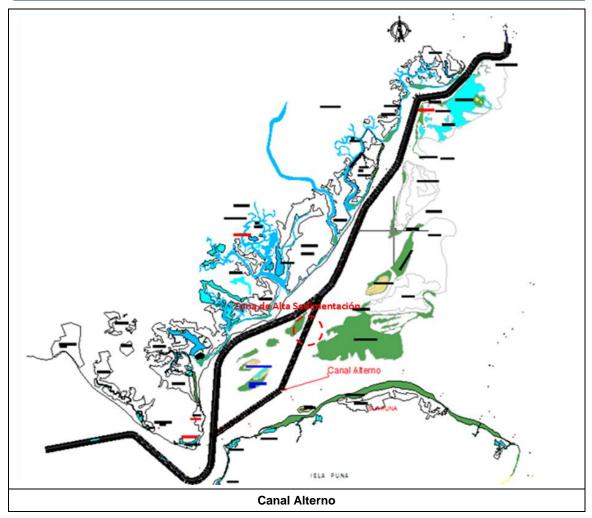
11.2.4 Comentarios sobre el Canal Alterno respecto al comportamiento sedimentario

Como se puede ver en el apartado anterior, en el análisis que se realiza entre la Boya 33 a la Boya 39, la migración del bajo y la alternabilidad que ha tenido el canal (por la presencia de bajos y que ha tenido que alinearse en el sentido de la corriente), hace que el Canal Alterno que se ha propuesto, cruce una zona de altísima dinámica sedimentaria, por lo que a pesar de que a inicios del trazado existen profundidades interesantes para redefinir el nuevo canal, en su parte final (antes de retomar el canal existente) atraviesa una zona de gran dinámica sedimentaria y prácticamente habría que abrir un canal con volúmenes considerables de sedimento. Con estos antecedentes, se recomienda no continuar analizando el trazado del Canal Alterno.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-19







11.2.5 Análisis Experimental del Comportamiento del Sedimento en la Barra Interna al paso de un Buque.

Al igual que en 1998, se realizó el Análisis experimental del paso de un buque sobre la barra interna, tal como P. Suárez lo realizó en el año en mención.

11.1.1.1. Antecedentes

Con el fin de verificar el comportamiento de los sedimentos del canal de acceso a Puerto Marítimo, se realizó el día 28 de Diciembre 2011, una prueba in situ del comportamiento del sedimento, al paso de un buque típicos en el Canal al Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil, en la Barra Interna, en el área de la Boya 48.

11.1.1.2. Equipos empleados

- Lancha Hidrográfica
- Ecosonda Echotrack Doble Frecuencia
- Equipo de Posicionamiento DGPS

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-20





11.1.1.3. Descripción del Buque

El Buque analizado es el Buque Grand Breaker que ingresó aproximadamente con el 75% de la carga; este buque tiene 190 metros de eslora, 32 metros de ancho y su calado al 100% de la carga es de 11,8 metros al Puerto de Guayaquil, el buque ingresó con un calado de 8,9 metros.

Tabla 2. Buque con que se realizó la prueba

Buque	Eslora (m)	Calado promedio (m)	Profundidad de Ecograma desde Línea de Agua (m)
Grand Breaker	190	8,9	10,3 Promedio en la Sección, claramente registrada.

Fuente: Grupo Consultor 2012

En la Tabla 3, se presenta la hora de paso de los mercantes, el lugar de la prueba y la profundidad libre de calado.

Tabla 3. Hora de paso de los Mercantes

Buque	Hora de paso	Profundidad Libre (Fondo – Calado) (m)	Lugar de Medición
Grand Breaker	11:46:52	1,4	Boya 48

Fuente: Grupo Consultor 2012

11.2.6 Características del Sedimento en la Zona

Como ya se ha indicado, el sedimento en esta zona tiene material sedimentario extremadamente fino; un sedimento en suspensión, tipo coloide. De acuerdo al estudio de sedimentos, el área en que se realizó la prueba (al pasar por la boya 48), el fondo es limoso, sin embargo sobre su superficie de este lecho se ubica un sedimento coloidal, que se levanta cada vez que un buque mercante pasa por el lugar.

11.2.6.1 Metodología

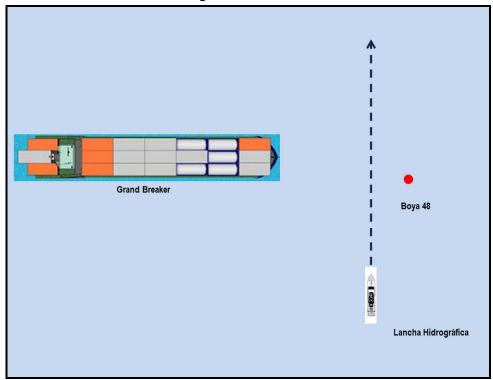
En primer lugar, se realizo un cruce por la proa de los buques mercantes con dos líneas, tal como indica la figura 3 "Paso inicial", luego de haber pasado el buque, se cruzan tantas líneas, como indicativo de perturbación de los sedimentos subsuperficiales exista, figura 4 "Paso final".

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-21



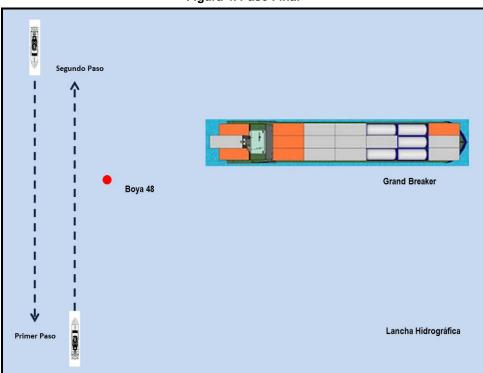


Figura 3. Paso Inicial



Fuente: Grupo de Trabajo 2012

Figura 4. Paso Final



Fuente: Grupo de Trabajo 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-22





11.2.6.2 Descripción del Proceso

El proceso de remoción del sedimento suspendido, comienza con el paso del bulbo de proa de los buques, que generan la primera agitación del sedimento, y se complementa con la agitación que producen las hélices, tendiendo a mezclar el sedimento en la columna de agua.

11.2.6.3 Relación entre comportamiento de sedimentos y presentación de ecograma

Al realizar el cruce inicial, claramente se determina la presencia del fondo, sin ninguna perturbación subsuperficial, una vez que el buque pasa y se realizan las líneas de sondeo finales, se nota la perturbación de los sedimentos, pues la señal de sonido con la presencia de gran cantidad de sedimentos en suspensión, así como las burbujas que forman parte de la estela que son un gran reflector de sonido perturban esta señal; conforme se continúan realizando las líneas de sondeo, la perturbación va desapareciendo, y el ecograma presenta un registro similar al que se obtuvo al inicio del procedimiento, evidentemente no se puede abstraer el hecho de que la circulación cumple un papel fundamental en el transporte de los sedimentos suspendidos.

A continuación, se presentan los registros del ecosonda y el comportamiento del sedimento. En la figura 5 se aprecia el paso inicial de la lancha hidrográfica, obsérvese la superficie del fondo, apenas se marca por el doble frecuencia trazas del sedimento en sus pensión.

| Date 28/12/11 | Time 11:43:27 | High | Depth | 10.37 | Date 28/12/11 | Time 11:43:23 | High | Depth | 10.28 | Date 28/12/11 | Time 11:43:16 | High | Depth | 10.28 | Date 28/12/11 | Time 11:43:17 | High | Depth | 10.28 | Date 28/12/11 | Time 11:43:18 | High | Depth | 10.28 | Date 28/12/11 | Time 11:43:18 | High | Depth | 10.28 | Date 28/12/11 | Time 11:43:18 | High | Depth | 10.28 | Date 28/12/11 | Time 11:43:18 | High | Depth | 10.30 | Date 28/12/11 | Time 11:43:18 | High | Depth | 10.30 | Date 28/12/11 | Time 11:43:28 | High | Depth | 10.30 | Date 28/12/11 | Time 11:43:28 | High | Depth | 10.86 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:28 | High | Depth | 10.86 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.86 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.67 | Li Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:48 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:49 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:39 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | Time 11:43:49 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | High | Date 28/12/11 | High | Depth | 10.65 | Lo Date 28/12/11 | High | Date 28/12/11

Figura 5. Paso Inicial de la lancha hidrográfica

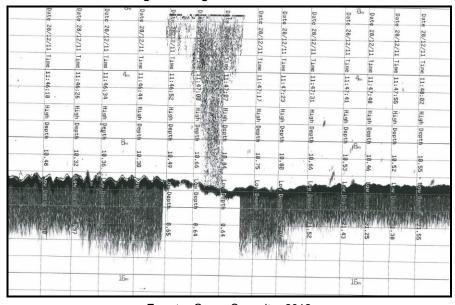
Fuente: Grupo Consultor 2012

La figura 6, corresponde al registro del ecosonda, cuando pasa por la popa del buque mercante, la perturbación inicial que se observa, es producto de los sedimentos que han sido removidos por la proa del mercante, y también el eco de las burbujas de aire, producto de la hélice, en este punto, los sedimentos ascienden verticalmente rompiendo los flóculos existentes, obviamente se sujetan a la influencia de la corriente.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-23



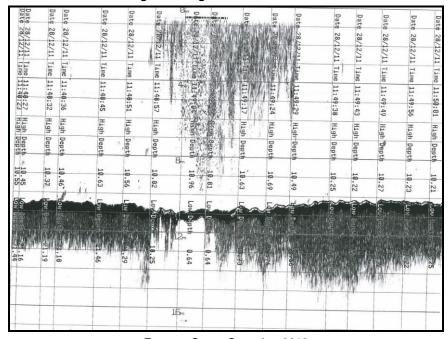
Figura 6. Registro del Ecosonda 1



Fuente: Grupo Consultor 2012

Justamente el sedimento que se desprende, en mayor cantidad, está en el eje del canal, es decir el buque prácticamente pasa dragando el fondo, la doble frecuencia claramente se puede apreciar que marca fondo a baja frecuencia a más profundidad. En el siguiente paso, lo que ocurre es que todo el sedimento levantado, se dirige a superficie por la perturbación y empieza a abrirse en la sección transversal (evidentemente el movimiento debe ser a través del eje, pero se refiere al análisis con el ecograma). Ya no se observa la presencia de burbujas, por lo que el registro únicamente es del sedimento suspendido, es probable que en este punto las partículas de sedimento floculen entre sí nuevamente e inicie el proceso de decantación.

Figura 7. Registro del Ecosonda 2



Fuente: Grupo Consultor 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-24





La figura 8 muestra cómo, por el peso de los flóculos y con la acción de las corrientes, disminuye la concentración de estos sedimentos en la columna de agua.

Time 11:50 11:51 11:51:19 11:52: 11:51:37 11:52:16 :52:22 :06 :13 : 43 :00 :09 High B. 16_m

Figura 8. Registro del Ecosonda

Fuente: Grupo Consultor 2012

Al observar el paso de un buque en la Barra Interna, desde una enfilada, o desde una aeronave, se puede ver que tras de si, a más de la estela, se levanta gran cantidad de sedimentos. El proceso dura aproximadamente 5 minutos y a los 8 minutos se vuelve a la situación original.

Se debe acotar que la concentración de sedimentos en suspensión, de acuerdo a lo reportado en el Capítulo 9 en la Boya 48 es de 183 mg/l en superficie y 616 mg/l en fondo. Se tomo una muestra al pasar el buque mercante en la máxima perturbación y se obtuvo una concentración de 285250 mg/l, es decir la concentración aumento aproximadamente en 1500 veces.

Metcalf & Eddy (1996) al respecto indican: "En soluciones relativamente diluidas, las partículas no se comportan como partículas discretas, sino que tienden a agregarse unas a otras durante el proceso de sedimentación. Conforme se produce la coalescencia o floculación, la masa de partículas va aumentando, y se deposita a mayor velocidad".

Evidentemente, la medida en que se desarrolle el fenómeno de floculación, depende de la posibilidad de contacto entre las diferentes partículas, que a su vez, en función de la carga de superficie, de la profundidad del cuerpo de agua, y de la velocidad de corriente de marea en los diferentes estratos.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-25





11.3 Procedimientos Operacionales para Entrada y Salida de Buques

Los procedimientos operacionales aplicados actualmente por los prácticos para la entrada y salida de barcos, están basados en las dimensiones y profundidades del canal de acceso. No existen restricciones para los buques que entran o salen de los puertos y que tengan un calado igual o menor a 8.2 m, barcos con calados entre 8.3 y 9.75 m tienen que entrar o salir del puerto dentro de un rango especifico de la curva de marea, para así poder usar el beneficio de marea.

11.3.1 Procedimiento de Entrada (Arribos)

Para barcos con un calado igual o menor a 8.2 m la entrada es sin restricciones, en baja o alta marea, en DATA DE POSORJA, debiendo considerar reducir la velocidad al pasar por la barra externa (boyas 9-10 y 11-12) e interna (entre las boyas 37 y 62).

Para barcos con un calado en el rango de 8.3 m y 9.0 m, pueden realizar la maniobra de entrada hasta con 2 horas de marea creciente en DATA DE POSORJA.

Para barcos con un calado en el rango de 9.1 hasta 9.75 deberán hacerlo hasta con 2 horas antes de la pleamar en DATA DE POSORJA, así mismo controlando la velocidad, y reduciendo en las barras a fin de minimizar el efecto squat, para no afectar físicamente al canal por efecto del sinkage, y no tan lenta como para perder gobierno, y por lo tanto hacer crecer desmesuradamente la manga aparente.

Debemos también tomar en cuenta que las perturbaciones, vibraciones aumentan a medida que la profundidad disminuye, y es el momento de disminuir la velocidad, ya que esto nos indica que nos estamos acercando a la profundidad critica.

11.3.2 Procedimiento de Salida (Zarpes)

Para barcos con un calado igual o menor que 8.2 no existen restricciones y puede hacerlo con cualquier condición de marea, así mismo controlando la velocidad al pasar por la barra interna (boyas 37 hasta la 62) y la barra externa (entre las boyas 9-10 y 11-12).

Barcos que zarpan con 3 o 4 horas después de la bajamar en PUERTO NUEVO y con un calado entre 8.3 y 9.0 m pueden pasar en la barra externa hasta máximo 3 horas después de la pleamar en DATA DE POSORJA.

Con una sola marea, los barcos con calado entre 8.3 y 9.75 deben zarpar con la baja y hasta una hora después de la baja marea, en PUERTO NUEVO, debiendo controlar la velocidad al pasar por la barra interna y la barra externa. Es de considerar la profundidad crítica, ya que el lodo que se levanta al paso del buque por efecto de la rotación de las hélices de propulsión, puede producir el recalentamiento de las máquinas principales por el taponamiento de los filtros de la caja de mar.

Doble marea.- realizan los barcos que zarpan con 3 o 5 horas después de la bajamar en PUERTO NUEVO, y con un calado entre 8.3 y 9.75, fondeando en Posorja, debiendo reiniciar su tránsito los barcos con calado entre 8.3 hasta 9.0m con 3 y 4

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-26





horas antes de la pleamar en DATA DE POSORJA y los barcos con más de 9.0 m de calado, reinician su tránsito 2 horas antes de la siguiente pleamar en DATA DE POSORJA.

Barcos con un calado entre 8.3 m y 9.75 m que zarpan con la pleamar de PUERTO NUEVO, deben fondear en cuarentena y reiniciar su tránsito hacia data, una hora después de la bajamar en PUERTO NUEVO, así arribaran a la barra externa con la pleamar y podrán inclusive pasar hasta una hora después de la PLEAMAR en DATA DE POSORJA.

Estos procedimientos de entrada y salida estándar, están basados considerando las profundidades de las cartas 8.5 en la barra externa y 7.9 en la barra interna.

11.3.3 Tiempos Promedios de Navegación de Canal

Los tiempos de navegación del canal, están dados por la velocidad, clase y calado del barco, así por ejemplo un barco porta contenedores realiza su tránsito en 3 horas y 30 minutos a una velocidad promedio de 14 kn. Un barco de la clase bulkcarrier con una velocidad promedio de 11 kn lo realiza en 4 horas y 45 minutos.

11.3.4 Recomendaciones

- Para el tránsito de los buques por la barra interna, deberán siempre moderar la velocidad, ya que el espacio libre neto bajo la quilla es mínimo, y con barcos con calado mayor a 9.0 metros este espacio es negativo. Pudiendo los barcos maniobrar en esta área con cierta seguridad debido a que el material del fondo es suave.
- Para el tránsito por la barra externa, a más de moderar la velocidad, se debe considerar el uso de beneficio de marea, ya que por tratarse de un fondo rocoso, duro, y, el espacio neto bajo la quilla es mínimo, al tocar fondo, puede causar serias averías al barco.
- 3. Existen reglamentaciones emitidas por la autoridad marítima, y que afectan a la navegabilidad del canal, en la cual se prohíbe el cruce de 2 buques en áreas peligrosas, por ser muy estrechos que deben cumplirse, como son la barra externa, entre las boyas 22 y 26, en la boya 33 y entre las boyas 72-74.

Con la información obtenida de los "Reportes de Paso de Buques al Canal de Acceso", de la "Tabla de Mareas y Datos Astronómicos del Sol y de la Luna 2012 del Instituto Oceanográfico de la Armada", "Predicción diaria de Mareas en el Ecuador Data de Posorja", y de la "Batimetría del Canal de Acceso al Puerto de Guayaquil" se procedió a la evaluación del Canal de Acceso.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-27





11.3.5 Análisis Estadístico de la Entrada y Salida de Buques

Se realizó el reporte y registro de 100 buques que entran y salen al Puerto Marítimo por el Canal de Acceso en un periodo entre Noviembre 2011 a Febrero 2012, con una observación de 54 buques entrando y 46 buques saliendo.

