



# ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA



## VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DOCUMENTO: 2838-00-AA-RP-001

REVISIÓN No. 0

Revisión	Modificaciones	Fecha
0	Emitido para interventoría	2016-07-19



### Elaboración – Revisión – Aprobación

Revisión	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
	Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0	ALC		WPR		PPA	

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	7
2	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS .....	8
2.1	FASE 1 DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS .....	8
2.1.1	ALTERNATIVA 1 .....	9
2.1.2	ALTERNATIVA 2 .....	24
2.1.3	RESUMEN DE COSTOS FASE 1 DE ALTERNATIVAS .....	39
2.2	FASE 2 DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS .....	42
2.2.1	ALTERNATIVA 1 .....	42
2.2.2	ALTERNATIVA 2 .....	59
2.2.3	RESUMEN DE COSTOS FASE 2 DE ALTERNATIVAS .....	68
3	ANÁLISIS ZONAS DE DEPÓSITO DEL MATERIAL DRAGADO .....	73
3.1	Alternativas para zona de depósito .....	75
3.1.1	ALTERNATIVA 1: ZONA DE DEPÓSITO EN LA ISÓBATA DE -30 M. ....	76
3.1.2	ALTERNATIVA 2: DIQUES EN ORILLA NORTE.....	77
3.1.3	ALTERNATIVA 3: ZONA DE DEPÓSITO EN LA ISÓBATA DE -50 M. ....	80
3.1.4	OTRAS ZONAS DE DISPOSICIÓN ANALIZADAS .....	81
4	alternativa seleccionada .....	85
5	conclusiones.....	86

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Alternativas de propuestas para el canal de acceso de la bahía de Buenaventura	8
Tabla 2.2 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 1 .....	10
Tabla 2.3 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 1 .....	13
Tabla 2.4 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 2 .....	15
Tabla 2.5 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 2 .....	18
Tabla 2.6 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 3 .....	20
Tabla 2.7 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 3 .....	23
Tabla 2.8 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 1 .....	25
Tabla 2.9 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 1 .....	28
Tabla 2.10 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 2 .....	29
Tabla 2.11 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 2 .....	33
Tabla 2.12 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 3 .....	34
Tabla 2.13. Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 3 .....	38
Tabla 2.14. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 1 .....	39
Tabla 2.15. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 2 .....	39
Tabla 2.16. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 3 .....	40
Tabla 2.17. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 1 .....	40
Tabla 2.18. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 2 .....	41
Tabla 2.19. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 3 .....	41
Tabla 2.20. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 1 .....	44
Tabla 2.21 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 1 .....	49
Tabla 2.22. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 2 .....	51
Tabla 2.23 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 2 .....	54
Tabla 2.24. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 3 .....	55
Tabla 2.25 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 3 .....	58
Tabla 2.26. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 1 .....	60
Tabla 2.27 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 1 .....	63





	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.28. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 2.....	64
Tabla 2.29. Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 2.....	67
Tabla 2.30. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 1.....	68
Tabla 2.31. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 2.....	69
Tabla 2.32. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 3.....	70
Tabla 2.33. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 1.....	71
Tabla 2.34. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 2.....	72
Tabla 3.1. Coordenadas Zona de Disposición 2006.....	73
Tabla 3.2. Coordenadas zona de disposición DIMAR 2015 .....	73
Tabla 3.3. Coordenadas zona de disposición propuesta. Fuente: Elaboración propia.....	80
Tabla 3.4. Cantidades de obra rellenos Etapa 1 Fase 1 Malecón (Fuente Findeter). .....	83

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 1 .....	11
Figura 2.2 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 1 – Etapa 1 .....	12
Figura 2.3 Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 2 .....	16
Figura 2.4 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 1 – Etapa 2.....	17
Figura 2.5 Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 3 .....	21
Figura 2.6 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 1 – Etapa 3.....	22
Figura 2.7 Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 1 .....	26
Figura 2.8 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 2 – Etapa 1 .....	27
Figura 2.9 Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 2 .....	31
Figura 2.10 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 2 – Etapa 2.....	33
Figura 2.11 Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 3 .....	36
Figura 2.12 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 2 – Etapa 3.....	37
Figura 2.13 Sección de diseño canal optimizado etapa 1 Alternativa 1 .....	43
Figura 2-14. Secciones transversales en tramos rectos para la Etapa 1 y Etapa 2 de la Alternativa 1-Ajustada a Post Panamax Plus. ....	45
Figura 2-15. Secciones transversales en tramos curvos para la Etapa 1 y Etapa 2 de la Alternativa 1-Ajustada a Post Panamax Plus. ....	46
Figura 2-16. Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 1 .....	48
Figura 2-17. Localización de las áreas de fondeo. ....	50
Figura 2-18. Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 2 .....	52
Figura 2-19. Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 3 .....	56
Figura 2-20. Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 1 .....	61
Figura 2-21. Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 2 .....	65
Figura 3-1. Localización de las dos zonas de botadero actual: Botadero 2006 y DIMAR 2015. Fuente: Elaboración propia con imágenes de google Earth. ....	75
Figura 3-2. Alternativa 1 para zona de depósito en la isóbata -30 m.....	76
Figura 3-3. Alternativa 2 para zona de depósito – Dique en orilla norte. ....	77
Figura 3-4. Construcción de dique en geotubos.....	78





	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Figura 3-5. Proceso de dragado para depositar material en diques de la orilla norte .....	79
Figura 3-6. Zona de depósito propuesta. Fuente: Elaboración propia. ....	80
Figura 3-7. Proyecto Malecón Bahía de la Cruz (Fuente Findeter).....	81
Figura 3-8. Proyecto Malecón Bahía de la Cruz Fase 1 (Fuente Findeter).....	82
Figura 3-9. Detalle obras etapa 1 - Fase 1 Malecón Bahía de la Cruz (Fuente Findeter). ....	83

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 1 INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, conforme a los lineamientos generales de contratación, adjudicó al Consorcio Dragado Buenaventura 2015 el contrato No. 0666 de 2015 para desarrollar el ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA, VALLE DEL CAUCA.

El presente documento corresponde al planteamiento y análisis de alternativas de profundización del canal de acceso y zonas de depósito, realizado con base en los siguientes volúmenes del Estudio principalmente:

Volumen I – Proyección de carga y tráfico marítimo.

Volumen II – Estudio de Tendencias tecnológicas en el desarrollo de Barcos y manejo de carga.



Volumen III – Estudio de Geotecnia

Volumen V – Estudio de Topografía y Batimetría.

Volumen VI – Modelos de Simulación.

Volumen VII – Diseño y especificaciones del Canal de Acceso.

Volumen XI – Estudio de Impacto Ambiental.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		 <small>CONSTRUCCIONES CIVILES ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A.S.</small>
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Durante el desarrollo del estudio se analizaron diferentes alternativas de profundización del canal de acceso, las cuales se encuentran consolidadas en dos fases principales; la primera fase contempló llegar a un canal de dos vías para el buque triple E, pero teniendo en cuenta los costos tan elevados de dragado capital, así como de mantenimiento de un canal de dos vías, hicieron inviable el proyecto, por tal razón, fue necesario evaluar una segunda fase de alternativas de profundización, logrando diseñar un canal de una vía para el Buque New Panamax, incluyendo una bahía de sobrepaso.

A continuación se presenta la descripción de las dos fases de alternativas planteadas, con sus respectivas etapas analizadas.

### 2.1 FASE 1 DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS



En esta primera fase, se propusieron dos alternativas de profundización del canal de acceso de la Bahía de Buenaventura. Las dos alternativas se componen de tres (3) etapas cada una, hasta alcanzar la condición final, que es un canal de doble vía para una embarcación Triple E.

La Tabla 2.1 presenta las dos alternativas propuestas y sus etapas; se incluye la embarcación de diseño correspondiente a cada etapa y los anchos requeridos en el canal de acceso para la navegación del buque de diseño.

**Tabla 2.1. Alternativas de propuestas para el canal de acceso de la bahía de Buenaventura**

Alternativa	Etapas	Año	Tipo de canal	Buque de diseño	Ancho bahía interna (m)	Ancho bahía externa (m)
1	1	0	Condición actual con mejora de alineamiento	Panamax	160	200
	2	3	Canal de una vía	New Panamax	160	200
	3	5	Canal de dos vías	Triple E	372	468
2	1	0	Canal de una vía	New Panamax	160	200
	2	3	Canal de una vía	Triple E	186	228
	3	5	Canal de dos vías	Triple E	372	468



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2.1.1 ALTERNATIVA 1

A continuación se presenta el desarrollo detallado de la Alternativa 1 en su Etapa 1. Se incluyen los resultados de las simulaciones realizadas para analizar el comportamiento sedimentológico de las obras, el cálculo de cantidades y costos, y la estimación de los tiempos de dragado para cada etapa.

### 2.1.1.1 Etapa 1: Optimización en planta del Canal actual

La primera etapa corresponde a un canal de una vía para una embarcación de diseño de tipo Panamax. Dicho canal tiene una longitud de 30.3 km a lo largo del alineamiento del canal actual con aumento en los radios de curvatura para facilitar la navegación de embarcaciones.

La profundidad del canal en la Alternativa 1 - Etapa 1 es de 12.5 m en la bahía interna (K0 – K15) y 13.5 m en la bahía externa (K15 – K34+400), manteniendo las profundidades de diseño del canal actual. El canal mantiene un ancho de 160 m en la bahía interna y 200 m en la bahía externa, sin embargo se incluyen los sobreanchos en las curvas correspondientes a 210 m en la bahía interna y 246 m en la bahía externa. La Tabla 2.2 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 1 – Etapa 1 según el abscisado.



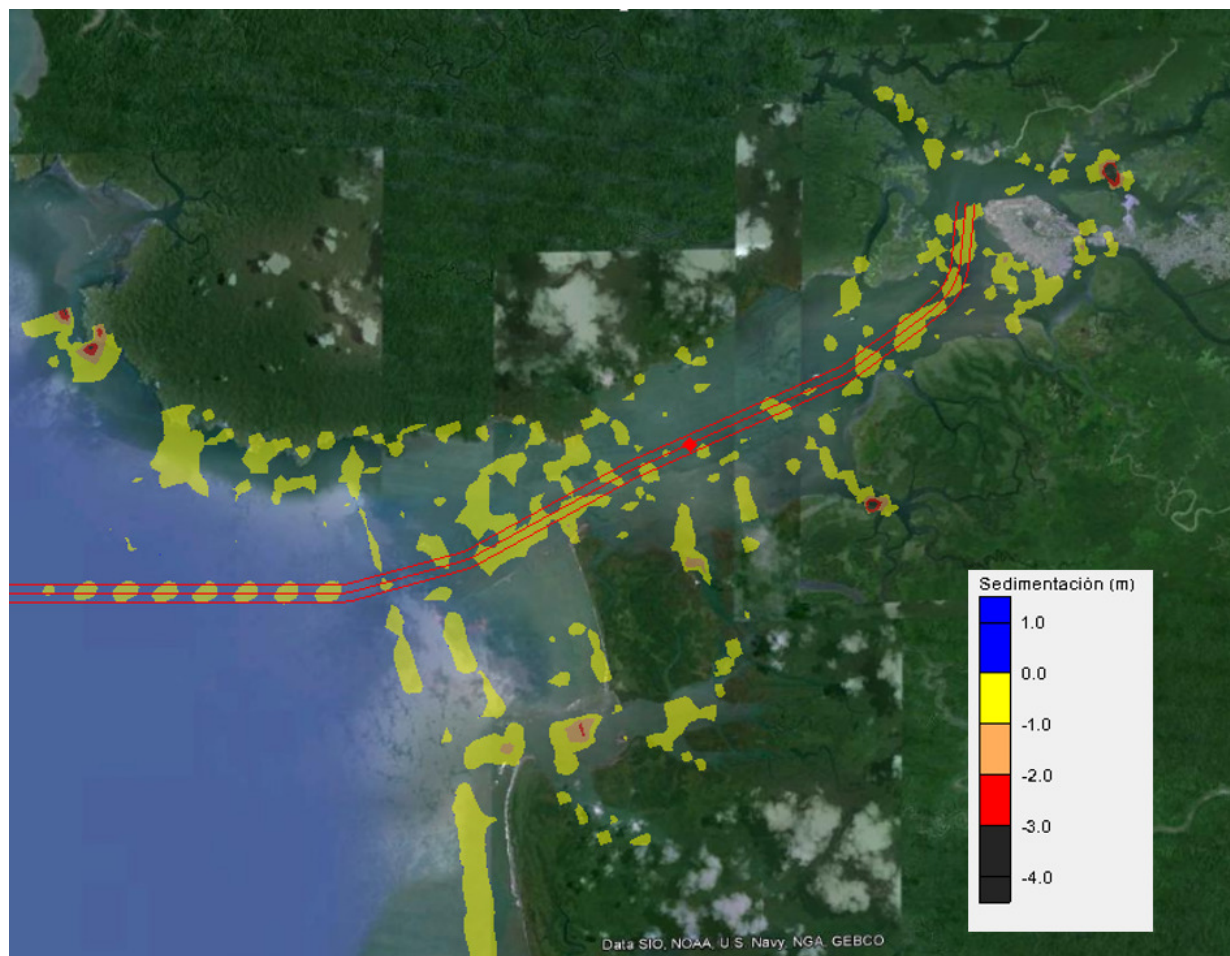
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		 <small>CONSTRUCCIONES CIVILES ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A.S.</small>
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



Tabla 2.2 Anchos y sobreeanchos para la Alternativa 1 – Etapa 1

Alternativa 1 - Etapa 1					
Canal de una vía para buque Panamax					
Ubicación	Tramo	Abscisa (km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0 - K15)	RECTO	K 0+000	K 1+000	160	12.5
		K 1+000	K 1+400	210	
	CURVAS #5 (48°)	K 1+400	K 3+700	210	
	RECTO	K 3+700	K 4+100	210	
		K 4+100	K 5+400	160	
		K 5+400	K 5+800	210	
	CURVAS #4 (12°)	K 5+800	K 6+400	210	
		K 6+400	K 6+800	210	
	RECTO	K 6+800	K 12+050	160	
		K 12+050	K 12+450	210	
	CURVAS #3 (4°)	K 12+450	K 12+700	210	
		K 12+700	K 13+100	210	
	RECTO	K 13+100	K 15+000	160	
Bahia Externa (K0 - K34+400)	RECTO	K 15+000	K 17+000	200	13.5
		K 17+000	K 17+400	246	
	CURVAS #2 (13°)	K 17+400	K 18+000	246	
		K 18+000	K 18+400	246	
	RECTO	K 18+400	K 20+350	200	
		K 20+350	K 20+750	246	
	CURVAS #1 (15°)	K 20+750	K 21+500	246	
		K 21+500	K 21+900	246	
	RECTO	K 21+900	K 34+000	200	

La Figura 2.1 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 1 de la Alternativa 1. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 3 meses de simulación. Por lo tanto se estima que el canal correspondiente a la Etapa 1 requiere dragados de mantenimiento cada 3 meses.