Buques Entrando:

					VELOCIDAD			CAL	ADO
No.	NOMBRE BUQUE	NACIONALIDAD	FECHA	HORA DE ZARPE	VELOCIDAD (KN)	TONELAJE BRUTO	ESLORA	PROA	POPA
1	SANTA CRUZ	UNITED KINGDOWN	01/11/2011	6:00	14,3	43209	251,5	9,7	9,7
2	SEATLE	SEATLE	01/11/2011	19:00	9	25703	208,3	6	8,8
3	ALMERMALE LS	BAHAMAS	02/11/2011	15:00	13	14061	179,5	6	7,3
4	MAERKS NIAMEY	PANAMA	05/11/2011	11:00	12	26836	210	7,2	8,7
5	APACHE MAIDEN	LIBERIA	06/11/2011	21:00	14	14999	160,5	6	6,5
6	GOLDEN EAGLE	MARSHAL IS	27/11/2011	11:15	11,8	31532		6,03	
7	UBC TAMPICO	CYPRUS	30/11/2011	6:00		24140	182,59	9,75	9,75
8	CORAL MERMAID	LIBERIA	02/12/2011	14:45	14	9829	141,8	6,7	7,3
9	MAERSK HIAGARA	HONG KONG	03/12/2011	11:00	14	26836	210	8	8
10	MAERSK WILLEMSTAD	PANAMA	03/12/2011	23:15		17280	171	6,8	7,7
11	ALBERMALE ISLAND	BAHAMAS	07/12/2011	14:45	15	14061	179,9	6	7,5
12	ODRA	BAHAMAS	10/12/2011	5:00	9	9815	141,41	7,85	8,1
13	CRISTAL BAY	ALEMANA	10/12/2011	9:50	14	27059	211,85	9,1	9,5
14	CONTI ELEKTRA	LIBERIA	11/12/2011	15:00	14,5	22801	202	9,3	9,75
15	CAP ROCA	LIBERIA	13/12/2011	16:00	14	35343		9,2	9,65
16	HOOD ISLAND	BAHAMAS	14/12/2011	14:20	16	14061	179,9	6,4	7
17	RIO VERDE	LIBERIA	15/12/2011	2:00	11	25703		5	7,95
18	TAINO MAIDEN	FILIPINO	15/12/2011	5:40	10,5	14286	164	9,1	9,1
19	JING-AN-CHENG	PANAMA	15/12/2011	16:30	8,8	16703	174	7	8,8
20	MV CSAV LLANQUIHUE	LIBERIA	15/12/2011	16:58	16	40541	261,1	8,5	8,5
21	CARIBEAN SINA	ANTIGUA & BARBUDA	15/12/2011	17:30	13	4462	100	6,3	6,7
22	FORTUNA BAY	LIBERIA	16/12/2011	16:20	14	10203	144,52	7,25	7,25
23	MAERKS NITEROI	HONG KONG	17/12/2011	11:30	11	26836	210,09	7,6	8
24	BALTIC STRAIT	ST VINCENT GRANADINES	17/12/2011	20:45	14,3	12167	143,33	8	8,05
25	BALTIC SKY	ST VINCENT	18/12/2011	13:55	-	11233	144,5	4,3	7,45
26	EROS L	GRIEGO	19/12/2011	9:00	11	30422	190	9,75	9,75
27	POSIDON	LIBERIA	20/12/2011	9:30	12	13781	149	8,35	9,35
28	ORION TOKIO	LIBERIA	22/12/2011	23:30	11,5	23268	197,97	9,5	9,75
29	MAERKS NAIROBI	CYPRUS	24/12/2011	11:00		26582	210,07	8	8,1
30	HUMBOLD BAY	LIBERIA	26/12/2011	4:00	14	9070	148,52	7,4	7,4
31	MAERKS NEEDHAN	SINGAPORE	26/12/2011	9:30	11	26671	210	6,4	8,1
32	DUNCAN ISLAND	BAHAMAS	28/12/2011	13:00	12,5	14061	179,9	4,35	7,5
33	HANJIN CONSTANZA	MALTA	28/12/2011	17:15	11,5	35595	222,5	9,63	9,63
34	CAP ROCA	LIBERIA	28/12/2011	18:00	12	35343	233,91	8,6	9
35	APL LIMA	ANTIGUA	28/12/2011	20:45	12	16162	161	6,4	7,8
36	OSIOS DAVID II	MALTA	29/12/2011	23:30	11	14330	160,38	7,07	7,33
37	CONTI ELEKTRA	LIBERIA	30/12/2011	4:00	12,5	22801	204,3	8,3	8,6
-	HANSA VISBY	LIBERIA	30/12/2011	17:15	13	10842	157	7,3	7,5
39	NAVAJO PRINCES	FILIPINO	31/12/2011	18:10	12	22053	170	7,58	8,8
40	SIR IVOR	HONG KONG	07/01/2012	9:10	12	4508	92,81	5,2	5,7
41	ASTOR	BAHAMAS	10/01/2012	0:30	12	20704	176,25	6	6,15
_	CRUX J	ANTIGUA & BARBUDA	11/01/2012		13	16129	161,3	6,3	7,75
43	APL COLIMA	ANTIGUA	11/01/2012		12	15375	166	5,3	7,6
	DREAM JASMINEM	PANAMA	12/01/2012		12	41662	186,03	7,6	
_	NORTHERN PROMOTION	LIBERIA	12/01/2012		14,9	47855	264,32	9,75	9,75
46	MAERKS WISMAR	PANAMA	15/01/2012	8:40	12	17280	171,99	5,82	7,1
	HANSA ARENDAL	LIBERIA	16/01/2012	8:00	11,5	15988	170,16	9,5	9,6
	MAERKS NIAGARA	HONG KONG	18/01/2012		12	26836	210,09	6,4	8,1
-	EMERALD	LIBERIA	20/01/2012		10	10532	151,99	7,65	7,65
	CAP CASTILLO	LIBERIA	24/01/2012		12,7	28097	215,29	9,35	
	BARRINGTON	BAHAMAS	25/01/2012		10	14061	179,9	5	
	CRUX J	ANTIGUA	26/01/2012		12	16129	161	8,5	9
	NETLLOD MAXIMA	LIBERIA	28/01/2012		12	26833	210,07	9	
_	HANJING MONTEVIDEO	HARSHAIL ISLAND	01/02/2012		12,5	40542	261,1	9,5	

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-28





Buques Saliendo:

								CAL	ADO
No.	NOMBRE BUQUE	NACIONALIDAD	FECHA	HORA DE ZARPE	VELOCIDAD (KN)	TONELAJE BRUTO	ESLORA	PROA	POPA
1	CAP CASTILLO	LIBERIA	01/11/2011	4:35	14	28097	215,29	9,55	9,6
	CAP PALMAS	LIBERIA	01/11/2011	19:00	12,5	25709	208,3	7,1	9,3
3	RIO VERDE	LIBERIA	02/11/2011	10:50	10	25703	208		8,7
4	MAERSK WILLENSTAD	PANAMA	07/11/2011	4:05	12,5	17280	172	6,8	8,07
5	CORAL MERMAID	LIBERIA	03/12/2011	9:35	14	9829	141,8	6,7	8
6	MAERSK NIAGARA	HONG KONG	04/12/2011	15:15	11,5	26836	210,09	9,75	9,75
7	UBC TAMPICO	CYPRUSS (CHIPRE)	06/12/2011	12:55	13,3	24140	182,59	4,1	6,5
8	NEDLLOYD JULIANA	LIBERIA	06/12/2011	21:50	12	26833	210,07	8,2	8,4
9	RANJAN	ANTIGUA & BARBUDA	07/12/2011	16:10	13	16162	161,3	9,2	9,2
10	APL LIMA	ANTIGUA & BARBUDA	08/12/2011	23:00		16162	161	8,5	8,9
11	M/V MADELEINE	ANTIGUA & BARBUDA	09/12/2011	23:10	10,52	4454	100,6	6	7,25
12	WAKAYAMA	PANAMA	12/12/2011	5:15	12	17280	171,99	6,94	8,04
13	ODRA	BAHAMAS	12/12/2011	8:45	12,8	9815	143,41	3,4	6,1
14	CONTI ELEKTRA	LIBERIA	12/12/2011	19:00	15	22801	204,42	8,2	8,6
15	RAULIN N	CROATA	14/12/2011	18:50	10,5	18070	179,9	3,8	5,14
16	MAJIN ALGE	MALTA	15/12/2011	2:15	13	35595	222,5	,	8,2
17	RIO VERDE	LIBERIA	15/12/2011	3:20	11	25703	208,3	6,5	8,1
	CRUX J	ANTIGUA	15/12/2011	12:35	11,5	16129	161,3	6,9	8
19	CAP ROCA	LIBERIA	15/12/2011	12:50	10	35343	233,91	9,75	9,75
	HOOD ISLAND	BAHAMAS	17/12/2011	6:40	10	14061	17,99	8,4	8,8
	POSEIDON LEADER	JAPON	17/12/2011	18:20	11,5	63001	199,94	6,31	7,45
	MAERSK NITEROI	HONG KONG	18/12/2011	19:05	10,1	26836	210	9,5	9,75
23	THECKLA SCHULTE	SINGAPORE	21/12/2011	10:40	11	26718	210	. 8	8,25
24	NORD GLORY	PANAMA	21/12/2011	20:20	10	31243	189,99	3,5	6,47
25	MAERSK NAIROBI	CYPRUS	25/12/2011	19:55	11	26582	210,07	9,6	9,6
26	MAERSK WALVIS BAY	PANAMA	26/12/2011	8:00	13,5	17280	171,99	6,52	8,42
27	MAERSK NEEDHAN	SINGAPOUR	27/12/2011	18:10	12	26671	210	7,1	9,3
28	CAP ROCA	LIBERIA	30/12/2011	12:35	12	35343	233,91	8,1	8,1
29	HANJIN CONSTANZA	LIBERIA	30/12/2011	14:15	13	35595	222,5	8,5	8,65
30	HANSA VISBY	LIBERIA	31/12/2011	13:10	11,5	10842	157	7,8	8,1
_	DUNCAN ISLAND	BAHAMAS	31/12/2011	21:50	13,5	14061	179,9	9,15	9,15
32	MAERSK NORWICH	PANAMA	04/01/2012	22:00	11	26671	210	7,6	8,9
33	GARNET LEADER	BAHAMAS	06/01/2012	16:30	15	57692	199,98	9,2	9,2
	SIR IVOR	HONG KONG	07/01/2012	19:00	11,5	4508	92,81	2,7	4,7
35	MAERSK WAKAYANA	PANAMA	09/01/2012	7:35	14	17218	171,99	7,3	8,3
36	MARIANNE SCHULTE	HONG KONG	10/01/2012	4:30	12,5	26718	210,7	8,2	8,6
	BALTIC SKY	LIBERIA	11/01/2012	8:30	11,5	11233	-,	7,75	9,1
_	HUMBOLDT BAY	LIBERIA	12/01/2012	8:00	12	9070	148,52	7,2	7,2
	REGAL STAR	BAHAMAS	12/01/2012	8:30	14,4	10375	150,01	7,3	8
	MAERSK HIMES	HONG KONG	12/01/2012	16:20	13	26836	210,09	9,7	9,7
_	NORTHERN PROMOTION	LIBERIA	14/01/2012	18:10	13,7	47855	264,32	7,25	8,7
_	MAERSK WISMAR	PANAMA	16/01/2012	8:35	14,8	17280	171,99	6,2	7,25
	APL LIMA	ANTIGUA & BARBUDA	19/01/2012	22:10	12	16162	161,3	8,8	9
	CHIKUMA REEFER	PANAMA	21/01/2012	9:15		7367	135	6,2	6,3
	NEDLLOY JULIANA	LIBERIA	02/02/2012	4:55	13,5	26833	210	7,8	8,2
_	ACONCAGUA BAY	MONROVIA	04/02/2012	0:00	12,5	9074	148,5	5,45	5,6

El registro completo, se presenta en los Anexos, de estos registros se tomo 3 tipos de calado para el análisis:

- Sin restricción, es decir menores a 8.2 metros de calado.
- Calado Promedio (entre 8.3 y 9 metros) de calado.
- Calado Máximo con 9.75 metros de calado.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-29

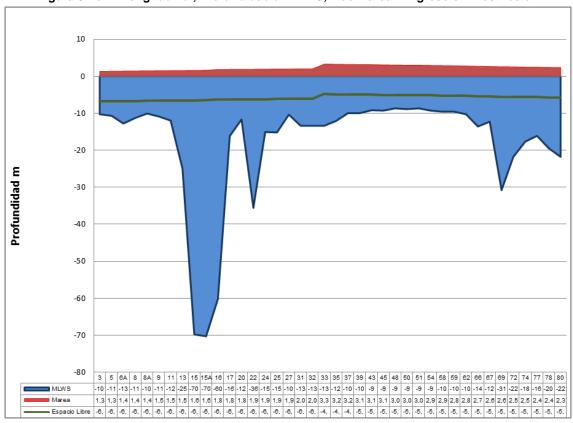




Maniobra de Ingreso sin Restricción

Fecha:	18-Jan-12
Nombre del Buque	MAERKS NIAGARA
Nacionalidad	HONG KONG
Tonelaje bruto (Ton)	26836
Calado de proa / Calado Popa (m)	6.4 / 8.1
Eslora (m)	210.09
Velocidad (Kn)	12
Horas de recorrido	9:30 – 13:42
Practico:	Cap. Ramiro Andrade

Figura 9 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Ingreso sin Restricción



Elaborado por: Grupo Consultor

En este caso, el buque ingresa al Puerto sin complicaciones, pasa la Barra Externa y la Barra sin problemas, en la Barra Interna entre la Boya 45 y la Boya 50, tiene un espacio libre muy cómodo para maniobrar.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-30

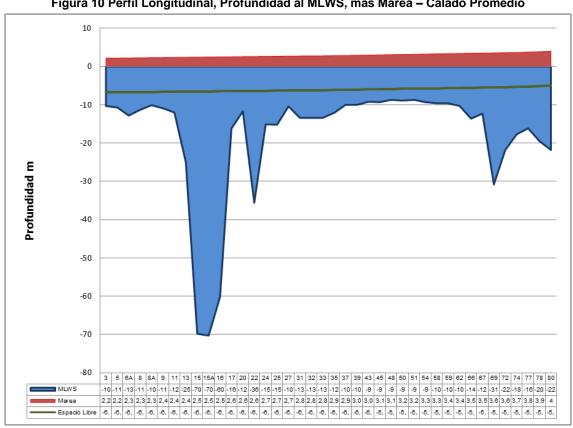




Maniobra de Ingreso Calado Promedio

Fecha:	28-Dec-11
Nombre del Buque	CAP ROCA
Nacionalidad	LIBERIA
Tonelaje bruto (Ton)	35343
Calado de proa / Calado Popa (m)	8.60 / 9.0
Eslora (m)	233.91
Velocidad (Kn)	12
Horas de recorrido	18:25 – 22:20
Practico:	CAP Arturo Vallejo

Figura 10 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Promedio



Elaborado por: Grupo Consultor

En este caso, el buque ingresa al Puerto sin complicaciones, ingresa al Canal con media marea subiendo, pasa la Barra Externa y la Barra sin problemas, en la Barra Interna entre la Boya 45 y la Boya 50, tiene un espacio libre muy cómodo para maniobrar.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-31

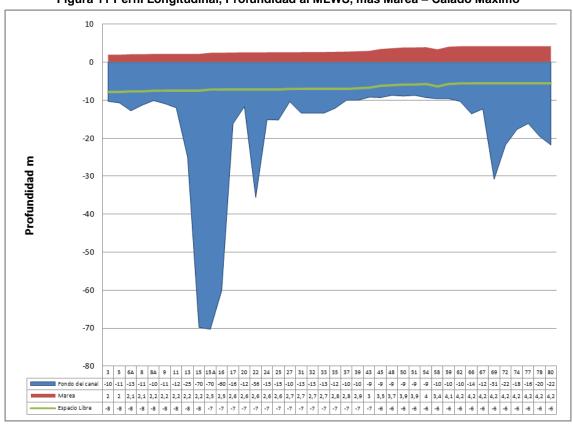




Maniobra de Ingreso Calado Máximo

Fecha:	12-Jan-12
Nombre del Buque	NORTHERN PROMOTION
Nacionalidad	LIBERIA
Tonelaje bruto (Ton)	47855
Calado de proa / Calado Popa (m)	9.75 / 9.75
Eslora (m)	264.32
Velocidad (Kn)	14.9
Horas de recorrido	17:00 – 20:08
Practico:	CAP Rodrigo Rubio

Figura 11 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea - Calado Máximo



Elaborado por: Grupo Consultor

En este caso, el buque ingresa al Puerto sin complicaciones, ingresa al Canal con arriba de media marea, y en la Barra Interna, navega con ¾ de marea, llegando a Puerto con pleamar, pasa la Barra Externa y la Barra Interna sin problemas, en la Barra Interna entre la Boya 45 y la Boya 50, tiene un espacio libre muy cómodo para maniobrar; en la Boya 8 A hay una profundidad de 3.6 metros y en la Boya 45 hay una profundidad de 2.8 metros; esta situación es ideal para navegar.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-32

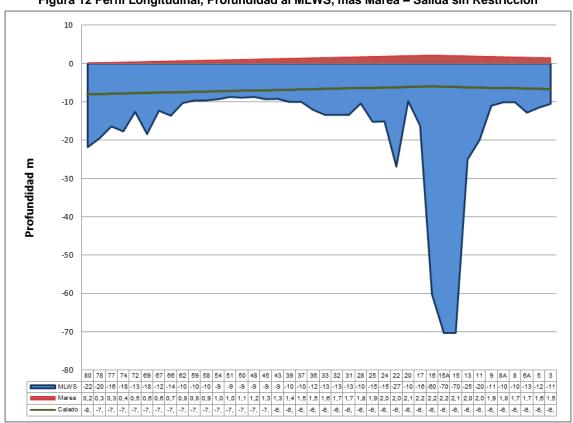




Maniobra Salida sin Restricción

Fecha:	15-dic-11
Nombre del Buque	MANJIN ALGECIRAS
Nacionalidad	MALTA
Tonelaje bruto (Ton)	35595
Calado de proa / Calado Popa (m)	- / 8.2
Eslora (m)	222,5
Velocidad (Kn)	13
Horas de recorrido	-
Practico:	Cap. Ricardo Zurita

Figura 12 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Salida sin Restricción



Elaborado por: Grupo Consultor

En este caso, el buque sale del Puerto, prácticamente con marea baja, y toma la barra Interna, Boya 54 con 1 metro de marea, sin embargo pasa sin problemas esta Barra, al igual que la Barra Externa.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-33