**Figura 2.1 Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 1**

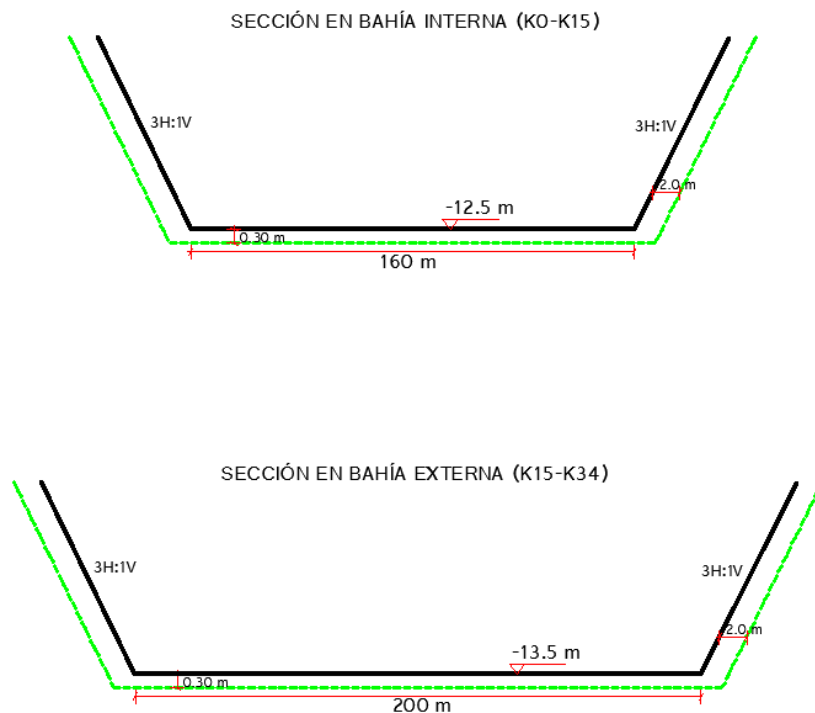
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## **Cantidades y costos**



A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 1 de la Alternativa 1. A partir de la información batimétrica se determinaron los volúmenes de dragado de arena y con base en la exploración geofísica se calcularon los volúmenes de dragado en roca para el canal de diseño.

La Tabla 2.3 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 1 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento del canal durante seis meses y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m. La Figura 2.2 presenta las secciones de diseño y sobredragado para bahía interna y externa correspondiente a la Alternativa 1 – Etapa 1.





**Figura 2.2 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 1 – Etapa 1**

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

**Tabla 2.3 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 1**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 1							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 12.5 Y 13.5 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1,000,000.00	\$ 3,000,000
2	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO			1	\$ 4,500,000.00	\$ 4,500,000
3	ETAPA 1: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE PANAMAX.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
3.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA.	m3	510,000	184,000	694,000	\$ 6.00	\$ 4,164,000
3.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA.	m3	205,000	92,000	297,000	\$ 16.00	\$ 4,752,000
3.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	2,070,000	730,000	2,800,000	\$ 4.50	\$ 12,600,000
3.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	0	610	610	\$ 12.00	\$ 7,320
SUBTOTAL ETAPA 1							\$ 29,023,320
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
4.1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	390,000	40,000	430,000	\$ 6.00	\$ 2,580,000
4.2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	110,000	50,000	160,000	\$ 16.00	\$ 2,560,000
SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO							\$ 5,140,000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 34,163,320
5	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
5.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
5.2	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
5.2.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	603,000	55,000	658,000	\$ 6.00	\$ 3,948,000
5.3	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
5.3.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2,050,000	180,000	2,230,000	\$ 4.50	\$ 10,035,000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 13,983,000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 14,983,000
NOTA: LOS VOLUMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL							

Se estima que la vida útil del dragado inicial es de 3 meses. En ese lapso de tiempo, el canal presentará sectores donde se observarán procesos de sedimentación que varían entre 0 y 1m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 2.1.1.1 Etapa 2: Canal de una vía para buque New Panamax

La Etapa 2 de la Alternativa 1 corresponde a un canal de una vía, manteniendo el mismo alineamiento de la Etapa 1, pero profundizado para una embarcación de tipo New Panamax. El canal de la Etapa 2 tiene una profundidad de 17.7 m en la bahía interna y 18.7 m en la bahía externa; se mantiene el ancho de 160 m en la bahía interna y 200 m en la bahía externa, así como los sobreanchos presentados en la Etapa 1. Adicionalmente se incluyó una zona de sobrepaso de 170 m de ancho y 1.6 Km de longitud entre las abscisas K8+330 y K9+930 La Tabla 2.4 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 1 – Etapa 2 según el abscisado.



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.4 Anchos y sobreeanchos para la Alternativa 1 – Etapa 2

Alternativa 1 - Etapa 2					
Canal de una vía para buque New Panamax					
Ubicación	Tramo	Abscisa (km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0 - K15)	RECTO	K 0+000	K 1+000	160	17.7
		K 1+000	K 1+400	210	
	CURVAS #5 (48°)	K 1+400	K 3+700	210	
	RECTO	K 3+700	K 4+100	210	
		K 4+100	K 5+400	160	
		K 5+400	K 5+800	210	
	CURVAS #4 (12°)	K 5+800	K 6+400	210	
		K 6+400	K 6+800	210	
	RECTO	K 6+800	K 12+050	160	
		K 12+050	K 12+450	210	
	CURVAS #3 (4°)	K 12+450	K 12+700	210	
		K 12+700	K 13+100	210	
	RECTO	K 13+100	K 15+000	160	
Bahia Externa (K0 - K34+400)	RECTO	K 15+000	K 17+000	200	18.7
		K 17+000	K 17+400	246	
	CURVAS #2 (13°)	K 17+400	K 18+000	246	
		K 18+000	K 18+400	246	
	RECTO	K 18+400	K 20+350	200	
		K 20+350	K 20+750	246	
	CURVAS #1 (15°)	K 20+750	K 21+500	246	
		K 21+500	K 21+900	246	
	RECTO	K 21+900	K 34+000	200	



La Figura 2.3 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 2 de la Alternativa 1. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 4 meses de simulación. Por lo tanto se estima que el canal correspondiente a la Etapa 2 requiere dragados de mantenimiento cada 4 meses.