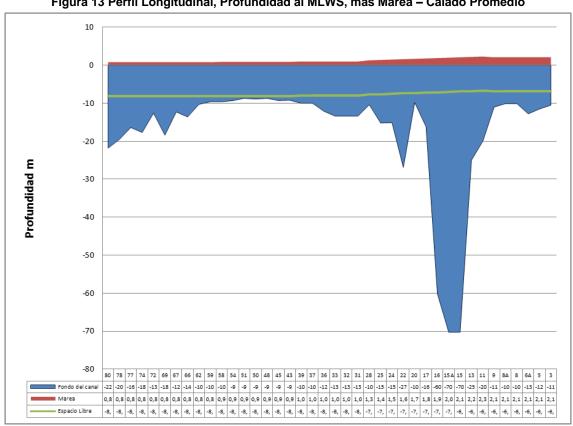




Maniobra de Salida Calado Promedio

Fecha:	19-ene-12
Nombre del Buque	APL LIMA
Nacionalidad	ANTIGUA&BARBUDA
Tonelaje bruto (Ton)	16162
Calado de proa / Calado Popa (m)	8.8 / 9.0
Eslora (m)	161,3
Velocidad (Kn)	12
Horas de Zarpe	22:10
Practico:	CAP Ramiro Andrade

Figura 13 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Promedio



Elaborado por: Grupo Consultor

Esta situación, es interesante de analizar, el buque sale del Puerto con una altura de marea de 0.8 metros; pasa la barra interna con un metro aproximadamente de quilla libre, lo hace con un margen de seguridad mínimo, pero el buque navega sin complicaciones; pasa la Barra Externa sin dificultad.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-34

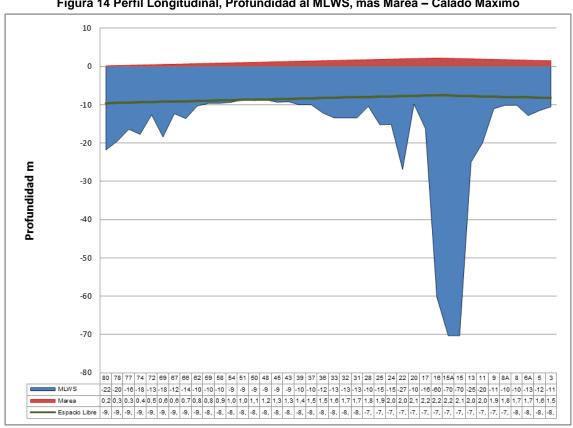




Maniobra de Ingreso Calado Máximo

Fecha:	12-Jan-12
Nombre del Buque	Capitán Roca
Nacionalidad	LIBERIA
Tonelaje bruto (Ton)	35343
Calado de proa / Calado Popa (m)	9.75 / 9.75
Eslora (m)	233.91
Velocidad (Kn)	10
Horas de Zarpe	12:50
Practico:	CAP Gustavo Dávila

Figura 14 Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea - Calado Máximo



Elaborado por: Grupo Consultor

En este caso, el buque sale del Puerto con apenas 1 metro de marea bajando; fondea en cuarentena, y retoma canal cuando la marea esta 1 hora subiendo; navega y pasa la Barra Interna con menos de 1 metro libre bajo la quilla; navega con margen mínimo de seguridad, pasa sin dificultades; la Barra Externa atraviesa sin complicaciones.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-35





La zona crítica es la Barra Interna a las boyas 45 hasta la 58, no permite el paso sin restricciones de profundidad. Si no se aprovecha la onda de la marea es imposible atravesar el canal, incluso con la ayuda de la marea la distancia entre la quilla y el nivel de fondo es mínima, en casos menores a un metro y hasta negativa, debido a la capa de floculos de sedimento, que no impide la navegación ni restringe la maniobrabilidad de los buques. En 1984, existió la preocupación de que el sedimento "floculante" se consolide, esta situación no ha ocurrido, sin embargo se ha incrementado el sedimento en suspensión y se ha dragado de manera persistente esta zona; sin embargo el dragado produce más re suspende más el sedimento fino; igual ocurre con el paso de los buques por esta zona, tal como detallan las fichas de reporte, todos los buques alteran el sedimento (autodragado).

Como se indicó en el Capítulo 2 de la Fase 1, que hace relación al Estudio de 1986 de INOCAR – Delft y con lo aquí analizado se comprueba:

- El "fondo" está definido a un nivel donde la densidad volumétrica húmeda es de 1.2 Ton/m³.
- El espacio libre total bajo la quilla es considerado igual al asentamiento del barco cuando navega en aguas restringidas con un fondo de lodo a una velocidad de 9 nudos. Por lo tanto, se acepta que el barco navegue a través de una capa de lodo suave (con una densidad volumétrica húmeda menor de 1.2 t/m³) con un espacio libre neto relativo al "fondo" del canal de 0 m.
- En caso de que el fondo consista de arena o arena arcillosa y sea relativamente dura, el espacio libre neto bajo la quilla es considerado de 0.5 m.

Por lo tanto, la profundidad náutica requerida en la barra interna se obtiene del calado y asentamiento del buque (velocidad de navegación de 9 nudos) y del eventual beneficio de marea adoptado. Desde la boya 39 hacia el mar, el fondo es arenoso, requiriéndose un extra de 0.5 m para un espacio libre seguro bajo la quilla.

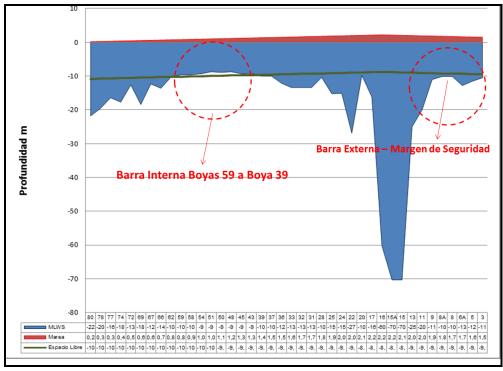
El régimen crítico como se puede ver, se definió para un calado del buque de 9.75 m, por lo que el "beneficio de marea" es parte de la operación; con una adecuada planificación, se evitan los tiempos de espera de marea, para no encarecer el costo del régimen portuario. El buque de estudio sin restricciones de navegación correspondiente a un calado de 8.2 m permite el libre tránsito del buque por el canal sin mayor preocupaciones respecto al arrastre de sedimentos que pueda lograr ya que la diferencia de distancias entre la quilla y el fondo es aceptable para circular. Bajo las mismas condiciones, se presenta la figura siguiente, para un buque de calado de 11 metros:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-36





Figura 15: Perfil Longitudinal, Profundidad al MLWS, más Marea – Calado Máximo Buque 11 metros



Elaborado por: Grupo Consultor

Como se puede apreciar, claramente se marcan las dos barras que son los puntos donde se generan dificultades para aumentar la navegación por el canal de acceso al Puerto de Guayaquil.

11.3.6 Consideraciones Adicionales Importantes

Como se puede ver, de acuerdo a lo indicado, más complicaciones existen en la navegación en el Canal a la salida del Puerto de Guayaquil, que al ingreso, debido a las condiciones naturales imperantes.

La Naviera Maersk, uno de los emporios más representativos del comercio marítimo mundial, en el año 2010, por la importancia que tiene el Puerto de Guayaquil, presentó criterios de restricción de calado en los buques que salen del Puerto de Guayaquil, resaltando el hecho de que el Puerto puede ser aún más competitivo, si ningún Tipo de gran Inversión de dragado sin poner en riesgo la maniobra de acceso al Terminal por el canal; a continuación se indica lo más importante de este análisis:

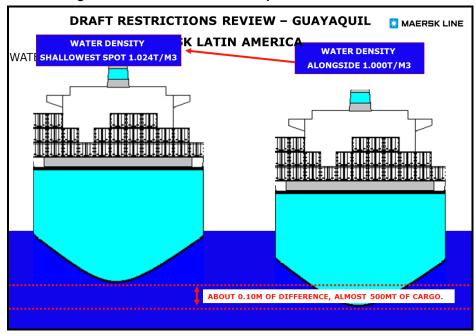
La restricción actual establecido por las autoridades portuarias indica que para salir del Puerto de Guayaquil, el buque tiene que tener un calado máximo de 9.75 m, en el Puerto, la densidad del agua del Estero es de 1,009 Ton/m³ siendo menor aún en épocas de lluvia; en la Boya de Mar, el agua tiene una densidad de agua de 1.024 Ton/m³, y no tiene influencia de lluvias porque está en mar abierto y porque los buques entran y salen en marea alta. Como se sabe un buque cala más en agua con menos densidad. En este caso, la diferencia representa 0.1 metros de calado, que en carga son 500 Toneladas, por lo que la restricción a 9.75 debe estar en la Boya de Mar.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-37





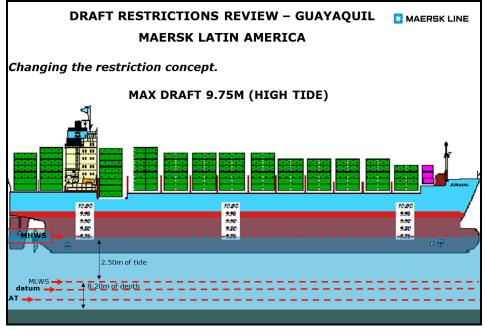
Figura 16: Disminución del Calado por aumento de Densidad



Fuente: Maersk 2010

Se propone también la posibilidad de cambiar el concepto de restricción, de "calado máximo" a la "profundidad mínima" que le dará más flexibilidad puerto de Guayaquil, teniendo en cuenta que se opera por la seguridad que da el beneficio de mareas. Hoy en día los barcos con 8.2 metros de calado pueden ingresar al canal sin restricción en cualquier momento, y con 9.75 m de calado sólo con beneficio de marea. Nuestra sugerencia es agregar la marea de 8.2 metros (que ya está pensando en el espacio libre bajo quilla para encontrar el calado máximo = 8.2 + 2.5 m de marea = 10.70 m.

Figura 17: Criterio Calado Máximo



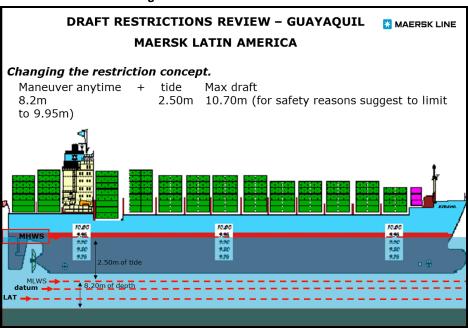
Fuente: Maersk 2010

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-38





Figura 18: Criterio Calado Máximo



Fuente: Maersk 2010

Lo explicado anteriormente, se aplica a buques de manga de 32 metros y Eslora de 250 metros.

Adicionalmente se deberán considerar estos criterios

- Cerca de la Boya 44, se deberá tener un calado de 9.75 metros y una densidad volumétrica de 1.012 Ton/m³ y junto al muelle un calado de 9.80m con una densidad de 1.000t/m³, cuando el buque esta saliendo desde el muelle de APG durante la marea baja.
- El calado arriba de 9.75 m de acuerdo a la asistencia de los prácticos con doble marea, los buques partirán 2 horas antes de la pleamar del Puerto Marítimo de Guayaquil; fondearán en Posorja y retoman Canal una hora después de la máxima marea en Data de Posorja para cruzar la Barra Externa.
- El Calado máximo para el Puerto de Guayaquil es de 9.95 metros, y debe ser coordinado el ingreso del buque con antelación.

En el entorno portuario, la seguridad en la navegación es lo primero, incluso el comercial, por lo que este criterio prevalecerá en las operaciones portuarias, incluso por encima de la variable del negocio.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-39





11.4 Configuración Marítima del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil

11.4.1 Buque de Diseño

Se entiende como Buque de Diseño al buque o conjunto de buques que se utilizarán para el dimensionamiento de los accesos y áreas de flotación; en general se tratará de los buques de mayores exigencias que puedan operar en la zona que se considere, según las condiciones de operación de la misma, suponiendo que el barco se encuentre en las condiciones de carga más desfavorables (ROM 3.1 – 99)².

En ausencia de condiciones específicas de operación, el Proyectista fijará como Buque de Proyecto en cada uno de los tipos de barco que analice, el de mayor desplazamiento, analizando para cada uno de ellos la condición de máximas y mínimas cargas compatibles con el uso genérico asignado a las obras proyectadas.

Dado que los escenarios para el cálculo de dragado nos indican profundidades náuticas específicas, se estimó el buque de diseño (para cada una de ellas) y con este buque estimado se procedió a realizar los cálculos para el diseño de la vía navegable. Además se realizaron los cálculos para el buque de diseño establecido.

Las características de los Buques se presentan a continuación:

Tabla 4: Buques de Diseño

ESCENARIO DE ANÁLISIS	PROFUNDIDAD (m)	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	PUNTAL (m)
Escenario 1	9,60				
Escenario 2	10	174	26	9	16
Escenario 3	10,5	185	27	9,5	17
Escenario 4	11	195	28	9,9	18
Escenario 5		320	40	11	20

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

11.4.2 Metodología

El desarrollo de los cálculos de la vía navegable se basa en las Recomendaciones de las Obras Marítimas (ROM), específicamente en las Recomendaciones para el Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación (ROM 3.1-99).

² Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-40





El cálculo se realiza tanto en el actual track de navegación, considerando los 6 tramos en los cuales se ha dividido el área de estudio, como en el Canal Alterno, el cual se divide en 2 tramos de análisis.

11.4.3 Cálculos

11.4.3.1 Diseño de vía en los tramos rectos

En cada uno de los tramos analizados se han considerado las dimensiones de los dos buques de diseño descritos anteriormente.

Tabla 5.

ESCENARIOS CONSIDERADOS	BUQUES		DIMENS	SIONES	
	ERADOS DE DISEÑO	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	PUNTAL (m)
Escenario 2	Buque 1	174	26	9	16
Escenario 3	Buque 2	185	27	9,5	17
Escenario 4	Buque 3	195	28	9,9	18
Escenario 5	Buque Proyecto	320	40	11	20

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

En el caso del buque de diseño y cálculo para el Escenario 1 (a la profundidad de 9,60m.), se considera la misma configuración con la que cuenta actualmente el canal, esto es 120m de ancho (60m a cada lado del track de navegación).

11.4.3.1.1 Tramo 1: Boya de mar a Boya 7



Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-41





Cálculo Para el caso del Escenario 2

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{DD} = 165.30$

 β = arcSen Kv × Cv × Vvr × Sen α_{vr} Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

9.8 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D= 9 metros

h/D

60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de $\alpha_{vr} =$

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

0.0184

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_I)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado G = T - D

G=

8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

ALV = 2479.5 m2 entonces

Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente $A_{LC} =$

Lpp x D $A_{LC} =$

1487.7 m² $A_{LC} =$

 $(A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ C. = $C_v =$ 1.29

Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion Vvr = esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

24 m/s

Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7,2,3,4,3 adoptando los valores menores

a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

2 m/s

Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

arc sen [($Kv \times Cv \times Vvr \times sen \alpha$) / Vr]

β = 0.2492 14.28 °

bd= 41.2

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los limites de la via, que de acuerdo a la tabla de la pagina 257 de la ROM 3.1-99 es

(se considera con práctico de boya a boya) be= 10 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-42





```
E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.
          Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media
          del buque y relacion h/D \le 1,20
  bro=
          0,20 . B
  bro=
               5.2 m
          Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva
  br=
  br=
          (1,50 - Emax) . bro
  bb =
          Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de
  bb =
          Para balizamiento de boyas = Radio de borneo
          \sqrt{(l^2 - h'^2)} Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la
  bb =
          Navegacion de la IALA del año 2004
          Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos
          veces h'
          profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del
  h'=
          agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:
  h'=
entonces
            613.47
  bb=
  bb=
             24.77
  rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes
  rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad
          absoluta del buque (pg 258 R.O.M.)
  rhsm = 0,2 . B
  rhsm =
              5.2 m.
  rh<sub>sd</sub>= Margen de seguridad.
  rh<sub>sd</sub>=
          0,1 . B
  rh_{sd}=
          Incorporando los datos en la fórmula:
  Bn=
          B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d
```

Cálculo del squat:

Bn= 162.74 m.

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)
En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$ $\nabla = 26303 \text{ m}$

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = $0.95 \times L$ (Eslora)

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2) 9.8 m/s
h = profundidad del agua (m) 9.8
Fnh = 0.2

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales (pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S1>0,032$ Ks = 1S1<=0,032

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mavo 2012	11-43



 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga D = Calado

D = Calado

Ab = 229.32 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{2}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 3704 distancia entre veril 2 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). 685.24

distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

S1 = 0.01

Ks = 1

dt= 0.09 m

Cálculo Para el caso del Escenario 3

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 175.75$

 $\beta = \arcsin \frac{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{vr}}{\text{Vr}} \qquad \text{ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación} \\ \text{para valores de b} \leq 25^{\circ}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.8 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.5 metros

h/D 1.03

 α_{vr} = 60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0184

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $\mathsf{ALV} = \mathsf{Lpp} \times (\mathsf{G} + \mathsf{h}_\mathsf{L})$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - CaladoG = T - D

G = 1 - D G = 7.5

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2724.125 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1669.625 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_{v} = 1.2$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-44





Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

3 = 0.2473 14.17 °

bd= 43.46

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los limites de la via, que de acuerdo a la tabla de la pagina 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion $h/D \le 1,20$

bro= 0,20 . B bro= 5.4 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.4 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

l= Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 28.6

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'= 14.3

entonces

bb= 613.47 bb= 24.77

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 5.4 m.

rh_{sd}= Margen de seguridad.

 rh_{sd} = 0,1 . B rh_{sd} = 2.7 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 167 m.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-45





Cálculo del squat:

 $dt = 2,4 \times \nabla \times F^2 nh \times ks$ $L^2pp \ddot{O} (1-F^2nh)$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 30654 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

Fnh = VrÖgh

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s 9.8

h = profundidad del agua (m)

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S1>0,032$

Ks = 1S1<=0.032

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab =251.37 m2

Ac =(asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 3704

distancia entre veril 2 perpendicular al eje en el sector mas estrecho af = Ancho del canal en fondo (m). 685.24 distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

2

21507.28 m2 Ac =

S1 = 0.01

Ks =

dt= 0.1 m

Cálculo Para el caso del Escenario 4

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 185.25$

 $\beta = \text{arcSen } \underline{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}} \quad \text{\'angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}$ para valores de b < 25°

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-46





Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.8 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.9 metros

h/D 0.99

 α_{vr} = 60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0184

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 8.1

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2982.525 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1833.975 \text{ m}^2$

 $C_v = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 $\beta = \text{arc sen} [(Kv \times Cv \times Vvr \times sen \alpha) / Vr]$

β = 0.2473 14.17 °

bd= 45.81

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los limites de la via, que de acuerdo a la tabla de la pagina 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 5.6 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.6 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de	Revisión: 2	Página
	11m. respecto al MLWS.		
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-47





bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 28.6

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del

agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'= 14.3

entonces

bb= 613.47 bb= 24.77

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 5.6 m.

rh_{sd}= Margen de seguridad.

 rh_{sd} = 0,1 . B rh_{sd} = 2.8 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 171.35 m.

Cálculo del squat:

 $dt = 2.4 \times \nabla \times F^2 nh \times ks$

L²pp Ö (1-F²nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

∇ = 34919 m3

Cb = Coeficiente de bloque: 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = $0.95 \times L$ (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s 9.8

h = profundidad del agua (m)

Fnh = 0.2

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99) Ks = 7,45 x S1 + 0, S1>0,032

 $Ks = 7,45 \times 51 + 0, 51>0,032$ Ks = 151 <= 0,032

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab = 271.656 m2

Ac = (asu + af) x h

2

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-48





Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 3704

af = Ancho del canal en fondo (m). 685.24

distancia entre veril 2 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = $\frac{(asu + af) \times h}{2}$ Ac = $\frac{21507.28}{51}$ m2 S1 = $\frac{0.01}{5}$

Cálculo Para el caso del Buque de diseño

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

0.1 m

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

 $\mbox{bd} = \mbox{Sobreancho}$ de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 304.00$

 $\beta = \text{arcSen } \frac{\text{K} v \times \text{C} v \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{vr}}{\text{Vr}} \quad \text{ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación} \\ \text{para valores de b} \leq 25^{\circ}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.8 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 11 metros

h/D 0.89

 α_{vr} = 60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0184

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 9

 h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 5168 m2

 A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 3344 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_{v} = 1.2$

Ver l'vr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-49





V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.2394 13.72 °

bd= 72.77

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los limites de la via, que de acuerdo a la tabla de la pagina 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 8 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 8 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

l= Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 28.6

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'= 14.3

entonces

bb= 613.47 bb= 24.77

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B rhsm = 8 m.

rh_{sd}= Margen de seguridad.

 rh_{sd} = 0,1 . B rh_{sd} = 4 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

 $Bn= \quad B+bd+2(be+br+bb)+(rhsm+rhsd)l+(rhsm+rhsd)d$

Bn= 222.31 m.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-50





Cálculo del squat:

 $dt = 2,4 \times \nabla \times F^2 nh \times ks$

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 90957 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

Fnh = VrÖgh

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2) 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

Fnh = 0.2

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S1>0,032$

Ks= 1 S1<=0,032

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

431.2 m2 Ab =

Ac = (asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 3704

distancia entre veril 2 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

21507.28 m2 Ac =

Ks =

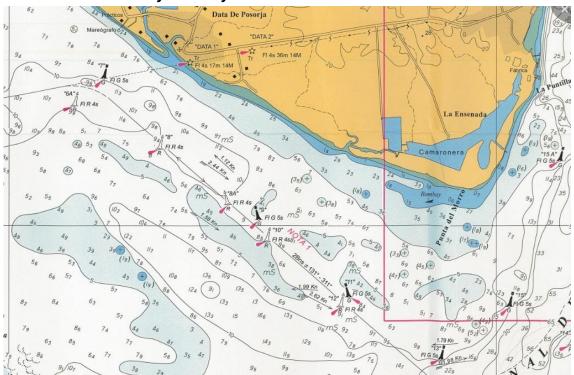
dt= 0.1 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-51





11.4.3.1.2 Tramo 2: Boya 7 a Boya 13



Cálculo Para el caso del Escenario 2

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen β$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 165.30$

 $\beta = \arcsin \frac{\text{K} \underline{\text{V}} \times \text{C} \underline{\text{V}} \times \text{V} \text{N} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}{\text{Vr}} \stackrel{\text{\'{A}} \text{ngulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

9.3 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9 metros

h/D 1.03

 α_{vr} = 4 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0343

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-52





G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2479.5 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1487.7 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_{v} = 1.29$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

 V_r = Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

β= arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.037 2.12 °

bd= 6.12

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 5.2 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro

br= 5.2 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 35

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-53





h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel

de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.5

entonces

bb= 918.8 bb= 30.31 m

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque menor o igual a 4 m/s. (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . B rhsm = 5.2 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 2.6 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 138.7 m.

Cálculo del squat:

 $dt = 2.4 \times \nabla \times \underline{F^2 nh} \times ks$

 $L^2pp \ddot{O} (1-F^2nh)$

En donde:

dt valor máximo del trimado dinámico (m)

∇ : volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 26303 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de blo 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gl}$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) 9.3

Fnh = 0.21

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S'$ $S_1 > 0,032$

 $Ks = 1 S_1 <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab = 229.32 m2

Ac = (asu + af) x h

2

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-54



Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m 1814.96

af = Ancho del canal en fondo (m). 926

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

$$2$$
 Ac = 12745 m2

Cálculo Para el caso del Escenario 3

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 175.75$

 $\beta = \arcsin \frac{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}{\text{Vr}} \text{ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.3 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.5 metros

h/D 0.98

 $\alpha_{vr} = 4$ Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0343

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7.5

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2724.125 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1669.6 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v = 1.23$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-55





Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

como limite de operación de la v

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.0368 2.11 °

bd= 6.46

Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion $h/D \le 1,20$

bro= 0,20 . B bro= 5.4 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro

br= 5.4 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

= 35

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las

boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel

de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.5

entonces

bb= 918.8 bb= 30.31 m

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque menor o igual a 4 m/s. (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . B rhsm = 5.4 m.

rhsd= Margen de seguridad.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 141.1 m.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de	Revisión: 2	Página
	Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de		-
	11m. respecto al MLWS.		
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-56





Cálculo del squat:

 $dt = 2,4 \times \nabla \times \frac{F^2 nh}{L^2 pp \ddot{O} (1-F^2 nh)} \times ks$

En donde

dt valor máximo del trimado dinámico (m)

∇ : volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = \text{Cb x L x B x D}$ $\nabla = \frac{30654}{\text{m}3}$

Cb = Coeficiente de blo 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) 9.3

Fnh = 0.21

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1$ $S_1 > 0,032$

 $Ks = 1 S_1 <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab = 251.37 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{a}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m 1814.96

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). 926

Ac = (asu + af) x h

2 Ac = $\frac{12745}{12745}$ m2

S1 = 0.02

Ks = 1

dt= 0.11 m

Cálculo Para el caso del Escenario 4

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 185.25$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de	Revisión: 2	Página
	11m. respecto al MLWS.		
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-57





β = arcSen $K_{V} \times C_{V} \times V_{V} \times Sen α_{V_{\Gamma}}$ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b $\leq 25^{\circ}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.3 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.9 metros

h/D 0.94

 α_{vr} = 4 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0343

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 8.1

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2982.525 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1834 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_{v} = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r = Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.0368 2.11 °

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-58





bd= 6.81

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 5.6 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro

br= 5.6 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

l= Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 35

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las

boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel

de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.5

entonces

bb= 918.8 bb= 30.31 m

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque menor o igual a 4 m/s. (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . B rhsm = 5.6 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 2.8 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 143.4 m.

Cálculo del squat:

dt = $2.4 \times \nabla \times \frac{F^2 \text{nh}}{V} \times \text{ks}$ $L^2 \text{pp "O"} (1-F^2 \text{nh})$

En donde:

dt valor máximo del trimado dinámico (m)

∇ : volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

∇ = 34919 m3

Cb = Coeficiente de blo 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

Autoridad Portuaria de Guayaguil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de	Revisión: 2	Página
, ,	Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de		ŭ
	11m. respecto al MLWS.		
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-59





$$Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2 9.8 m/s h = profundidad del agua (m) 9.3

Fnh = 0.21

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99) $Ks = 7.45 \times S1$ $S_1 > 0.032$

 $Ks = 7,45 \times S1$ $S_1 > 0,032$ Ks = 1 $S_1 < = 0,032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab = 271.66 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{2}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m 1814.96 distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). 926 $Ac = (asu + af) \times h$

2 2

Ac = 12745 m2

S1 = 0.02

Ks = 1

dt= 0.11 m

Cálculo Para el caso del Buque de diseño

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 304.00$

 $\beta = \arcsin \frac{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}{\text{Vr}} \stackrel{\text{\'{A}}}{=} \inf \alpha_{\text{vr}} \text{ final de determinarse con las f\'{o}rmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.3 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 11 metros

h/D 0.85

α_{vr} = 4 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mavo 2012	11-60





De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv enterpolado es:

Kv = 0.0343

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 9

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 5168 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 3344 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_{v} = 1.24$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.0356 2.04 °

bd= 10.83

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 8 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro

br= 8 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-61





bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 35

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel

de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.5

entonces

bb= 918.8 bb= 30.31 m

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque menor o igual a 4 m/s. (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B rhsm = 8 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 4 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 171.5 m.

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x ∇ x F^2 nh x ks L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ : volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$ $\nabla = 90957 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de blo 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \underline{Vr} \\ \ddot{O} gh$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) 9.3

Fnh = 0.21

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1$ $S_1 > 0,032$ Ks = 1 $S_1 < = 0,032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-62





 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga D = Calado

> 431.2 m2 Ab =

(asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m 1814.96 af = Ancho del canal en fondo (m).

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

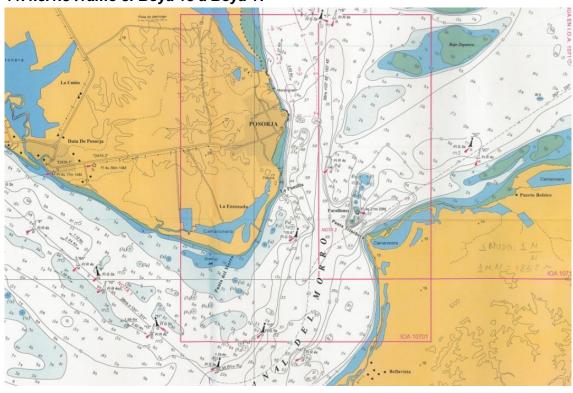
Ac = 12745 m2

S1 = 0.03

Ks = 1

dt= 0.11 m

11.4.3.1.3 Tramo 3: Boya 13 a Boya 17



Cálculo Para el caso del Escenario 2

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 165.30$

 β = arcSen Kv × Cv × Vvr × Sen α_{vr} Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-63





Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

15.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D= 9 metros

h/D

48 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de $\alpha_{vr} =$

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

8 *Valor tomado de la tabla 4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

 $ALV = 2479.5 \text{ m}^2$ entonces

Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

1487.7 m²

 $(A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_v =$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

24 m/s $V_{vr} =$

Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r =$ 2 m/s

Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. $\alpha_{vr} =$ Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

0.2609 14.95 °

43.13

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-64





E max = Riesgo máximo; riesgo de pérdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≥ 1,50

bro= 0,15 . B bro= 3.9 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 3.9 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 35.6

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.8

entonces

bb= 950.52 bb= 30.83

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque n (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . B rhsm = 5.2 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 2.6 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 174.19 m.

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = \text{Cb x L x B x D}$ $\nabla = \frac{26303 \text{ m}}{3}$

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = Vr \\ \ddot{O} gh$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s² 9.8 m/s h = profundidad del agua (m) 15.6

Fnh = 0.16

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-65





Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99) $Ks = 7,45 \times S1 + 0.S_1 > 0,032$

 $Ks = 7,43 \times 31 + 0.51 \times 0.032$ $Ks = 1_{1} <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga D = Calado

Ab =

Ac = (asu + af) x h

2

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

229.32 m2

asu = Ancho del canal en superficie (n 1814.96 af = Ancho del canal en fondo (m). 926

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

2 Ac = 21379.49 m2

S1 = 0.01

Ks = 1

dt= 0.06 m

Cálculo Para el caso del Escenario 3

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 175.75$

 $\beta = \text{arcSen } \frac{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{vr}}{\text{Vr}} \stackrel{\text{\'{A}}\text{ngulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{vr}}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 15.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la acción del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.5 metros

h/D 1.64

 α_{vr} = 48 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.022034

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-66





ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

 $\hat{s} = 7$

n_L = 8 *Valor tomado de la tabla 4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces $ALV = 2724.13 \text{ m}^2$

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1669.625 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_{v} = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = α_{vr} Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.2542 14.57 °

bd= 44.68

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de pérdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≥ 1,50

bro= 0,15 . B bro= 4.05 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 4.05 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 35.6

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-67





h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.8

entonces

bb= 950.52 bb= 30.83

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque n (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 5.4 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B

rhsd= 2.7 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Bn= 177.64 m.

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp Ö (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

∇ = 30654 m3

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $\mathsf{Fnh} = \ \underline{\mathsf{Vr}} \\ \ddot{\mathsf{O}} \ \mathsf{gh}$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s/ 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) 15.6

Fnh = 0.16

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0,S_1 > 0,032$

 $Ks = 1_{1} <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab = 251.37 m2

Ac = (asu + af) x h

2

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-68





Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (n 1814.96 af = Ancho del canal en fondo (m).

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

Ac = 21379.49 m2

S1 = 0.01

Ks = 1

dt= 0.06 m

Cálculo Para el caso del Escenario 4

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$ $L_{pp} = 185.25$

 $\beta = \arcsin \frac{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}{\text{Vr}} \\ \frac{\text$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 15.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.9 metros

h/D 1.58

 α_{vr} = 48 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.021773

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 8.1

n_L = 8 *Valor tomado de la tabla 4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces $ALV = 2982.53 \text{ m}^2$

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1833.975 \text{ m}^2$

 $C_v = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v = 1.28$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-69





Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

24 m/s V.,, =

 $V_r =$ Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. $\alpha_{vr} =$

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

arc sen [($Kv \times Cv \times Vvr \times sen \alpha$) / Vr]

β = 0.2512 14.39°

bd= 46.53

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de pérdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max =

Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media bro=

del buque y relacion h/D ≥ 1,50

0,15 . B bro= 4.2 m bro=

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

(1,50 - Emax) . bro br= br= 4.2 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

 $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la bb =Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

17.8 entonces 950.52 bb= bb= 30.83

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque n (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B5.6 m. rhsm =

Margen de seguridad. rhsd=

rhsd= 0,1 . B

2.8 m. rhsd=

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

181.39 m. Bn=

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-70





Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = \text{Cb x L x B x D}$ $\nabla = 34919 \text{ m3}$

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

15.6

Fnh = 0.16

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales (pagina 205 de la ROM 3.1-99)

Va 7 45 × 64 × 66 × 6 000

$$Ks = 7,45 \times S1 + 0,S_1 > 0,032$$

 $Ks = 1_{1} <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab = 271.656 m2

Ac = (asu + af) x h

2

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (n 1814.96

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). 926 distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

2

Ac = 21379.49 m2

S1 = 0.01

Ks = 1

dt= 0.06 m

Cálculo Para el caso del Buque de diseño

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen β$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 304.00$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-71





 β = arcSen $\frac{\text{Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}{\text{Vr}}$ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 15.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 11 metros

h/D 1.42

 α_{vr} = 48 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.021077

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 9

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla 4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces $ALV = 5168 \text{ m}^2$

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 3344 \text{ m}^2$

 $C_v = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v = 1.24$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.
 Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

β= arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.2352 13.48 °

bd= 71.51

Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y
posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los
límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-72





E max = Riesgo máximo; riesgo de pérdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≥ 1,50

bro= 0,15 . B

bro= 6 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 6 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

⊨ Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 35.6

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 17.8

entonces

bb= 950.52 bb= 30.83

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque n (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 8 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 4 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 229.17 m.

Cálculo del squat:

$$dt = 2,4 \times \nabla \times \frac{F^2 nh}{x} \times ks$$

 $L^2 pp \ddot{O} (1-F^2 nh)$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 90957 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque : 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-73





Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s; 9.8 m/s h = profundidad del agua (m) 15.6

Fnh = 0.16

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99) Ks = 7,45 x S1 + 0,S₁>0,032

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

 $1_1 <= 0.032$

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

Ks =

D = Calado

Ab = 431.2 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{2}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (n 1814.96

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). 926

Ac = (asu + af) x h

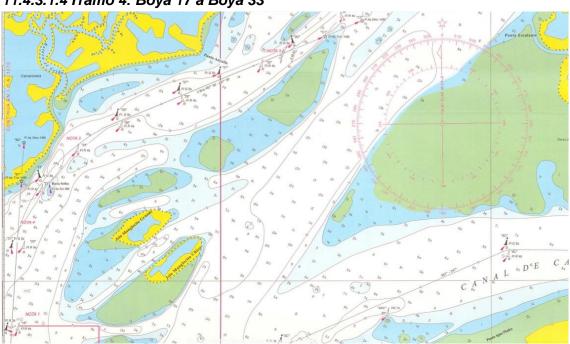
2 Ac = 21379.49 m2

S1 = 0.02

Ks = 1

dt= 0.06 m

11.4.3.1.4 Tramo 4: Boya 17 a Boya 33



Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-74





Cálculo Para el caso del Escenario 2

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$ $L_{pp} = 165.30$

 $\beta = \text{arcSen Kv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}$ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

9.5 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

9 metros h/D

1.06

23 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de $\alpha_{vr} =$ crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv= 0.02676

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G =

8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2479.5 m2

Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente $A_{LC} =$

 $A_{LC} =$

 $A_{LC} =$ 1487.7 m²

 $(A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v =$

Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

24 m/s $V_{vr} =$

V. = Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

V. =

Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. $\alpha_{vr} =$ Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr] β=

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-75





0.16257 9.31 °

bd= 26.87

Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

0,20 . B bro= 5.2 m bro=

Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva br=

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.2 m

bb =Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

 $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la bb = Navegacion de la IALA del año 2004

I= Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

37.1 <u>|</u>

h'=profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

18.55 h'=entonces

bb= 1032.308 bb= 32.13

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque me (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 Brhsm = 5.2 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B

rhsd= 2.6 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Bn= 163.13 m.