Figura 2.3 Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 2

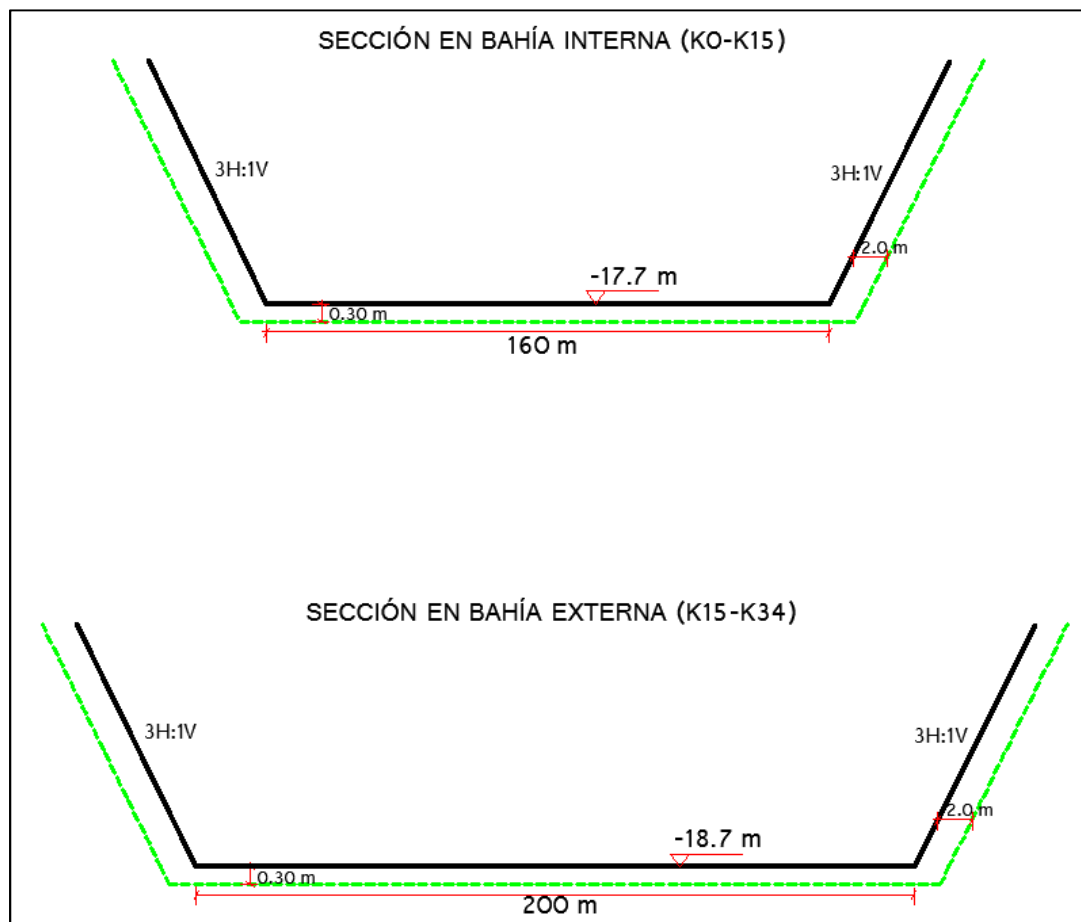


	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



### **Cantidades y costos**

A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 2 de la Alternativa 1. La Tabla 2.5 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 2 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Para la Etapa 2 se propone la utilización de dos dragas de succión y una draga de corte. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

Se incluye el cálculo de los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m. Figura 2.4 presenta las secciones de diseño y sobredragado para bahía interna y externa correspondiente a la Alternativa 1 – Etapa 2.





**Figura 2.4 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 1 – Etapa 2**

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

**Tabla 2.5 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 2**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 2							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1,000,000.00	\$ 3,000,000
2	ETAPA 2: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA.	m3	3,620,000	200,000	3,820,000	\$ 6.00	\$ 22,920,000
2.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA.	m3	8,900,000	1,100,000	10,000,000	\$ 16.00	\$ 160,000,000
2.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	18,550,000	1,720,000	20,270,000	\$ 4.50	\$ 91,215,000
2.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	950,000	190,000	1,140,000	\$ 12.00	\$ 13,680,000
SUBTOTAL ETAPA 2							\$ 290,815,000
3	DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
3.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1,1	DRAGADO DE ARENA	m3	2,200,000	160,000	2,360,000	\$ 6.00	\$ 14,160,000
3.1,2	DRAGADO DE ROCA	m3	1,100,000	280,000	1,380,000	\$ 16.00	\$ 22,080,000
3.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2,1	DRAGADO DE ARENA	m3	700	1,000	1,700	\$ 4.50	\$ 7,650
3.2,2	DRAGADO DE ROCA	m3	0	0	0	\$ 12.00	\$ -
SUBTOTAL DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 36,247,650
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
4.1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	90,000	40,000	130,000	\$ 6.00	\$ 780,000
4.2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	1,250,000	70,000	1,320,000	\$ 16.00	\$ 21,120,000
SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO							\$ 21,900,000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 348,962,650
5	MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
5.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
5.2	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
5.2.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1,110,000	186,667	1,296,667	\$ 6.00	\$ 7,780,000
5.3	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
5.3.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1,267	\$ 4.50	\$ 5,700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7,785,700
6	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
6.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	1,616,667	146,667	1,763,333	\$ 6.00	\$ 10,580,000
6.2	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2,633,333	236,667	2,870,000	\$ 4.50	\$ 12,915,000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 23,495,000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 32,280,700
NOTA: LOS VOLUMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL							

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Se estima que la vida útil del dragado inicial es de 4 meses. En ese lapso de tiempo, el canal presentará sectores donde se observarán procesos de sedimentación que varían entre 0 y 1 m.

#### **2.1.1.2 Etapa 3: Canal de dos vías para buque Triple E**

La Etapa 3 de la Alternativa 1 corresponde a un canal de dos vías profundizado para una embarcación de tipo Triple E. El canal correspondiente a la Etapa 3 tiene una profundidad de 19.5 m en la bahía interna y 20.5 m en la bahía externa; su ancho es de 372 m en la bahía interna y 468 m en la bahía externa. El canal presenta unos sobreanchos en las curvas de 444 m en la bahía interna y 540 m en la bahía externa. La Tabla 2.6 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 1 – Etapa 3 según el abscisado.



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				


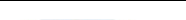
Tabla 2.6 Anchos y sobreeanchos para la Alternativa 1 – Etapa 3

Alternativa 1 - Etapa 3					
Canal de dos vías para buque Triple E					
Ubicación	Tramo	Abscisa (km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0 - K15)	RECTO	K 0+000	K 1+000	372	19.5
		K 1+000	K 1+400	444	
	CURVAS #5 (48°)	K 1+400	K 3+700	444	
	RECTO	K 3+700	K 4+100	444	
		K 4+100	K 5+400	372	
		K 5+400	K 5+800	444	
	CURVAS #4 (12°)	K 5+800	K 6+400	444	
		K 6+400	K 6+800	444	
	RECTO	K 6+800	K 12+050	372	
		K 12+050	K 12+450	444	
	CURVAS #3 (4°)	K 12+450	K 12+700	444	
		K 12+700	K 13+100	444	
	RECTO	K 13+100	K 15+000	372	
Bahia Externa (K0 - K34+400)	RECTO	K 15+000	K 17+000	468	20.5
		K 17+000	K 17+400	540	
	CURVAS #2 (13°)	K 17+400	K 18+000	540	
		K 18+000	K 18+400	540	
	RECTO	K 18+400	K 20+350	468	
		K 20+350	K 20+750	540	
	CURVAS #1 (15°)	K 20+750	K 21+500	540	
		K 21+500	K 21+900	540	
	RECTO	K 21+900	K 34+000	468	

La Figura 2.5 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 3 de la Alternativa 1. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 4 meses de simulación. Por lo tanto se estima que el canal correspondiente a la Etapa 3 requiere dragados de mantenimiento cada 4 meses.