Cálculo del squat:

 $dt = 2,4 \times \nabla \times F^2 nh \times ks$ $L^2pp \ddot{O} (1-F^2nh)$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 26302.5 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = $0.95 \times L$ (Eslora)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-76





$$Fnh = Numero de Froude$$

$$Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s 9.5

h = profundidad del agua (m) Fnh = 0.21

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales (pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$ Ks = $1 S_1 <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ah =

229 32 m2

Ac = (asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1296.4

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). Ac = (asu + af) x h9676.7 m2 Ac =0.02 Ks =

Cálculo Para el caso del Escenario 3

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

L_{pp} = 175.75

 β = arcSen Kv × Cv × Vvr × Sen α_{vr} Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

9.5 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D =9.5 metros

h/D

23 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de $\alpha_{vr} =$ crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es: Kv = 0.02676

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-77





Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7.5

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2724.125 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = \frac{1669.625}{1669.625}$ m²

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.
 Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

β= arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.1613 9.24 °

bd= 28.35

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion $h/D \le 1,20$

bro= 0,20 . B bro= 5.4 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.4 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-78





bb =Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb =Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

 $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la bb =Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

37.1

h'=profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel

de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'=

entonces

1032.308 bb= bb= 32.13

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque me (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . B

5.4 m. rhsm =

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1.B

rhsd= 2.7 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

166.61 m. Bn=

Cálculo del squat:

 $dt = 2,4 \times \nabla \times F^2 nh \times ks$ $L^2pp \ddot{O} (1-F^2nh)$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 30654.3 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \underline{Vr}$ Ögh

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2) 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) 9.5

0.21 Fnh =

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales (pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$

1 S₁<=0.032

Ks =

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-79





Ab = 251.37 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{2}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1296.4 distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

 $Ac = \frac{2}{9676.7}$ m2

S1 = 0.03

Ks = 1

dt= 0.11 m

Cálculo Para el caso del Escenario 4

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 185.25$

 $\beta = \operatorname{arcSen} \ K_{\underline{V}} \times \underline{Cv} \times \underline{Vvr} \times \underline{Sen} \ \alpha_{vr} \qquad \underline{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}} \\ \text{para valores de b } \underline{\leq 25^{\circ}}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 9.5 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la acción del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.9 metros

h/D 0.96

 α_{vr} = $\frac{23}{\text{Angulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque$

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.02676

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 8.1

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2982.525 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1833.975 \text{ m}^2$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-80





 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_{v} = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores

a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.1613 9.24 °

bd= 29.88

Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y
posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los
límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion $h/D \le 1,20$

bro= 0,20 . B bro= 5.6 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.6 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 37.1

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 18.55

entonces

bb= 1032.308 bb= 32.13

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-81





rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque me (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2.Brhsm = 5.6 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1.B

2.8 m. rhsd=

Incorporando los datos en la fórmula:

B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)dBn=

Bn= 170.14 m.

Cálculo del squat:

$$dt = 2,4 \times \nabla \times F^2 nh \times ks$$

 $L^2 pp \ddot{O} (1-F^2 nh)$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

∇ = 34918.9 m3

0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España) Cb = Coeficiente de bloque =

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \underline{Vr}$ Ögh

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) Fnh =

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$

1 S₁<=0,032

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

B = Manga

D = Calado

Ab = 271.656 m2

Ac = (asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1296.4 distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho 740.8 distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m).

Ac = (asu + af) x h

9676.7 m2 Ac =

S1 = 0.03

Ks =

dt= 0.11 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de	Revisión: 2	Página
• •	Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de		
	11m. respecto al MLWS.		
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-82





Cálculo Para el caso del Buque de diseño

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion Bn = B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{op} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 304.00$

 $\beta = \text{arcSen K} \underbrace{\text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}_{\text{Vr}} \quad \text{ \triangle highlighter formulas expressed a continuación para valores de b \leq.25^{\circ}$}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

n = 9.5 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 11 metros

h/D 0.86

α_{vr} = 23 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.02676

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G =

 $h_L = 8$ *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 5168 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 3344 \text{ m}^2$

 $C_v = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v = 1.24$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/}$

α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.
 Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.15622 8.95 °

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-83





bd= 47.49

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es
 be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B

bro= 8 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 8 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 37.1

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 18.55

entonces

bb= 1032.308 bb= 32.13

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque m∈ (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . Brhsm = 8 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 4 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Bn= 211.75 m.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-84





Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$ $\nabla = 90956.8 \text{ m}$ 3

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$Fnh = \underline{Vr} \\ \ddot{O} gh$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

9.5

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

$$Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$$

$$Ks = 1 S_1 <= 0.032$$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

431.2 m2 Ab =

$$Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{2}$$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1296.4

0.04

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). 740.8

Ac = (asu + af) x h2 9676.7 m2

1.06 Ks =

S1 =

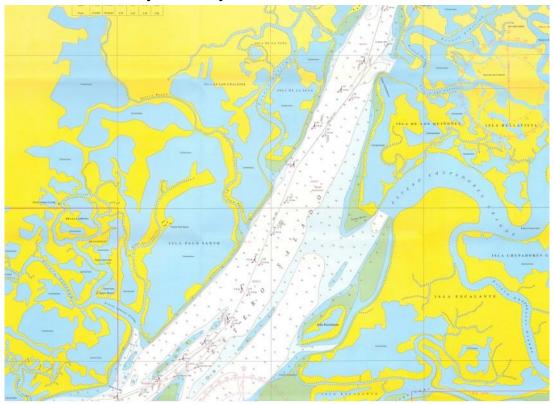
0.11 m dt=

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-85





11.4.3.1.5 Tramo 5: Boya 33 a Boya 66



Cálculo Para el caso del Escenario 2

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 165.30$

 $\beta = \text{arcSen Kv} \underbrace{\times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}_{\text{Vr}} \underbrace{\quad \text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}_{\text{para valores de b}} \underbrace{\quad \text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}_{\text{para valores de b}}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 8.4 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la acción del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9 metro

h/D 0.93

 α_{vr} = 28 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $\mathsf{ALV} = \mathsf{Lpp} \times (\mathsf{G} + \mathsf{h}_\mathsf{L})$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-86





G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7

n_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2479.5 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1487.7 \text{ m}^2$

 $C_v = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_v = 1.29$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.17428 9.99 °

bd= 28.81

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 5.2 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro

br= 5.2 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

= 26.

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'=	13.05
entonce	es
bb=	510.9075
bb=	22.6

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-87





rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque menor o igual a 4 m/s. (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2.B

5.2 m. rhsm =

rhsd= Margen de seguridad.

0,1 . B rhsd=

2.6 m. rhsd=

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

146.01 m. Bn=

Cálculo del squat:

$$dt = 2.4 \times \overline{V} \times \underline{F^2 nh} \times ks$$

 $L^2pp \ddot{O} (1-F^2nh)$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 26302.5 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s). 9.8 m/s

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

h = profundidad del agua (m) 8.4

Fnh = 0.22

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

$$Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$$

$$Ks = 1 S_1 <= 0.032$$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

229.32 m2 Ab =

Ac = (asu + af) x h 2

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho asu = Ancho del canal en superficie (m) 1703.84 1111.2 distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m).

Ac = (asu + af) x h

Ac = 11823.17 m2

S1 = 0.02

Ks =

dt= 0.11 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-88





Cálculo Para el caso del Escenario 3

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$ $L_{pp} = 175.75$

 $\beta = \arcsin \text{K}_{\underline{V}} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}} \qquad \text{ \acute{A}ngulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 8.4 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.5 metros

h/D 0.88

 α_{vr} = 28 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de cruiia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.02386

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7.5

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2724.125 m2

 A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1669.625 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_{v} = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r = Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-89





β = 0.17292 9.91 °

bd= 30.39

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es
 be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 5.4 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.4 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h¹

l= 26.1

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'= 13.05

entonces

bb= 510.9075 bb= 22.6

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque m∈ (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 5.4 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1.B

rhsd= 2.7 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 149.59 m.

Cálculo del squat:

$$dt = 2,4 \times \underline{\nabla} \times \underline{F^2 nh} \times ks$$
$$L^2 pp \ddot{O} (1-F^2 nh)$$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-90





 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$ $\nabla = 30654.3 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O}gh}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

8.4

Fnh = 0.22

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$

Ks = $1 S_1 <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab = 251.37 m2

Ac = (asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1703.84

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho af = Ancho del canal en fondo (m). 1111.2

Ac = (asu + af) x h

2

11823.17 m2

0.02 S1 =

Ks =

0.12 m dt =

Cálculo Para el caso del Escenario 4

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{DD} = 185.25$

 β = arcSen Kv × Cv × Vvr × Sen α_{vr} Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación Vr para valores de b < 25°

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-91





h = 8.4 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.9 metros h/D 0.85

 α_{vr} = 28 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.02386

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 8.1

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 2982.525 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1833.975 \text{ m}^2$

 $C_v = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

 $C_v = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores

a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.17292 9.91 °

bd= 32.03

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-92





E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 5.6 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.6 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de

balizamiento
bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la

Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

veces h'

l= 26.1

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del

agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'= 13.05 entonces

entonces

bb= 510.9075 bb= 22.6

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque m (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 5.6 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B

rhsd= 2.8 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Bn= 153.23 m.

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x ∇ x F^2 nh x ks L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 34918.9 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = Vr \\ \ddot{O} gh$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2) 9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

8.4

Fnh = 0.22

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-93





S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab = 271.656 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) x h}_{asu}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1703.84 distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

2

Ac = 11823.17 m2

S1 = 0.02

Ks = 1

dt= 0.12 m

Cálculo Para el caso del Buque de diseño

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 304.00$

 $\beta = \text{arcSen K} \underbrace{\text{Vv} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}_{\text{Vr}} \quad \underbrace{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}_{\text{para valores de b}} = \underbrace{\text{Angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}}_{\text{para valores de b}}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 8.4 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la acción del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 11 metros

h/D 0.76

 α_{vr} = 28 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.02386

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 9

 h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-94





entonces ALV = 5168 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 3344 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_{v} = 1.24$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.16746 9.59 °

bd= 50.91

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y
posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los
límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

 Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media del buque y relacion h/D ≤ 1,20

bro= 0,20 . B bro= 8 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 8 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h^{12})}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos

l= 26.1

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel mas alto de la marea. Se tiene:

h'= 13.05 entonces bb= 510.9075 bb= 22.6

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-95





rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque me (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 8 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B

4 m. rhsd=

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

196.11 m. Bn=

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 90956.8 \text{ m}$ 3

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

8.4

Fnh = 0.22

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

$$Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$$

 $Ks = 1 S_1 < 0,032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab =

431.2 m2

Ac = (asu + af) x h

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 1703.84

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho af = Ancho del canal en fondo (m). distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho 1111.2

Ac = (asu + af) x h

11823.17 m2 Ac =

S1 = 0.04

1.06 Ks =

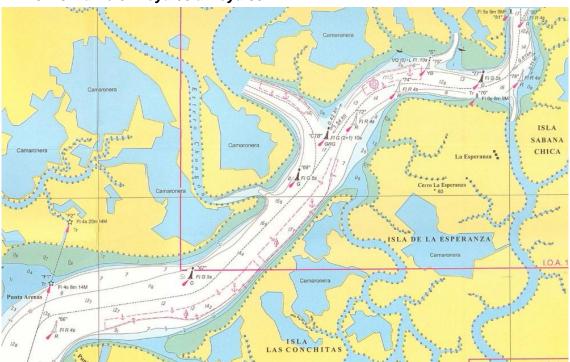
dt= 0.12 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-96





11.4.3.1.6 Tramo 6: Boya 66 a Boya 80



Cálculo Para el caso del Escenario 2

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 165.30$

 $\beta = \text{arcSen K} \underbrace{\text{V} \times \text{Cv} \times \text{Vvr} \times \text{Sen } \alpha_{\text{vr}}}_{\text{Vr}} \quad \text{ \'angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación} \\ \text{para valores de b} \leq 25^{\circ}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

= 11.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la acción del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9 metros h/D 1.29

 α_{vr} = 60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque = 48°

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-97





ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7

n_i = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces $ALV = 2479.5 \text{ m}^2$

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = 1487.7 \text{ m}^2$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque. Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

β= arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.24924 14.28 °

bd= 41.2

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y
posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los
límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque 0,20 . B

bro= 0,20 . B bro= 5.2 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.2 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-98





bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 38.4

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 19.2

entonces

bb= 1105.92 bb= 33.26

rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque m (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . B

rhsm = 5.2 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1 . B rhsd= 2.6 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 179.72 m.

Cálculo del squat:

$$dt = 2,4 \times \nabla \times \underline{F^2 nh} \times ks$$
$$L^2 pp \ddot{O} (1-F^2 nh)$$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = \text{Cb x L x B x D}$ $\nabla = 26302.5 \text{ m3}$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O} gh}$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m) 11.6

Fnh = 0.19

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99) $Ks = 7.45 \times S1 + 0... S.>0.0$

 $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$

 $Ks = 1 S_1 <= 0.032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

 $Ab = 0.98 \times B \times D$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-99





B = MangaD = Calado

Ab = 229.32 m2

 $Ac = \underbrace{(asu + af) \times h}_{2}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 722.28 distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

 $Ac = \frac{6337.54}{6337.54} m2$

S1 = 0.04

Ks = 1.06

dt= 0.09 m

Cálculo Para el caso del Escenario 3

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{DD} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 175.75$

 $\beta = \operatorname{arcSen} \ K_{\underline{V}} \times C_{\underline{V}} \times V_{\underline{V}} \times S_{\underline{e}} \times S_{\underline{v}} \qquad \text{\'angulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación} \\ V_{\underline{v}} \qquad \qquad V_{\underline{v}} \times S_{\underline{v}} \times$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 11.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la acción del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D = 9.5 metros

h/D 1.22

 α_{vr} = 60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque = 48°

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv = 0.0184

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

G = 7.5

h_L = 8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-100





entonces ALV = 2724.125 m2

A_{LC} = Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente

 $A_{LC} = Lpp \times D$

 $A_{LC} = \frac{1669.625}{m^2}$

 $C_{v} = (A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_{v} = 1.28$

Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites

como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.24727 14.17 °

bd= 43.46

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque

bro= 0,20 . B

bro= 5.4 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.4 m

bb = Sobreancho para cubrir el error que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 38.4

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 19.2 entonces

bb= 1105.92 bb= 33.26

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-101





rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque me (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0,2 . Brhsm = 5.4 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1.B

rhsd= 2.7 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 183.98 m.

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp \ddot{O} (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 30654.3 \text{ m}3$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$\begin{array}{cc}
\text{Fnh} = & \underline{\text{Vr}} \\
\ddot{\text{O}} & \text{gh}
\end{array}$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

11.6

Fnh = 0.19

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales (pagina 205 de la ROM 3.1-99)

$$Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$$

 $Ks = 1 S_1 < 0,032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab = 251.37 m2

Ac = (asu + af) x h

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-102





Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 722.28

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m). Ac = (asu + af) x h6337.54 m2 Ac = 0.04 S1 = Ks = 1.06

Cálculo Para el caso del Escenario 4

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

dt =

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

0.09 m

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{pp} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{pp} = 0.95 \times L$ L_{pp} = 185.25

 β = arcSen Kv × Cv × Vvr × Sen α_{vr} Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación para valores de b < 25°

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

h = 11.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

D= 9.9 metros

h/D 1.17

 $\alpha_{vr} =$ 60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de

crujia del buque = 48°

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv=

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv/ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_I)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

8.1

8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM $h_L =$

ALV = 2982.525 m2 entonces

Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente $A_{LC} =$

Lpp x D $A_{LC} =$

1833.975 m² $A_{LC} =$

 $(A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ $C_v =$ $C_v =$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-103





Vvr = Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} = 24 \text{ m/s}$

V_r= Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.
 Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

 β = arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.24727 14.17 °

bd= 45.81

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque

bro= 0,20 . B

bro= 5.6 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 5.6 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h¹

l= 38.4

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

de la filatea en el traffic. Entonces se

h'= 19.2 entonces

bb= 1105.92 bb= 33.26

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-104





rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad

absoluta del buque m∈ (pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . Brhsm = 5.6 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1.B

rhsd= 2.8 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 188.33 m.

Cálculo del squat:

dt = 2,4 x
$$\nabla$$
 x F^2 nh x ks
 L^2 pp Ö (1- F^2 nh)

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = \text{Cb x L x B x D}$ $\nabla = 34918.9 \text{ m3}$

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

 $Fnh = \frac{Vr}{\ddot{O}} ah$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s

h = profundidad del agua (m)

11.6

Fnh = 0.19

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99) $Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$ $Ks = 1 S_1 < 0,032$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del

370.4

buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab = 271.656 m2

 $Ac = \frac{(asu + af) x h}{2}$

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 722.28 distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

af = Ancho del canal en fondo (m).

Ac = (asu + af) x h

Ac = 6337.54 m2

S1 = 0.04

Ks = 1.06

dt= 0.1 m

Autoridad Portuaria de Guayaguil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de	Revisión: 2	Página
, ,	Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de		
	11m. respecto al MLWS.		
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-105





Cálculo Para el caso del Buque de diseño

Bn = Anchura nominal de la via de navegacion

Bn = B + bd + 2(be + br + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Calculando las variables para obtener el ancho nominal se tiene que:

bd = Sobreancho de la senda del buque producida por la deriva del buque

 $bd = Lpp \times Sen \beta$

 L_{DD} = Eslora entre perpendiculares

 $L_{DD} = 0.95 \times L$

 $L_{pp} = 304.00$

 $\beta = \text{arcSen K} \underline{v \times Cv \times Vvr \times Sen } \alpha_{vr} \underline{\hspace{0.5cm}} \text{ Ángulo de deriva, que puede determinarse con las fórmulas expresadas a continuación}$

Kv = Coeficiente dependiente de la forma del casco; relacion entre h/D y Vvr; proa de bulbo

11.6 Profundidad del agua en el emplazamiento, sin considerar el beneficio de marea

Para derivas ocasionadas únicamente por la accíón del viento (en este caso también denominado abatimientos)

h/D 1.05

60 Ángulo entre la dirección del viento relativo (de donde viene) y el plano de $\alpha_{vr} =$

crujia del buque = 48°

De la aplicación de la TABLA contenida en la Pag 254 de las ROM 3.1-99 para cascos de buques con proa de bulbo; el Kv interpolado es:

Kv= 0.0184

Cv = Coeficiente adimensional para el calculo de angulo de deriva de un buque

 $Cv = (ALv / ALc)^{0.5}$

ALV = Area de proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento

 $ALV = Lpp \times (G + h_L)$

G = Franco bordo del buque

G = Puntal - Calado

G = T - D

8 *Valor tomado de la tabla4.1 Capitulo cuarto pagina 129 de la ROM

entonces ALV = 5168 m2

Area longitudinal sumergida del buque sometida a la accion de la corriente $A_{LC} =$

 $A_{LC} =$

3344 m² $A_{LC} =$

 $(A_{LV} / A_{LC})^{0.5}$ C_v =

 $C_v =$

Velocidad relativa del viento referida al buque analizado tabla 4.1 pagina 128. Para su determinacion Vvr = esta referido a la velocidad basica absoluta del viento durante rafagas de 1 minuto en condiciones limites como limite de operación de la vía navegable

 $V_{vr} =$ 24 m/s

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-106





 V_r = Velocidad relativa del buque referida al agua. Para su cuantificacion se seguiran

criterios establecidos en el apartado 7.2.3.4.3 adoptando los valores menores a la velocidad del buque que sean compatibles con la navegacion analizada.

 $V_r = 2 \text{ m/s}$

 α_{vr} = Angulo entre la direccion del viento relativo (de donde viene) y el plano de crujia del buque.

Para derivas ocasionadas unicamente por la accion de la corriente

β= arc sen [(Kv × Cv × Vvr × sen α) / Vr]

β = 0.23939 13.72 °

bd= 72.77

be = Sobreancho por errores de posicionamiento, con operación de práctico y posicionamiento visual entre alineaciones de boyas o balizas que marquen los límites de la vía, que de acuerdo a la tabla de la página 257 de la ROM 3.1-99 es

be= 10 m (se considera con práctico de boya a boya y con arpa)

E max = Riesgo máximo; riesgo de perdida de vidas reducida para posibilidad baja.

E max = 0.5 m

bro= Sobreancho para respuesta de, Emax = 0,50, con maniobrabilidad media

del buque

bro= 0,20 . B

bro= 8 m

br= Sobreancho para respuesta del buque al corregir la deriva

br= (1,50 - Emax) . bro br= 8 m

bb = Sobreancho para cubrir el eror que pudiera derivarse de los sistemas de balizamiento

bb = Para balizamiento de boyas = Radio de borneo

bb = $\sqrt{(l^2 - h'^2)}$ Apartado 3.6.5.4, pagina 90 de la Guia de las Ayudas a la Navegacion de la IALA del año 2004

Longitud de la cadena, en metros, definida como la maxima profundidad a dos veces h'

l= 38.4

h'= profundidad del agua, en metros, definida como la máxima profundidad del agua incluyendo el nivel más alto de lamarea. En el sector de estudio las boyas están fondeadas máximo a 15 m., a esto se agrega el nivel de la marea en el tramo. Entonces se tiene:

h'= 19.2

entonces bb= 1

bb= 1105.92 bb= 33.26

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-107





rhsm = Resguardo de seguridad por efectos de succion y rechazo de las margenes

rhsm = Para vias de navegacion con taludes tendidos, V/H < 1/3 y con una velocidad absoluta del buque m(pg 258 R.O.M.)

rhsm = 0.2 . B

rhsm = 8 m.

rhsd= Margen de seguridad.

rhsd= 0,1.B

rhsd= 4 m.

Incorporando los datos en la fórmula:

Bn= B + bd + 2(be + br +bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d

Bn= 239.29 m.

Cálculo del squat:

$$dt = 2,4 \times \underline{\nabla} \times \underline{F^2 nh} \times ks$$
$$L^2 pp \ \ddot{O} \ (1-F^2 nh)$$

En donde:

dt = valor máximo del trimado dinámico (m)

 ∇ = volumen del desplazamiento del buque (m3)

 $\nabla = Cb \times L \times B \times D$

 $\nabla = 90956.8 \text{ m}$ 3

Cb = Coeficiente de bloque = 0.68 (Tabla de dimensiones medias de buques a plena carga de la ROM 3.1 de España)

Lpp = Eslora entre perpendiculares (m) = 0.95 x L (Eslora)

Fnh = Numero de Froude

$$Fnh = \underline{Vr} \\
\ddot{O} gh$$

Vr = velocidad relativa del buque con respecto al al agua (m/s).

g = aceleracion de la gravedad (m/s2)

9.8 m/s 11.6

h = profundidad del agua (m)

Fnh = 0.19

Ks = Coeficiente adimensional de corrección para canales convencionales

(pagina 205 de la ROM 3.1-99)

$$Ks = 7,45 \times S1 + 0, S_1 > 0,032$$

$$Ks = 1 S_1 <= 0.032$$

S1 = Numero adimensional que relaciona el area de la seccion transversal del buque con el area de la seccion transversal del canal

Ab = Area de la secion transversal de la obra viva del buque (m2)

$$Ab = 0.98 \times B \times D$$

B = Manga

D = Calado

Ab = 431.2 m2

Ac = (asu + af) x h

2

Ac = Area de la seccion transversal del canal (m2)

asu = Ancho del canal en superficie (m) 722.28

af = Ancho del canal en fondo (m). 370.4

distancia entre veril 5 perpendicular al eje en el sector mas estrecho distancia entre veril 10 perpendicular al eje en el sector mas estrecho

Ac = (asu + af) x h

2 Ac = 6337.54 m2

S1 = 0.07

Ks = 1.28

dt= 0.11 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-108





11.4.3.2 Diseño de vía en los tramos curvos

11.4.3.2.1 Tramo 1: Boya de mar a Boya 7



Cálculo Para el caso del Escenario 2

 $\mathsf{B}_{\mathsf{nc}} = \quad \mathsf{B} + \mathsf{bd} + \mathsf{b}_{\mathsf{dc}} + 2(\mathsf{be} + \mathsf{br} + \mathsf{b}_{\mathsf{rc}} + \mathsf{bb}) + (\mathsf{rhsm} + \mathsf{rhsd})\mathsf{I} + (\mathsf{rhsm} + \mathsf{rhsd})\mathsf{d}$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 41.2

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L).

K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.09 K= 0.32

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 870 m

bdc = 1.78 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0,4 x (1,5 - Emax) x B

brc = 10.4 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_e = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.2 \text{ m}$

 $b_b = 24.77 \text{ m}$

rhsm = 5.2 m

rh_{sd}= 2.6 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 185.32 \text{ m}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-109





Cálculo Para el caso del Escenario 3

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 43.46

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 x L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.03 K= 0.32

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 925 m

bdc = 1.89 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.8 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b}_{\mathrm{e}} = 10 \, \mathrm{m}$

 $b_r = 5.4 \text{ m}$

 $b_h = 24.77 \text{ m}$

rhsm = 5.4 m

rh_{sd}= 2.7 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 190.49 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Escenario 4

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 45.81

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 x L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 0.99 K= 0.32

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-110





R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 870 m

1.78 m bdc =

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.4 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

5.6 m

24.77 m

5.6 m rhsm =

 $rh_{sd} =$ 2.8 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} =$ 191.93 m

Cálculo Para el caso del Buque de diseño

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 72.77

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D=0.89 K= 0.32

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 1600 m

bdc = 3.28 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 16 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-111





Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_e = 10 \text{ m}$

 $\mathbf{b}_{r} = 8 \text{ m}$

 $b_h = 24.77 \text{ m}$

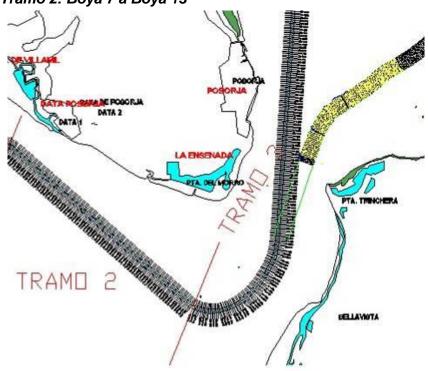
rhsm = 8 m

rh_{sd}= 4 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 257.59 \text{ m}$

11.4.3.2.2 Tramo 2: Boya 7 a Boya 13



Cálculo Para el caso del Escenario 2

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

 B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 6.12

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 x L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.03 K= 0.41

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 870 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-112





bdc = 2.92 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.4 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_0 = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.2 \text{ m}$

 $b_b = 30.31 \text{ m}$

rhsm = 5.2 m

rh_{sd}= 2.6 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 162.46 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Escenario 3

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 6.46

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L).

K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 0.98 K= 0.38

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 925 m

bdc = 2.67 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.8 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b_e} = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.4 \text{ m}$

 $b_b = 30.31 \text{ m}$

rhsm = 5.4 m

rh_{sd}= 2.7 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 165.35 \text{ m}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-113





Cálculo Para el caso del Escenario 4

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 6.81

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 0.94 K= 0.36

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 975 m

bdc = 2.53 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación en curva con radio constante

brc = 0,4 x (1,5 - Emax) x B

brc = 11.2 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_e = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.6 \text{ m}$

 $b_b = 30.31 \text{ m}$

rhsm = 5.6 m

 rh_{sd} = 2.8 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 168.36 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Buque de diseño

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 10.83

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 0.85 K= 0.31

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-114





R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 1600 m

bdc = 3.08 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 16 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b_e} = 10 \text{ m}$

 $\mathbf{b}_{\rm r} = 8 \text{ m}$

 $b_b = 30.31 \text{ m}$

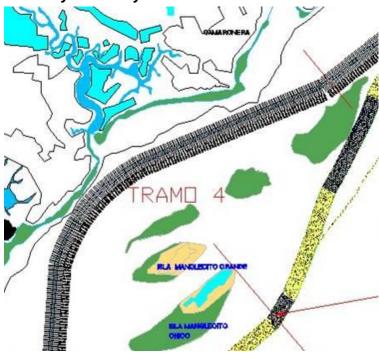
rhsm = 8 m

rh_{sd}= 4 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 206.53 \text{ m}$

11.4.3.2.3 Tramo 4: Boya 17 a Boya 33



Cálculo Para el caso del Escenario 2

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)I$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 26.87

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-115





bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.06 K= 0.42

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 870 m

bdc = 3.07 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.4 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_e = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.2 \text{ m}$

 $b_b = 32.13 \text{ m}$

rhsm = 5.2 m

 rh_{sd} = 2.6 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 187 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Escenario 3

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 28.35

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L).

K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1 K= 0.39

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 925 m

bdc = 2.81 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0,4 x (1,5 - Emax) x B

brc = 10.8 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-116





Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b}_{\mathrm{e}} = 10 \, \mathrm{m}$

 $b_r = 5.4 \text{ m}$

 $b_b = 32.13 \text{ m}$

rhsm = 5.4 m

rh_{sd}**=** 2.7 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 191.02 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Escenario 4

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 29.88

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 0.96

K = 0.37

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 870 m

bdc = 2.38 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.4 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_e = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.6 \text{ m}$

 $b_b = 32.13 \text{ m}$

rhsm = 5.6 m

 rh_{sd} = 2.8 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 191.32 \text{ m}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-117
ASOCIACION GEOESIUUIOS – CONSUISUA	I CUIII atu 190. 41 – 2011	I FECHA. IVIAVO ZUTZ	1 11-11/





Cálculo Para el caso del Buque de diseño

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 47.49

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 x L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L).

K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 0.86 K= 0.31

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 1600 m

bdc = 3.08 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 16 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b}_{\mathbf{e}} = 10 \text{ m}$

 $\mathbf{b}_{r} = 8 \text{ m}$

 $b_b = 32.13 \text{ m}$

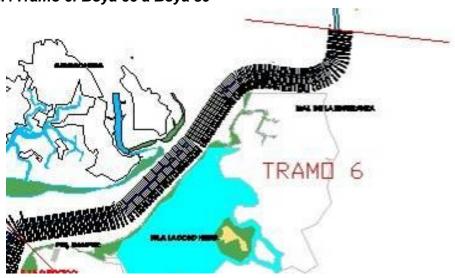
rhsm = 8 m

rh_{sd}= 4 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 246.83 \text{ m}$

11.4.3.2.4 Tramo 6: Boya 66 a Boya 80



Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-118





Cálculo Para el caso del Escenario 2

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 41.2

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L).

K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.29 K= 0.55

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 870 m

bdc = 5.26 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.4 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $b_e = 10 \text{ m}$

 $b_r = 5.2 \text{ m}$

 $b_h = 33.26 \text{ m}$

rhsm = 5.2 m

rh_{sd}= 2.6 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 205.78 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Escenario 3

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 43.46

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.22 K= 0.51

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 925 m

bdc = 4.81 m

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-119





brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 10.8 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b}_{\mathrm{e}} = 10 \, \mathrm{m}$

 $b_r = 5.4 \text{ m}$

 $b_{h} = 33.26 \text{ m}$

rhsm = 5.4 m

rh_{sd}= 2.7 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 210.39 \text{ m}$

Cálculo Para el caso del Escenario 4

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)l + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 45.81

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 \times L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.17 K= 0.48

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 975 m

bdc = 4.49 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 11.2 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b}_{\mathrm{e}} = 10 \mathrm{m}$

 $\mathbf{b}_{r} = 5.6 \text{ m}$

 $b_b = 33.26 \text{ m}$

rhsm = 5.6 m

rh_{sd}= 2.8 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 215.22 \text{ m}$

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-120





Cálculo Para el caso del Buque de diseño

 $B_{nc} = B + bd + b_{dc} + 2(be + br + b_{rc} + bb) + (rhsm + rhsd)I + (rhsm + rhsd)d$

B_{nc} = Anchura nominal de la vía de navegación en tramos curvos

bd = 72.77

bdc = Sobreancho adicional de la senda ocupada por el buque, ocasionado por navegación en tramos curvos

 $bdc = (K^2 x L^2)/2R$

K= Distancia del punto giratorio a la popa del buque (o a la proa si fuera mayor), expresada en fracción de la eslora total del buque (L). K está en función de la relación h/D que interpolado es:

h/D= 1.05 K= 0.42

R= Equivalente a 5 veces la eslora

R= 1600 m

bdc = 5.64 m

brc = Sobreancho de la senda del buque debido al tiempo de respuesta para anticipar la navegación

en curva con radio constante

brc = 0.4 x (1.5 - Emax) x B

brc = 16 m

Las demás variables se obtuvieron en el cálculo anterior, éstas son:

 $\mathbf{b}_{\mathbf{e}} = 10 \text{ m}$

b_r = 8 m

 $b_h = 33.26 \text{ m}$

rhsm = 8 m

rh_{sd}= 4 m

Entonces se tiene que:

 $B_{nc} = 276.93 \text{ m}$

11.4.4 Resumen de Resultados

De acuerdo a los cálculos realizados, a continuación se presenta una tabla resumen de resultados:

Tabla 6: Resultados para 10 m. de profundidad de dragado

TRAMOS	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
(BOYAS)	Tramo recto	Tramo Curvo	dt Tipo de fondo		Profundidad náutica
1 (M-7)	163	185	0.09	Sedimento	
2(7-13)	139	162	0.10	Roca	
3(13-17)	174	n/a	0.06	Sedimento	10.00
4(17-33)	163	187	0.10	Sedimento	10.00
5(33-66)	146	n/a	0.11	Sedimento	
6(66-80)	180	206	0.09	Sedimento	

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-121





Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tabla 7: Resultados para 10,5 m. de profundidad de dragado

TRAMOS	ANCHO DE	CANAL	PROFUNDIDAD DEL CANAL		
(BOYAS)	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	167	190	0.1	Sedimento	
2(7-13)	141	165	0.11	Roca	
3(13-17)	178	n/a	0.06	Sedimento	10.50
4(17-33)	167	191	0.11	Sedimento	10.50
5(33-66)	150	n/a	0.12	Sedimento	
6(66-80)	184	210	0.09	Sedimento	

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tabla 8: Resultados para 11 m. de profundidad de dragado

TRAMOS	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
(BOYAS)	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	171	192	0.09	Sedimento	
2(7-13)	143	168	0.1	Roca	
3(13-17)	181	n/a	0.06	Sedimento	11.00
4(17-33)	170	191	0.1	Sedimento	11.00
5(33-66)	153	n/a	0.11	Sedimento	
6(66-80)	188	215	0.09	Sedimento	

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tabla 9: Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m)

TRAMOS	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
(BOYAS)	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	222	258	0.1	Sedimento	12.10
2(7-13)	171	207	0.11	Roca	12.11
3(13-17)	229	n/a	0.06	Sedimento	11.66
4(17-33)	212	247	0.11	Sedimento	11.71
5(33-66)	196	n/a	0.12	Sedimento	11.72
6(66-80)	239	277	0.11	Sedimento	11.71

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Adicionalmente se realizaron los cálculos para el buque de diseño considerando el beneficio de marea que se tiene en el Canal de Acceso; en este caso se consideró la altura de marea media con la que actualmente ya ingresan los buques al Canal de Acceso, de esta consideración se obtuvo los siguientes resultados:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-122





Tabla 10. Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m) considerando la altura de marea media^(*)

TRAMOS	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL			
(BOYAS)	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	datos de marea ^(*)	Profundidad náutica
1 (M-7)	222	258	0.10	Sedimento	1.30	10.40
2(7-13)	171	207	0.11	Roca	1.30	10.41
3(13-17)	229	n/a	0.06	Sedimento	1.45	10.21
4(17-33)	212	251	0.11	Sedimento	1.825	9.885
5(33-66)	196	n/a	0.12	Sedimento	1.825	9.895
6(66-80)	239	288	0.11	Sedimento	2.15	9.56

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Acorde a lo obtenido en los cálculos, se puede inferir que el Buque de diseño planteado puede ingresar considerando el escenario de dragado a 11 metros, para poder aprovechar más el beneficio de marea existente.