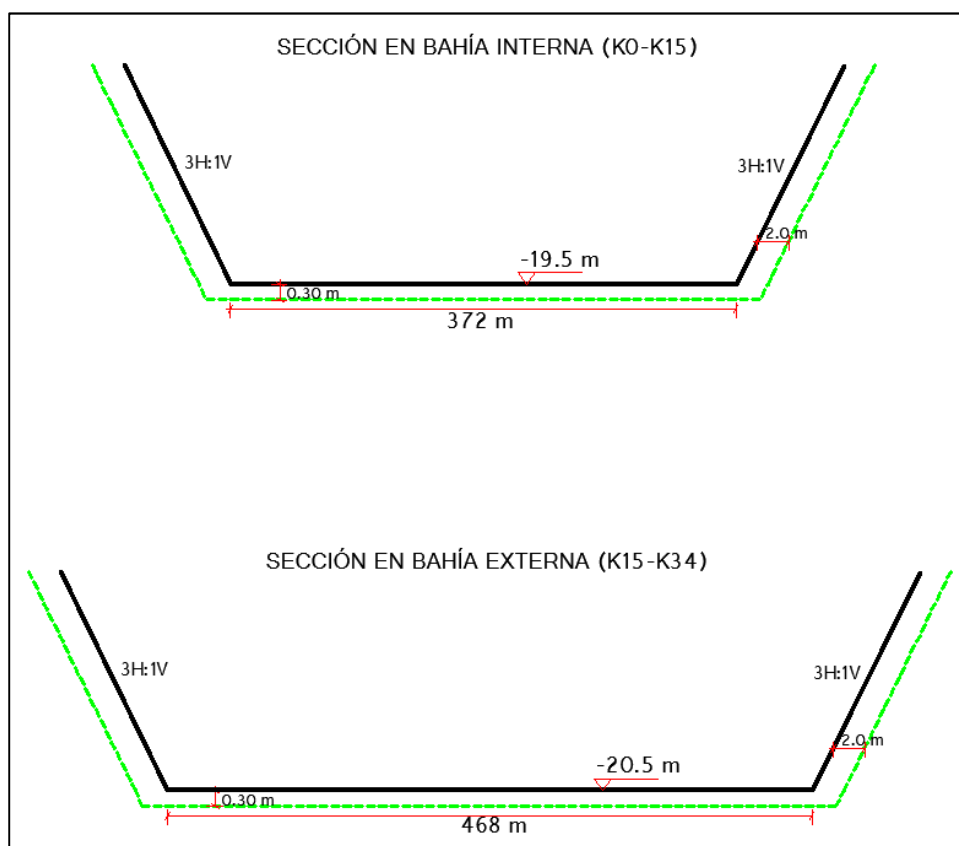
**Figura 2.5 Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 3**

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP--001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### **Cantidades y costos**

A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 3 de la Alternativa 1. La Tabla 2.7 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 3 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal. Para la Etapa 3 se propone la utilización de dos dragas de succión y una draga de corte. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

Se incluye el cálculo de los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m. La Figura 2.6 presenta las secciones de diseño y sobredragado para bahía interna y externa correspondiente a la Alternativa 1 – Etapa 3.



**Figura 2.6 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 1 – Etapa 3**





	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.7 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 3

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 3							
CANAL DE DOS VÍAS PARA BUQUE TRIPLE E. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 19.5 Y 20.5 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1,000,000.00	\$ 3,000,000
2	ETAPA 3: CANAL DE DOS VÍAS PARA BUQUE TRIPLE E.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA.	m3	7,600,000	300,000	7,900,000	\$ 6.00	\$ 47,400,000
2.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA.	m3	26,000,000	2,330,000	28,330,000	\$ 16.00	\$ 453,280,000
2.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	44,600,000	1,480,000	46,080,000	\$ 4.50	\$ 207,360,000
2.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	12,400,000	1,650,000	14,050,000	\$ 12.00	\$ 168,600,000
SUBTOTAL ETAPA 3							\$ 879,640,000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 879,640,000
3	MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
3.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
4.2	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
4.2.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1,110,000	186,667	1,296,667	\$ 6.00	\$ 7,780,000
4.3	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
4.3.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1,267	\$ 4.50	\$ 5,700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7,785,700
5	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
3.2	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.2.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	3,625,000	1,800,000	5,425,000	\$ 6.00	\$ 32,550,000
3.3	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.3.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	8,150,000	5,600,000	13,750,000	\$ 4.50	\$ 61,875,000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 94,425,000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 103,210,700
NOTA: LOS VOLUMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL							

Se estima que la vida útil del dragado inicial es de 4 meses. En ese lapso de tiempo, el canal presentará sectores donde se observarán procesos de sedimentación que varían entre 0 y 1 m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2.1.2 Alternativa 2



A continuación se presenta el desarrollo de la Alternativa 2 en su Etapa 1. Se incluyen los resultados de las simulaciones realizadas para analizar el comportamiento sedimentológico de las obras, el cálculo de cantidades y costos, y la estimación de los tiempos de dragado para cada etapa.

### 2.1.2.1 Etapa 1: Canal de Una Vía Para Buque New Panamax

La primera etapa de la Alternativa 2 corresponde a un canal de una vía para una embarcación de diseño de tipo New Panamax. Dicho canal tiene una longitud de 34.4 km a lo largo del alineamiento del canal actual con aumento en los radios de curvatura para facilitar la navegación de embarcaciones.

La profundidad del canal en la Alternativa 2 - Etapa 1 es de 17.7 m a lo largo de todo su recorrido. El canal mantiene un ancho de 160 m en la bahía interna (K0 – K15) y 200 m en la bahía externa (K15 – K34+400), sin embargo se incluyen los sobreanchos en las curvas correspondientes a 210 m en la bahía interna y 246 m en la bahía externa. La Tabla 2.8 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 2 – Etapa 1 según el abscisado.



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



**Tabla 2.8 Anchos y sobrecanchos para la Alternativa 2 – Etapa 1**

Alternativa 2 - Etapa 1					
Canal de una vía para buque New Panamax					
Ubicación	Tramo	Abscisa (km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0 - K15)	RECTO	K 0+000	K 1+000	160	17.7
		K 1+000	K 1+400	210	
	CURVAS #5 (48°)	K 1+400	K 3+700	210	
	RECTO	K 3+700	K 4+100	210	
		K 4+100	K 5+400	160	
		K 5+400	K 5+800	210	
	CURVAS #4 (12°)	K 5+800	K 6+400	210	
		K 6+400	K 6+800	210	
	RECTO	K 6+800	K 12+050	160	
		K 12+050	K 12+450	210	
	CURVAS #3 (4°)	K 12+450	K 12+700	210	
		K 12+700	K 13+100	210	
	RECTO	K 13+100	K 15+000	160	
Bahia Externa	RECTO	K 15+000	K 17+000	200	17.7
		K 17+000	K 17+400	246	
	CURVAS #2 (13°)	K 17+400	K 18+000	246	
		K 18+000	K 18+400	246	
	RECTO	K 18+400	K 20+350	200	
		K 20+350	K 20+750	246	
	CURVAS #1 (15°)	K 20+750	K 21+500	246	
		K 21+500	K 21+900	246	
	RECTO	K 21+900	K 34+000	200	

La Figura 2.7 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 1 de la Alternativa 2. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 3 meses de simulación. Por lo tanto se estima que el canal correspondiente a la Etapa 1 requiere dragados de mantenimiento cada 4 meses.