11.5 Señalización Marítima – Ayudas a la Navegación

Las ayudas a la navegación marítima son los dispositivos externos al buque que está diseñado y construido para mejorar la seguridad a la navegación y facilitar el tráfico marítimo. Las ayudas visuales a la navegación están construidas para comunicar un navegante a bordo de un buque información que le pueda ayudar en la tarea de navegación, el proceso de comunicación se conoce como señalización marítima. La IALA es la organización mundial que norma la señalización náutica en el mundo, con todas sus características y uso.

11.5.1 Normativa en relación a la Señalización Marítima

El Ecuador consta como Miembro Nacional de la Asociación Internacional de Señalización Marítima (IALA), la cual norma, diseña y promulga el Sistema Internacional de Balizamiento, que describe las características de las ayudas a la navegación utilizadas a nivel mundial y zonifica las partes del Mundo que lo utilizan, tal cual como se indica en el Anexo "F" SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO DE IALA 2010.

Como norma nacional, en el Ecuador existe y se encuentra vigente la Ley de Faros y Boyas, misma que en sus considerandos menciona que es necesario instalar y mantener un Servicio de Faros y Boyas en los mares territoriales y ríos del Ecuador, de acuerdo a las actuales exigencias de la seguridad para la navegación. De igual forma incluye el pago de una tarifa por el uso de este servicio a todas embarcaciones nacionales y extranjeras que naveguen en mares y ríos del Ecuador y recalen en alguno de sus puertos.

En el artículo 8 de la Ley de Faros y Boyas consta también que el derecho que se establece por esta Ley es sin perjuicio de los cobros por concepto de mantenimiento de boyas y faros y demás facilidades a la navegación dentro de la zona marítima y fluvial sobre la cual la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG) tiene jurisdicción y los cuales están considerados dentro de los Derechos Portuarios que se cobran a las naves o Agentes, de acuerdo a la "Reglamentación y Tarifa Puerto de Guayaquil";

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-123





entendiéndose entonces que la responsabilidad directa de la señalización marítima del canal de acceso al Puerto Principal es de APG.

11.5.2 Análisis de Cumplimiento del Sistema de Balizamiento conforme Normativa

En la actualidad se encuentra en pleno cumplimiento en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil la normativa antes expuesta, sin embargo cabe mencionar que existen ayudas a la navegación adicionales a las que están en uso, que constan en el Sistema Internacional de Balizamiento y que pueden brindar un mayor grado de seguridad a la navegación, principalmente en situaciones de baja visibilidad, así como también cuando ingresen o salgan buques de dimensiones en el límite aceptable del canal, las cuales serán analizadas y recomendadas más adelante.

11.5.3 Boyas y Enfiladas en el Canal de Ingreso a Puerto Marítimo de Guayaquil

11.5.3.1 Boyas

Se define una boya como una ayuda flotante menor, normalmente iluminada aunque hay casos en los que no se instala luz.

Estos tipos de ayudas a la navegación están específicamente reguladas por el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA y suelen tener flotador de formas circulares con un diámetro entre 1 y 3 metros.

Además, debido a las limitaciones de la estructura, es aplicable lo siguiente:

- Las que tienen luces están generalmente alimentadas por energía solar o baterías primarias, aunque hay todavía en uso boyas de gas.
- El alcance de la luz está generalmente restringido desde 2 a 5 millas náuticas, aunque en algunas aplicaciones se usan alcances mayores.
- Pueden también disponer de señales sonoras.
- Debido a las limitaciones de espacio y de alimentación, los servicios adicionales son reducidos, pero a veces se montan unidades racon y AIS como complemento de la luz.

11.1.1.4. Enfiladas

Se define una enfilada como una ayuda fija en tierra, generalmente con dos marcas, las cuales deben alinearse con la proa o popa de un buque, para alcanzar el rumbo deseado.

Considerando que las boyas básicamente marcan los límites laterales de un canal en una vía de navegación donde es seguro navegar, incluyendo también el balizamiento

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-124





de los peligros naturales, y partiendo de la premisa de que el eje del canal se mantendrá, por las características hidrodinámicas y de reposicionamiento continúo de la que ha sido objeto, se propone mantener el número de Boyas y Enfiladas existentes, con las características actuales, bajo el criterio de disponibilidad permanente. Desplazando para esta función algunas de ellas, en función de la definición final del Diseño del Canal (Fase III).

11.1.1.5. Diseño o Reposicionamiento de las Boyas

Para el diseño o reposicionamiento de las Boyas, se considerará:

- Precisar el equipamiento, necesidades energéticas y fuentes de alimentación.
- Selección del tamaño del modelo y del tren de fondeo.
- Integración del equipamiento y el suministro de energía.
- Valoración de las necesidades de mantenimiento.
- Técnicas de fondeo y recuperación.
- Protección de los equipos contra daños.
- Capacidad para reparar fallos sin tener que izar la boya.

11.1.1.6. Diseño de Trenes de Fondeo y Radios de Borneo

El tren de fondeo para una ayuda flotante es la suma de los elementos que la mantienen situada dentro de un área determinada. Esos componentes han de resistir las fuerzas del viento, el oleaje y la corriente sobre su estructura e impedir el garreo. Los métodos para determinar las fuerzas se recogen en la recomendación E107 de la IALA. Las premisas básicas son las siguientes:

- La parte del tren inmediata al anclaje deberá permanecer tangencial al lecho marino bajo cualquier condición de corriente y viento en el lugar.
- El eje de la boya permanecerá vertical bajo las condiciones más habituales de viento y corriente.

³ La probabilidad de que una ayuda a la navegación o sistema de ayudas, de la manera que lo defina la autoridad competente, está cumpliendo su función en cualquier instante. Esto se expresa como un porcentaje del tiempo total que la ayuda o sistema de ayudas debería haber estado cumpliendo su función

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-125





- La relación entre la tensión de rotura del tren de fondeo y el esfuerzo calculado no será inferior a 5 para las condiciones más desfavorables de viento y corriente.
- La reserva de flotabilidad de la ayuda flotante completamente equipada será mayor que la combinación de las cargas de viento y corriente en las condiciones más desfavorables.

Para el Radio de Borneo, la recomendación de la IALA para el diseño de trenes de fondeo normalizados (E-107), Mayo 1998, indica que el radio de borneo máximo (radio del círculo de vigilancia) es:

$$r_m = \sqrt{L^2 - H^2}$$

Donde:

r_m = Máximo radio de borneo en metros.

L =Longitud del tren de fondeo en metros.

H=Profundidad en metros. (Definida como la profundidad máxima e incluye el nivel en pleamares vivas y la mitad de la altura máxima de ola en la zona).

La longitud mínima recomendada para un tren de fondeo es:

- Lmin = 2H para profundidades menores de 50 metros;
- Lmin = 1.5H para profundidades mayores de 50 metros;

Es importante indicar que este criterio se encuentra ya incluido en el diseño del Canal para los distintos escenarios.

11.5.3.2 Posicionamiento de Boyas

La situación en la carta de una ayuda flotante indica la posición nominal (verdadera) del ancla o del peso muerto.

En la mayoría de las ayudas flotantes, es posible que el anclaje esté fuera de posición debido a los temporales o que lo esté por los errores cometidos mientras se efectúa la maniobra de fondeo.

Tradicionalmente los pesos muertos han sido largados (fondeados) mientras se tomaban demoras y/o ángulos horizontales con el sextante a marcas visuales fijas. Cuando no se divisaba tierra, el proceso se realizaba mediante radiofaros o ayudas de radio-posicionamiento, y aunque todavía se usa este procedimiento, el uso de receptores DGPS se considera como el método más adecuado debido a su comodidad, elevada precisión y fiabilidad.

Un buque balizador, usando el DGPS, puede situarse en torno a los 10 metros respecto a la posición nominal de la boya en el momento de arriar el fondeo. Si éste es largado libremente, la posición final en el fondo dependerá de la corriente dominante,

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-126





la profundidad, la forma del muerto y la naturaleza del fondo marino. El controlar el descenso del peso muerto en la operación de fondeo contribuirá sustancialmente a mejorar la precisión en la posición de la boya.

Las Boyas existentes en el Canal de Navegación, son del tipo 300, las cuales deberán someterse a un inventario de su estado, entrar a un proceso por fases de mantenimiento.

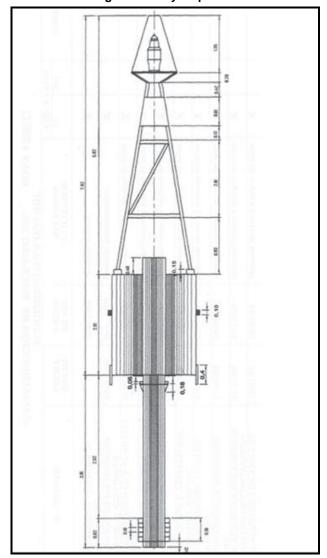


Figura 19: Boya Tipo 300

Fuente: INOCAR 2011

11.5.4 Balizamiento que puede contribuir a minimizar el riesgo en la Navegación en el Canal

En el canal de acceso al Puerto de Guayaquil actualmente existe el balizamiento y ayudas a la navegación que dispone la IALA, sin embargo esta asociación ha publicado en el año 2010 la actualización del Reglamento Internacional de Balizamiento Marítimo, Recomendaciones para los Ritmos de las Luces y Señales de Tráfico Portuario, en el cual se expone todo el tipo de boyas existentes y su uso. De acuerdo a lo ya estudiado, existe señalización adicional a la ya existente que puede

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-127





contribuir a elevar el nivel de seguridad de navegación en el canal, tal como se expone a continuación:

Bifurcación, canal principal a babor

Nombre de marca: Bifurcación, canal principal a babor

Color: Verde con una ancha banda roja

Forma: Cónica, castillete o espeque

Marca de tope: Cono verde (punta hacia arriba) (Opcional)

Color de la luz: Verde

Ritmo de la luz: Grupo de dos más un destellos verdes (Gp (2+1) DV)

Definición y uso: Son marcas laterales modificadas para utilizarlas cuando un

canal se divide, para señalar el canal a tomar con preferencia. Esta indicación es especialmente útil para los pequeños barcos mercantes o los de pesca para evitar las rutas principales de gran calado. En una confluencia indica el canal principal por el lado de babor. Un punto de bifurcación en un canal puede también balizarse por medio de una marca cardinal adecuada.

Dimensiones: Para tener la certeza de que la forma de una marca puede

identificarse claramente, se recomienda que la altura del cono

esté comprendida entre 0.75 y 1.5 veces su diámetro.

Dimensiones de las Marcas de Tope: La altura del cono desde la base del vértice

deberá ser aproximadamente el 90% del diámetro de la base. La distancia que separa los dos conos debe ser aproximadamente el 50 % del diámetro de la base. El espacio vertical libre entre el punto más bajo de la marca de tope y cualquier otra parte de la marca deberá ser al menos igual al 35% de la base del cono. En el caso de una boya, el diámetro de la base deberá estar comprendido entre el 25 y el 30 % del diámetro de la boya en la

línea de flotación.

La marca diurna tendrá como mínimo, una distancia de reconocimiento cuando la visibilidad atmosférica sea de 10 millas de: 500 m para las señales luminosas entre 1 y 3 millas de alcance y 1000 m para las señales luminosas entre 5 y 7 millas

de alcance nominal.

El reflector pasivo de radar se calculará para un alcance sin lluvia, con un "blin scan ratio" del 50 % y una longitud de onda de 3.2 cm (banda X), equivalente al 0.6 del alcance óptico, tomando como altura de la antena de cálculo del radar emisor, 15 m.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-128

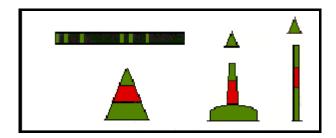




Recomendaciones: Cuando no cuente con forma cónica o cilíndrica, deberá llevar en

lo posible la apropiada marca de tope.

Uso de Materiales Electro reflectantes: Para las bandas de material retro reflectante se aconseja usar el color predominante de la boya, sin que exista un código especial para el canal principal.



Esta señal podría ser utilizada para marcar la bifurcación del canal a la altura de la Boya 22 y 22A, especificando que el principal es a babor ingresando, con lo que se evitaría que embarcaciones de menor tamaño utilicen el canal principal.

De la misma manera se puede establecer a la altura de la boya 33 hasta la boya 66, un canal alterno para buques de menores dimensiones, aliviando de esta manera el canal principal.

Peligro aislado

Nombre de marca: Peligro aislado

Color: Negro con una o más bandas anchas horizontales rojas

Forma: Castillete o espeque. En caso necesario puede utilizarse otras

formas

Marca de tope: Dos esferas negras superpuestas

Color de la luz: Blanco

Ritmo de la luz: Grupo de dos destellos blancos (GpD(2)B)

Definición y uso: Es una marca que se erige sobre, o amarrada a, o encima de, un

peligro aislado, que tiene aguas navegables a todo su alrededor. No se usa más que para peligros de pequeña extensión por lo que es muy importante que esté situada justo sobre el peligro o muy próxima a él. En caso de peligros de gran extensión es

preferible balizarlo con marcas cardinales o laterales.

Por su forma está relacionada con el grupo de marcas

cardinales.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-129





Dimensiones:

Dimensiones de la marca de tope: La distancia disponible entre las dos esferas debe

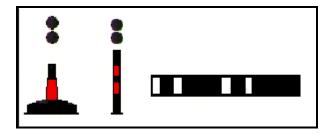
ser al menos del 50% de su diámetro. El espacio vertical libre entre la parte inferior de la esfera (o de las esferas) y cualquier otra parte de la marca no deberá ser inferior al 35% del diámetro de la esfera (o de las esferas) En caso de una boya, el diámetro de la esfera (o de las esferas) no debe ser inferior al 20 % del diámetro de la boya en la línea de flotación. La marca diurna tendrá como mínimo, una distancia de reconocimiento cuando la visibilidad atmosférica sea de 10 millas de: 500 m para las señales luminosas entre 1 y 3 millas de alcance y 1000 m para las señales luminosas entre 5 y 7 millas de alcance nominal. El reflector pasivo de radar se calculará para un alcance sin lluvia, con un "blin scan ratio" del 50 % y una longitud de onda de 3.2 cm (banda X), equivalente al 0,6 del alcance óptico, tomando como altura de la antena de cálculo del radar emisor, 15 m.

Recomendaciones: USO DE MATERIALES RETRO REFLECTANTES: Bandas

blancas, letras, números o símbolos. Nota: Cuidar que la cantidad de material retro reflectante usado no afecte la

apariencia diurna.

Fases aconsejables: L0, 5Oc1, 5L0, 5Oc4, 5=7"



Esta señal puede ser utilizada para marcar de mejor manera la Roca Seiba, peligro a la navegación que se encuentra en el canal principal de acceso, de igual forma se la podría utilizar para marcar peligros que no están marcados como es el caso de buques hundidos, entre otros.

Especial

Nombre de marca: Especial

Color: Amarillo

Forma: Optativa pero sin entrar en conflicto con las señales destinadas a

la navegación

Marca de tope: Aspa amarilla (En forma de X)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-130





Color de la luz: Amarillo

Ritmo de la luz: Cualquiera menos las reservadas a las Cardinales, Peligro

aislado o Aguas Seguras. Amarillo

Definición y uso: Su objetivo principal no es ayudar a la navegación sino indicar

> una zona especial o configuración mencionados en los documentos náuticos apropiados, por ejemplo: Señales de los Sistemas de Adquisición de Datos Oceánicos; Señales de separación de tráfico donde el uso del balizamiento convencional podría provocar confusión; Indicación de depósito de materiales o vertederos de descarga de dragado; Indicación de zonas de ejercicios militares: Presencia de cables o tuberías: Zonas

reservadas a recreo.

Los ritmos disponibles está limitados a: Grupos de ocultaciones; Destellos aislados (excepto destellos largos con período de 10"); Grupos de cuatro o cinco destellos y excepcionalmente seis; Grupos complejos de destellos; Luz de código Morse, excepto

las letras "A" y "U".

Dimensiones:

Dimensiones de la Marca de Tope: Los brazos de la X deben representar las

diagonales de un cuadrado cuyo lado aproximadamente, al 33% del diámetro de la boya en su línea de flotación. En el caso de una baliza, los brazos de la X deberán representar las diagonales de un cuadrado de lado lo más grande posible. La anchura de los brazos debe aproximadamente igual al 15% del lado del cuadrado. La marca diurna tendrá como mínimo, una distancia de reconocimiento cuando la visibilidad atmosférica sea de 10 millas de: 500 m para las señales luminosas entre 1 y 3 millas de alcance y 1000 m para las señales luminosas entre 5 y 7 millas de alcance nominal. El reflector pasivo de radar se calculará para un alcance sin Iluvia, con un "blin scan ratio" del 50 % y una longitud de onda de 3.2 cm (banda X), equivalente al 0.6 del alcance óptico, tomando como altura de la antena de cálculo del radar emisor, 15 m.

Recomendaciones:

Señales Especiales Adicionales: Además de las señales especiales mencionadas, la

Autoridad responsable puede establecer otras a fin de hacer frente a circunstancias excepcionales. Tales señales no deben entrar en conflicto con las destinadas a la navegación, y serán dadas a conocer en los documentos náuticos apropiados, notificándose del hecho a la IALA lo más pronto posible.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-131





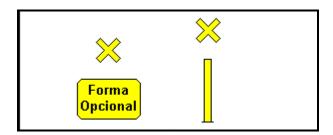
Las boyas SADO se recomienda que tengan luz amarilla de grupos de 5 destellos en 20" aunque esta característica no está excluida para otras marcas especiales cuando sea absolutamente necesario. Para usar en los extremos de los emisarios submarinos excepto cuando exista una obstrucción continúa a lo largo de toda la longitud del emisario y sea necesario indicar que los barcos deben pasar por fuera de su extremidad, en cuyo caso es más adecuado utilizar una marca lateral o una cardinal.

Una aplicación importante de las marcas especiales es el balizamiento de un canal de interés particular para cierta clase de barcos, por ejemplo, un canal dragado especialmente para los buques de gran calado en una zona donde exista un calado suficiente para la mayor parte de los buques. En este caso, los límites de la navegación segura para los buques ordinarios deben ser balizados, en general, por marcas laterales o cardinales, pero el canal que interesa particularmente a los buques de gran calado se balizará con marcas especiales de formas apropiadas.

Aunque la forma de las marcas especiales no está impuesta, es conveniente, cuando se utiliza una forma de marca lateral, asegurarse que esta forma corresponde a la posición de la marca con relación al canal navegable y al sentido del balizamiento.

Uso de Materiales Retro reflectantes: Una banda amarilla, una "X" amarilla o un símbolo amarillo.

Nota: Puede ser difícil para el observador discriminar entre materiales retro reflectantes amarillos o blancos, particularmente cuando uno de estos colores se observa sobre él.



Este tipo de señal se puede usaren el canal de acceso al puerto de Guayaquil para marcar todos los asentamientos de población en las cercanías, así como también las concesiones para algún tipo de producción de acuacultura que existe en dicho sector.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-132





11.6 Sistemas Adicionales de Ayudas a la Navegación

Los sistemas de balizamiento son normalizados y diseñados por la Asociación Internacional de Señalización Marítima IALA, la cual actualizó el reglamento al año 2010 y se encuentra disponible por internet, mismo que es completamente aplicable al canal de acceso al Puerto de Guayaquil.

Adicional a la señalización marítima, existen otro tipo de señales como son:

Sistemas sonoros o acústicos.- Este tipo de señales no tienen una función específica de situación, es decir, no permiten determinar, sobre una carta náutica, el punto donde se encuentra el buque o embarcación. Estas señales, que funcionan con ocasión de la presentación de la niebla, no tienen más objeto que advertir a los buques la próxima presencia de islotes, cabos o elementos geográficos que pudieran constituir un serio peligro para la navegación por no ser vistos a causa de la bruma. Las señales acústicas pueden ser cañones, silbatos, campanas y sirenas, siendo estas sirenas propiamente dichas o vibradores electromagnéticos.

Sistemas radioeléctricos.- Las principales señales de esta clase son: radiofaros circulares, Radiofaros direccionales, sistemas hiperbólicos y sistemas de radar. A partir de las 30 millas de la costa y hasta unas 100 millas, y sin perjuicio de que también puedan ser utilizados dentro de la franja de 30 millas, tienen su campo de acción los radiofaros circulares. Los radiofaros tienen sobre los faros la gran ventaja de ser señales marítimas utilizables con toda clase de tiempo meteorológico, dando una exactitud muy aceptable para las situaciones que se toman con ellos. Los radiofaros circulares son las señales radioeléctricas más antiguas. Son estaciones transmisoras que emiten en todas direcciones una señal determinada durante cierto espacio de tiempo con una frecuencia fijada para cada grupo. Un buque equipado con receptor de radio puede recoger estas señales y, por medio del radiogoniómetro, fijar la demora con respecto al radiofaro emisor. A partir de las cien millas y excepcionalmente de las doscientas millas, tienen su campo de acción las señales radioeléctricas hiperbólicas. Con este tipo de señales se han cubierto prácticamente la totalidad de los océanos. Este tipo de sistemas permiten a un buque fijar su situación en función de las diferencias de tiempo o fase con que llegan a él las señales emitidas por dos estaciones radioeléctricas.

Sistemas de navegación por satélite.- El más conocido de ellos es el GPS, conformado por una red de satélites cuya señal es receptada por dispositivos a bordo de los buques y que entregan una posición geográfica georeferenciada con respecto a la carta náutica del lugar donde se encuentra el dispositivo.

De lo expuesto se puede determinar que las ayudas a la navegación diferentes a la señalización, tienen por objeto el posicionamiento del buque, excepto por dispositivos adicionales que permiten entregar un valor agregado más al visual, como es el caso de las señales sonoras y electrónicas como el Racon de la Boya de Mar.

Es importante además incorporar el siguiente concepto:

El concepto de e-navegación está cobrando importancia. En el MSC81, se requirió a la OMI para que tuviera en cuenta el desarrollo de la e-navegación. La IALA ha

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-133





identificado este concepto en su planificación estratégica y ha constituido un comité de e-navegación para el próximo programa de trabajo 2006-2010. IALA ha definido la e-navegación como:

<u>"La e-navegación es la recogida, integración y visualización de información marítima a bordo y en tierra por medios electrónicos para mejorar la navegación puerto a puerto y los servicios relacionados, la seguridad en el mar y la protección del ambiente marino."</u>

11.7 Análisis de Servicio de Tráfico Marítimo

11.7.1 Estructura y ventajas de un VTS

Los Servicios de Tráfico Marítimo, conocidos habitualmente por sus iniciales inglesas, VTS (Vessel Traffic Services) son, según definición de la Organización Marítima Internacional, "aquellos servicios establecidos por una autoridad competente concebidos para acrecentar la seguridad y la eficacia del tráfico marítimo y la protección del medioambiente. El servicio tendrá capacidad de interacción con el tráfico y de responder a las circunstancias del tráfico en la zona".

En la actualidad, un puerto de estándares elevados debe contar con servicios en materia de seguridad y protección del medioambiente, por lo que los VTS se convierten en una pieza fundamental de ayuda a la navegación. Frente a métodos tradicionales de ayuda al buque, como pueden ser la señalización marítima, los VTS son interactivos, facilitando la comunicación directa del buque con un operador en tierra, con lo que la nave accede a información vital sobre el tráfico y otras circunstancias relevantes que le garantizan una navegación segura.

El VTS es el sistema de control de tráfico más moderno en los puertos del mundo, el mismo que tiene ventajas respecto a los sistemas tradicionales y que consta de facultades que en forma automática y en tiempo real, proporcionan información para evitar accidentes y mejorar la eficiencia del puerto, a continuación se detalla algunas de las opciones que estos sistemas tienen:

- Vigilancia de radar extensiva con alcance a toda la jurisdicción del puerto.
- Control remoto de los radares para obtener la posición de las embarcaciones en tiempo real.
- Alto grado de precisión en la detección y seguimiento de la trayectoria de las embarcaciones.
- Administración de una base de datos con las características de los buques, y su cargamento, que permite vincularlo con la trayectoria correspondiente.
- Apoyo de diferentes alarmas que controlan el cumplimiento de las normas pertinentes.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-134





- Formulario actualizado de los buques anunciados que contribuye a la identificación de nuevos ecos de radar.
- Sensores para el monitoreo hidrometeorológico.
- Grabación y reproducción de audio y video del tráfico marítimo, impresión de situaciones puntuales.
- Presentación geográfica electrónica de la zona de cobertura con datos cartográficos y balizamiento.
- Sincronización de todos los componentes del sistema mediante señal horaria obtenida a partir de información satelital (GPS).
- Monitoreo, en tiempo real, del atraque y zarpada de los buques en los distintos muelles, fondeaderos y monoboyas (para terminales de cargas líquidas).
- Interfaz gráfico con el Sistema de Identificación Automática de los buques y del puerto.

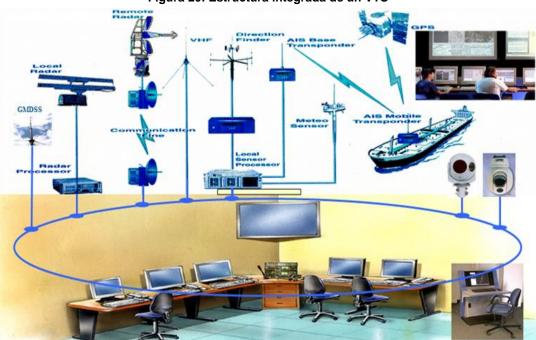


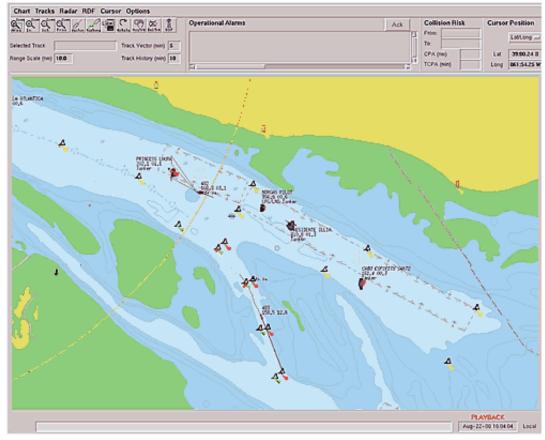
Figura 20: Estructura integrada de un VTS

Fuente: Grupo de Trabajo 2012

Figura 21: Imagen Digital VTS

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-135





Fuente: Grupo de Trabajo 2012

Figura 22: Operador VTS

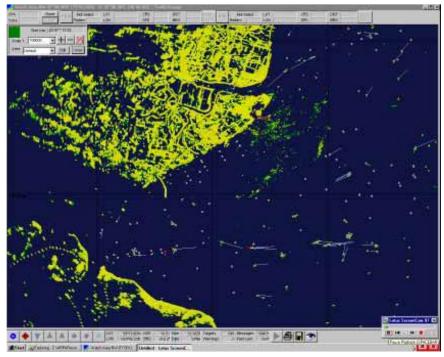


Fuente: Grupo de Trabajo 2012

Figura 23: Sistema de Radar VTS

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-136





Fuente: Grupo de Trabajo 2012

De acuerdo la Ley de Faros y Boyas y a la "Reglamentación y Tarifa Puerto de Guayaquil"; la entidad encargada de brindar el servicio es la Autoridad Portuaria de Guayaquil, sin embargo no se lo ejecuta y no existe una estación de control y monitoreo del tráfico de buques en el canal de acceso, al momento y en forma elemental se lo realiza a través de la Estación de Radio de Prácticos Data de Posorja desde la Boya de Mar hasta la Boya 33 y de la Estación de Radio de Prácticos Guayaquil desde la Boya 33 hasta la Boya 80.

De lo indicado en este punto se puede determinar que el Servicio de Tráfico Marítimo en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil es deficiente y la ausencia de una estación que pueda monitorear la circulación de buques a través de un sistema automático, limita de forma considerable la seguridad a la navegación, más aún si la densidad del tráfico aumenta o a su vez si en el canal circulan buques de mayor dimensión, situación en la cual es imprescindible contar con un apoyo de asesoramiento y control en tierra para organizar y direccionar el flujo de embarcaciones con el fin de prevenir accidentes y mejorar la eficiencia del puerto.

11.7.2 Recomendación de Implementación Sistema de Supervisión Remota

Más que recomendar la implementación de ayudas a la navegación en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil, la cual debe obedecer a lo estipulado por la IALA, es necesario que el sistema actual, completado con las ayudas mencionadas en el capítulo I, cuente con un Sistema de Supervisión Remota, conocido como SCADA por sus siglas "Supervisor y Control And Data Acquisition", el mismo que es un sistema basado en computadores que permiten supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-137





supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

En teoría de la cibernética y de control, la realimentación es un proceso por el que una cierta proporción de la señal de salida de un sistema se redirige de nuevo a la entrada. Esto es de uso frecuente para controlar el comportamiento dinámico del sistema.

Básicamente este tipo de sistemas permitirían monitorear el funcionamiento de las ayudas a la navegación en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil, y consiste de adaptar a cada una de las boyas, balizas y enfiladas, los dispositivos para llevar un control de su funcionamiento, de su posición y de seguridad.

Con éste sistema se puede actuar en forma inmediata ante cualquier novedad del sistema de señalización, como apagado, desplazamiento e inclusive robo de sus partes. El sistema de igual forma permite integrar la georeferencia del canal respecto a la de los buques y sumado a las bondades que presenta el VTS se lograría mantener de forma eficiente y segura todo el sistema de navegación en el canal de acceso al Puerto de Guayaquil.

Cabe aclarar que los sistemas SCADA deben ser desarrollados de acuerdo a la aplicación que se desea, por lo que no existe en el mercado un sistema de este tipo para ayudas a la navegación, sin embargo su desarrollo es de tecnología en base a software comercial y los dispositivos se los encuentra en el mercado tecnológico, por lo que sería necesario contratar el desarrollo de dicho sistema.

11.8 Derrota de Ingreso a Puerto Marítimo

Como se ha indicado, se propone mantener el sistema de señalización que corresponde a la zona "B", compuestas por 2 faros, 6 enfiladas, 64 boyas laterales (1 Boya de Mar ubicada frente a Data de Posorja, 30 Boyas Verdes ubicadas a la izquierda del canal, 33 Boyas Rojas ubicadas a la derecha del canal), 2 boyas cardinales y 7 balizas.

• **Boya de Mar.-** (Lat. 02°44.4'S. Long. 080°24.7'W)

Linterna eléctrica está sobre una estructura cilíndrica metálica pintada con franjas verticales rojas y blancas, marca la entrada al canal, se encuentra al sur de la población de Playas, en Mv. 170° y 6.2 millas desde el Faro Punta Chapoya, en la noche emite destellos de luz isofásica blanca, está equipada con reflector de radar y además un respondedor de radar "RACON" e identificación "G" (--.) su alcance es de 25 millas náuticas.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-138





Aproximación

Para la aproximación de los buques que recala a Puerto Nuevo hay que considerar la ruta de la que provienen; Si vienen del Norte, pueden navegar directamente desde la Puntilla de Santa Elena a la Boya de mar; Si este son procedentes del Sur se dirigen a la boya de mar, una vez que pasan Cabo Blanco (Perú), que está equipada con un reflector de radar y un respondedor de radar "RANCON", Clave morse "G" (--.) y 25 millas de alcance.

Una vez que se encuentran en la Boya de Mar se debe navegar en el primer tramo, con un rumbo al al Rv. 079° 15´, aproximándose con la enfilada Data1 y Data2, en la boya No. 6A se cae lentamente a estribor, con la dirección a la enfilada A1 – A2; con rumbo verdadero 131° que se encuentra a la altura de la población de Cauchiche en la Isla Puná. Se debe tener precaución desde la Boya No. 9 a la Boya No. 13, puesto que la corriente es fuerte y dificulta mantener el rumbo; esta zona se conoce como Barra Externa (Área de Los Goles), además se debe considerar que éste sector constituye uno de los más estrechos del canal y que está rodeado de bajos en ambos lados, por lo cual se evita el cruce entre buques.

Una vez que se llega a la Boya No. 13 los buques deben caer lentamente a babor y a 0.5 millas a estribor se encuentra la Boya No. 15. Si la visibilidad es buena los buques pueden navegar a la Enfilada B1-B2; con rumbo Rv: 003°; al llegar a la Boya No. 20, se debe caer lentamente hacia estribor, pasando entre las boyas 23 – 22, cerca de la Boya 22 se encuentra la Roca Seiba señalizada con un faro del mismo nombre, a partir de la boya No. 26 navegar con Rv. 067° 30′ que componen la enfilada C1-C2. A partir de la Boya No. 33 los buques navegan de boya en boya hasta llegar a la Boya No. 51, para luego navegar al Rv. 037° (que corresponde a la enfilada E1-E2) hasta la Boya No. 58; posteriormente deben caer los buques a babor hasta el Rv. 017° que corresponde a la enfilada F1-F2 hasta la altura de la boya N° 66 y siguiendo el track recomendado en la carta, rumbo 080°, a partir de la Boya 67, se debe caer al rumbo 045°, al pasar la Boya CTB (ex "Z"), se cae a estribor por el track, frente a la Boya 74, se encuentra el Área de Cuarentena, se navega por al Rumbo 095°, al pasar la Boya 77(debe quedar por Babor), se cae a Babor al 005°, pasando la Boya 80, al pasar la 80, se ingresa al Área de Maniobra para atraque.

Recomendaciones de Seguridad

Para la entrada al Canal del Morro, los buques mayores de 4.5m (15 pies) de calado, se recomienda seguir la derrota recomendada y trazada en la carta I.O.A. 1075, sin

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-139





embargo es necesario tener cuidado en el área de las boyas 9 y 10, pues existen bajos con profundidades menores a los 5 m. los cuales están localizados muy cerca de la derrota recomendada.

Frente a la costa occidental de la Isla Puná, existen bajos rocosos, rompientes de olas, bancos de arenas, etc., que ponen en peligro la navegación, se recomienda no navegar por esta área, a continuación se enumeran dichos peligros:

- a) Bajo que descubre, puede ser localizado desde el Faro Farallones en Mv. -229° -6,8 millas.
- b) Bajo rocoso con profundidad de 1,2 m. se localiza en Mv. 226° y 8,1 millas desde el faro farallones.
- c) Bajo rocoso con profundidad de 1,9 m. localizado desde el Far Farallones en Mv. 227°-11,2 millas.
- d) Bajo rocoso con profundidades de 1,9 m. se localiza en Mv. 205° y 13,5 millas desde el Faro Farallones.
- e) Bajo rocoso con profundidad 1,7 m. localizado desde el Faro Farallones en Mv. 206° y 148 millas.
- f) Bajo rocoso con profundidad de 1,6 m. localizado desde el Faro Farallones en Mv. 201° y 14,8 millas
- g) Bajo rocoso con profundidad de 1,6 m. localizado desde el Faro Farallones en Mv. 196° y 17,5 millas.

En el Anexo F, se presentan el listado de Ayudas a la Navegación en el Canal de Acceso a Puerto Marítimo.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-140





11.9 Bibliografía

- Cartas Náuticas, IOA 1070, IOA 1071.
- Derrotero de las Costas Continentales e Insulares de la República del Ecuador, INOCAR, 2005.
- Estadísticas Portuarias APG 2011.
- Estudios Hidrográficos, Oceanográficos y Geológicos para resolver los problemas de sedimentación en el Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil y en el área de la Esclusa (Río Guayas – Estero Cobina). INOCAR 1986.
- Estudio de Impacto Ambiental para el Dragado del Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil, INOCAR 1998.
- Estudios de Ingeniería para el Dragado y Plan de Manejo Ambiental del Área de los Goles en el Canal de Acceso a Puerto Marítimo, GEOESTUDIOS – APG, 2011.
- Manual de Ayudas a la Navegación de la AISM / IALA.
- PIANC- Waterborne transport, Navigation, Ports, Waterways, 2009.
- Recomendaciones de Obras Portuarias, Normas ROM 3.1 99, 1999.
- SHORE PROTECTION MANUAL. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, 1983.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-141





11.10 Anexos

11.10.1 Anexo A: Logs Bajo Migrante

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-142





11.10.2 Anexo B: Ecogramas - Paso de Buque

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-143





11.10.3 Anexo C: Registro de Buques (100)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-144





11.10.4 Anexo D: ROM

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-145





11.10.5 Anexo E: Planos

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-146





11.10.6 Anexo F: Ayudas a la Navegación

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 2	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Mayo 2012	11-147