**Figura 2.7 Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 1**

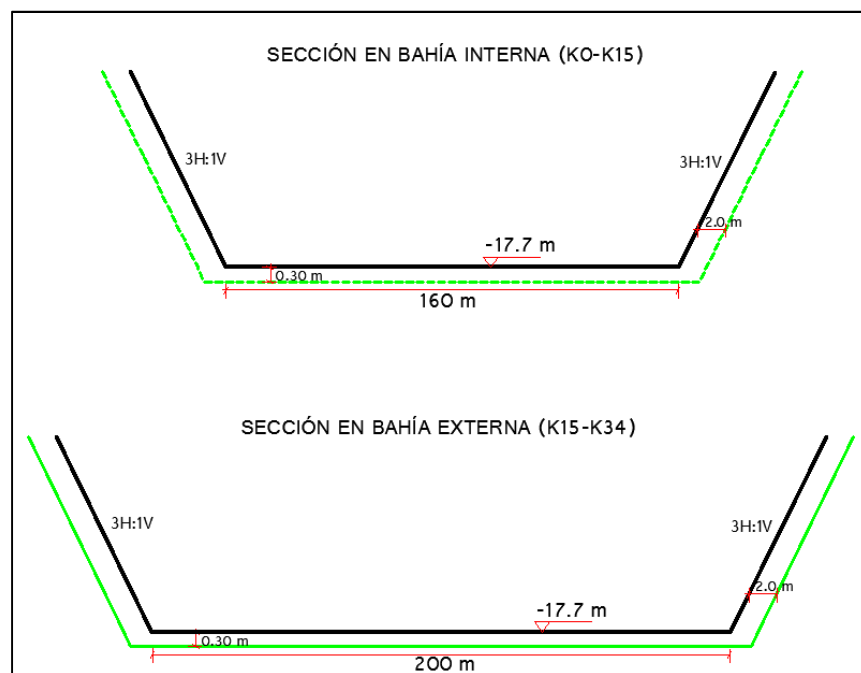
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## **Cantidades y costos**



A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 1 de la Alternativa 2. A partir de la información batimétrica se determinaron los volúmenes de dragado de arena y con base en la exploración geofísica se calcularon los volúmenes de dragado en roca para el canal de diseño.

La Tabla 2.9 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 1 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m. La Figura 2.8 presenta las secciones de diseño y sobredragado para bahía interna y externa correspondiente a la Alternativa 2 – Etapa 1.





**Figura 2.8 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 2 – Etapa 1**

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

**Tabla 2.9 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 1**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 2 - ETAPA 1							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1,000,000.00	\$ 3,000,000
2	INVERSIÓN SOCIAL	GLO			1	\$ 3,670,377	\$ 3,670,377
3	ETAPA 1: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
3.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	3,960,000	200,000	4,160,000	\$ 6.00	\$ 24,960,000
3.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	9,110,000	1,100,000	10,210,000	\$ 16.00	\$ 163,360,000
3.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	20,340,000	1,720,000	22,060,000	\$ 4.50	\$ 99,270,000
3.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	950,000	190,000	1,140,000	\$ 12.00	\$ 13,680,000
SUBTOTAL ETAPA 1							\$ 307,940,377
4	DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
4.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
4.1.1	DRAGADO DE ARENA	m3	2,200,000	160,000	2,360,000	\$ 6.00	\$ 14,160,000
4.1.2	DRAGADO DE ROCA	m3	1,100,000	280,000	1,380,000	\$ 16.00	\$ 22,080,000
4.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
4.2.1	DRAGADO DE ARENA	m3	700	1,000	1,700	\$ 4.50	\$ 7,650
4.2.2	DRAGADO DE ROCA	m3	0	0	0	\$ 12.00	\$ -
SUBTOTAL DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 36,247,650
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO							
4.1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	120,000	30,000	150,000	\$ 6.00	\$ 900,000
4.2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	1,260,000	60,000	1,320,000	\$ 16.00	\$ 21,120,000
SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO							\$ 22,020,000
5	EXTRACCIÓN BUQUE						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
5.1	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO			1	\$ 4,500,000.00	\$ 4,500,000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 370,708,027
MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1,110,000	186,667	1,296,667	\$ 6.00	\$ 7,780,000
2.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1,267	\$ 4.50	\$ 5,700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7,785,700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
3.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	1,616,667	146,667	1,763,333	\$ 6.00	\$ 10,580,000
3.2	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2,633,333	236,667	2,870,000	\$ 4.50	\$ 12,915,000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 23,495,000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 32,280,700
NOTA: LOS VOLÚMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL							

Se estima que la vida útil del dragado inicial es de 4 meses. En ese lapso de tiempo, el canal presentará sectores donde se observarán procesos de sedimentación que varían entre 0 y 1m.



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 2.1.2.1 Etapa 2: Canal de una vía para buque Triple E

La Etapa 2 de la Alternativa 2 corresponde a un canal de una vía para una embarcación de diseño de tipo Triple E. La profundidad del canal en la Alternativa 2 - Etapa 2 es de 19.5 m en la bahía interna (K0 – K15) y 20.5 m en la bahía externa (K15 – K34+400). El canal tiene un ancho de 186 m en la bahía interna y 228 m en la bahía externa; se incluyen los sobreanchos en las curvas correspondientes a 246 m en la bahía interna y 288 m en la bahía externa. La Tabla 2.10 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Etapa 2 según el abscisado.

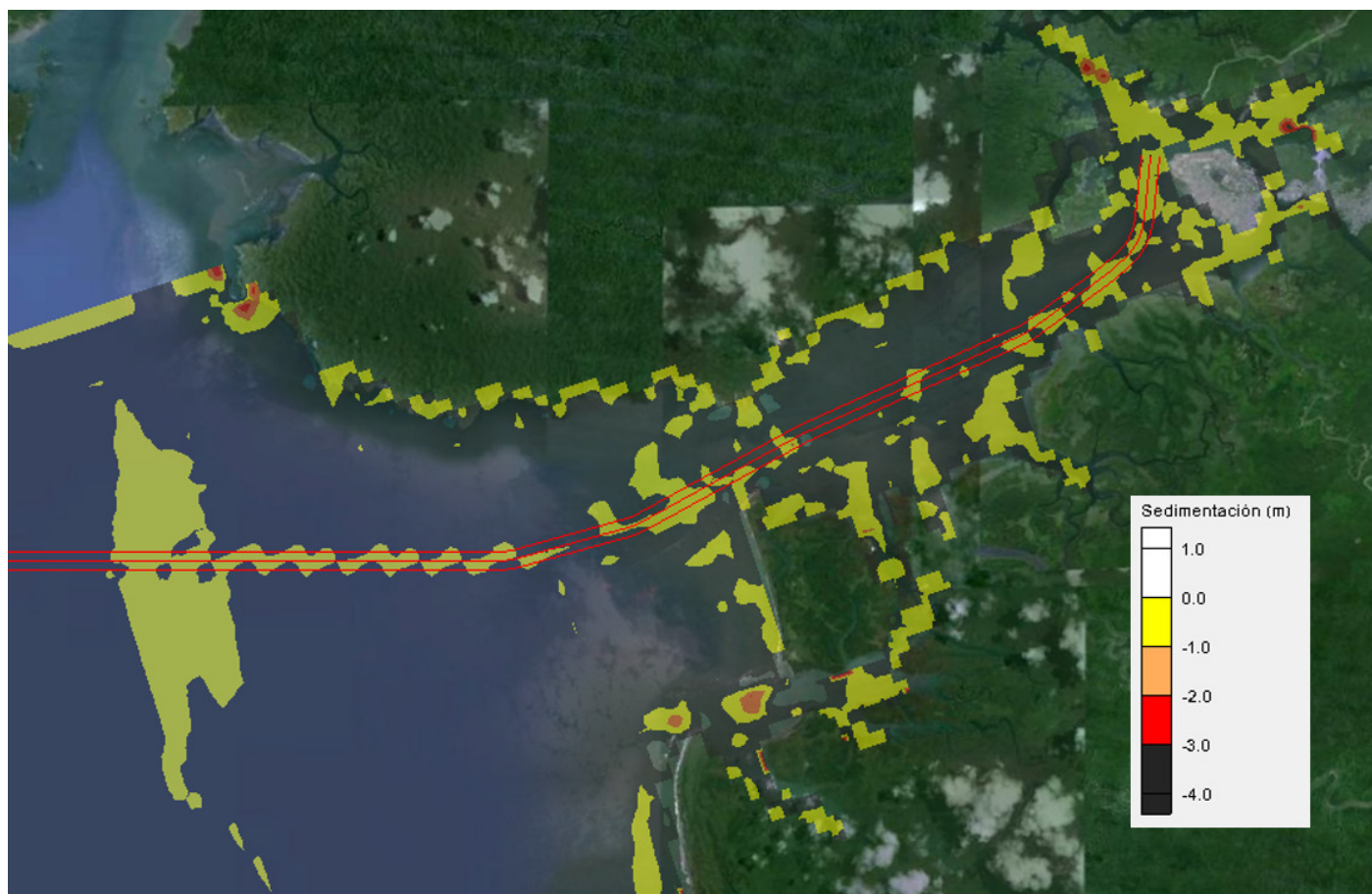
Tabla 2.10 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 2

<b>Alternativa 2 - Etapa 2</b>					
<b>Canal de una vía para buque Triple E</b>					
<b>Ubicación</b>	<b>Tramo</b>	<b>Abscisa (km)</b>		<b>Ancho (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
Bahía interna (K0 - K15)	RECTO	K 0+000	K 1+000	186	19.5
		K 1+000	K 1+400	246	
	CURVAS #5 (48°)	K 1+400	K 3+700	246	
	RECTO	K 3+700	K 4+100	246	
		K 4+100	K 5+400	186	
		K 5+400	K 5+800	246	
	CURVAS #4 (12°)	K 5+800	K 6+400	246	
		K 6+400	K 6+800	246	
	RECTO	K 6+800	K 12+050	186	
		K 12+050	K 12+450	246	
	CURVAS #3 (4°)	K 12+450	K 12+700	246	
		K 12+700	K 13+100	246	
	RECTO	K 13+100	K 15+000	186	
Bahia Externa (K0 - K34+400)	RECTO	K 15+000	K 17+000	228	20.5
		K 17+000	K 17+400	288	
	CURVAS #2 (13°)	K 17+400	K 18+000	288	
		K 18+000	K 18+400	288	
	RECTO	K 18+400	K 20+350	228	
		K 20+350	K 20+750	288	
	CURVAS #1 (15°)	K 20+750	K 21+500	288	
		K 21+500	K 21+900	288	
	RECTO	K 21+900	K 34+000	228	



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

La Figura 2.9 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 2 de la Alternativa 2. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 4 meses de simulación. Por lo tanto se estima que el canal correspondiente a la Etapa 2 requiere dragados de mantenimiento cada 4 meses.





**Figura 2.9 Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 2**

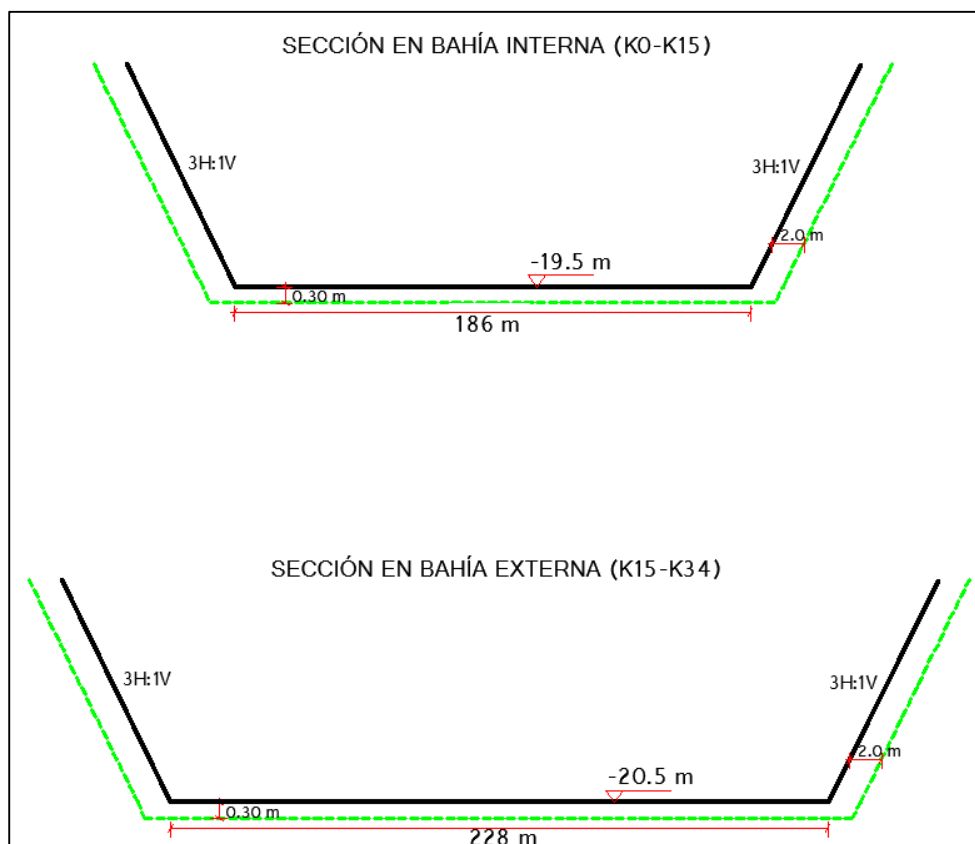
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### **Cantidades y costos**

A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 2 de la Alternativa 2.

La Tabla 2.11 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 2 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y movilización de equipos. Para la Etapa 2 se propone la utilización de dos dragas de succión y una draga de corte. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m. La Figura 2.10 presenta las secciones de diseño y sobredragado para bahía interna y externa correspondiente a la Alternativa 2 – Etapa 2.









	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Figura 2.10 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 2 – Etapa 2

Tabla 2.11 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 2

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 2 - ETAPA 2							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE TRIPLE E. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 19.5 Y 20.5 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1,000,000.00	\$ 3,000,000
2	ETAPA 2: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE TRIPLE E.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA.	m3	1,480,000	160,000	1,640,000	\$ 6.00	\$ 9,840,000
2.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA.	m3	7,690,000	920,000	8,610,000	\$ 16.00	\$ 137,760,000
2.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	11,380,000	1,620,000	13,000,000	\$ 4.50	\$ 58,500,000
2.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	2,420,000	780,000	3,200,000	\$ 12.00	\$ 38,400,000
SUBTOTAL ETAPA 2							\$ 247,500,000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 247,500,000
MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1,110,000	186,667	1,296,667	\$ 6.00	\$ 7,780,000
2.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1,267	\$ 4.50	\$ 5,700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7,785,700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
3.1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	2,083,870	1,021,096	3,104,966	\$ 6.00	\$ 18,629,798
3.2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	3,400,000	2,880,000	6,280,000	\$ 4.50	\$ 28,260,000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 46,889,798
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 55,675,498
NOTA: LOS VOLUMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL							

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



Se estima que la vida útil del dragado inicial es de 4 meses. En ese lapso de tiempo, el canal presentará sectores donde se observarán procesos de sedimentación que varían entre 0 y 1m.

### 2.1.2.2 Etapa 3: Canal de dos vías para buque Triple E

La Etapa 2 de la Alternativa 3 corresponde a un canal de dos vías profundizado para una embarcación de tipo Triple E. El canal correspondiente a la Etapa 3 tiene una profundidad de 19.5 m en la bahía interna y 20.5 m en la bahía externa; su ancho es de 372 m en la bahía interna y 468 m en la bahía externa. El canal presenta unos sobreanchos en las curvas de 444 m en la bahía interna y 540 m en la bahía externa. La Tabla 2.12 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Etapa 3 según el abscisado.

Tabla 2.12 Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 3


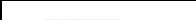
Alternativa 2 - Etapa 3					
Canal de dos vías para buque Triple E					
Ubicación	Tramo	Abscisa (km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0 - K15)	RECTO	K 0+000	K 1+000	372	19.5
		K 1+000	K 1+400	444	
	CURVAS #5 (48°)	K 1+400	K 3+700	444	
	RECTO	K 3+700	K 4+100	444	
		K 4+100	K 5+400	372	
		K 5+400	K 5+800	444	
	CURVAS #4 (12°)	K 5+800	K 6+400	444	
		K 6+400	K 6+800	444	
	RECTO	K 6+800	K 12+050	372	
		K 12+050	K 12+450	444	
	CURVAS #3 (4°)	K 12+450	K 12+700	444	
		K 12+700	K 13+100	444	
RECTO	K 13+100	K 15+000	372		
Bahia Externa (K0 - K34+400)	RECTO	K 15+000	K 17+000	468	20.5
		K 17+000	K 17+400	540	
	CURVAS #2 (13°)	K 17+400	K 18+000	540	
		K 18+000	K 18+400	540	
	RECTO	K 18+400	K 20+350	468	
		K 20+350	K 20+750	540	
	CURVAS #1 (15°)	K 20+750	K 21+500	540	
		K 21+500	K 21+900	540	
	RECTO	K 21+900	K 34+000	468	

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

La Figura 2.11 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 3 de la Alternativa 2. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 4 meses de simulación. Por lo tanto se estima que el canal correspondiente a la Etapa 3 requiere dragados de mantenimiento cada 4 meses.



Figura 2.11 Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 3

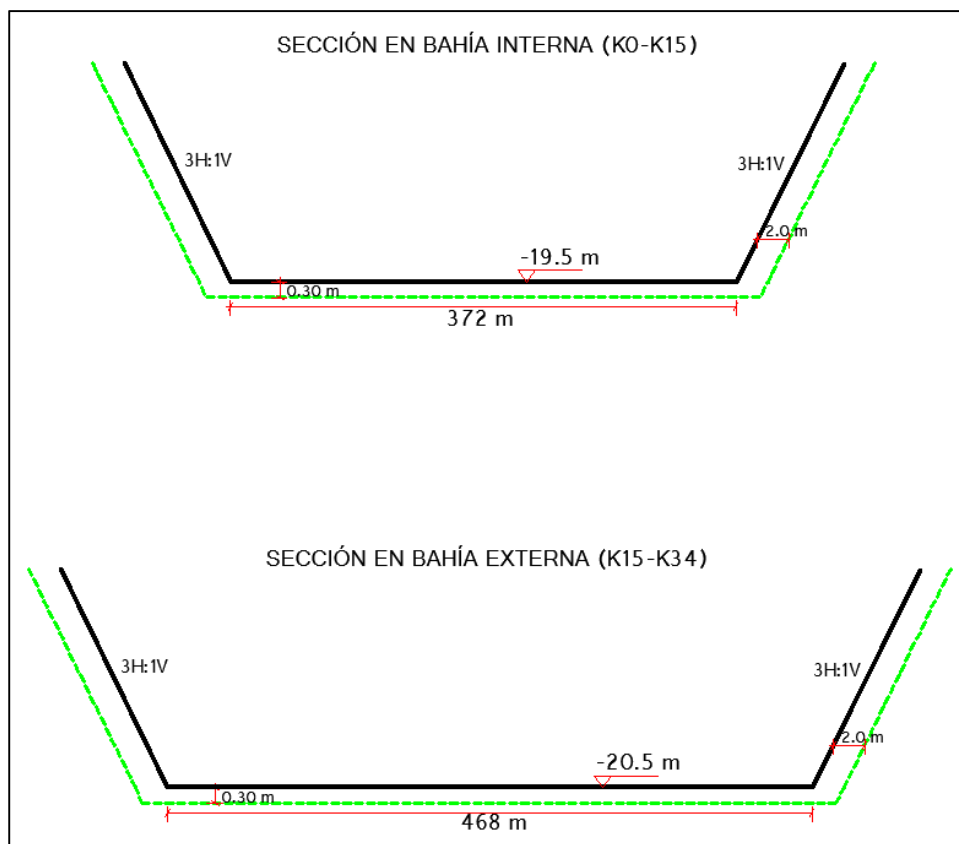
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### **Cantidades y costos**

A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 2 de la Alternativa 3.

La Tabla 2.13 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 3 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y movilización de equipos. Para la Etapa 3 se propone la utilización de dos dragas de succión y una draga de corte. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m. La Figura 2.12 presenta las secciones de diseño y sobredragado para bahía interna y externa correspondiente a la Alternativa 2 – Etapa 3.



**Figura 2.12 Sección de diseño y sobredragado para la Alternativa 2 – Etapa 3**





	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.13. Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 3.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 2 - ETAPA 3							
CANAL DE DOS VÍAS PARA BUQUE TRIPLE E. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 19.5 Y 20.5 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1.000.000,00	\$ 3.000.000
2	ETAPA 3: CANAL DE DOS VÍAS PARA BUQUE TRIPLE E.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2,1,1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA	m3	6.170.000	300.000	6.470.000	\$ 6,00	\$ 38.820.000
2,1,2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA	m3	17.610.000	2.330.000	19.940.000	\$ 16,00	\$ 319.040.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2,2,1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA	m3	33.030.000	1.480.000	34.510.000	\$ 4,50	\$ 155.295.000
2,2,2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA	m3	9.940.000	1.650.000	11.590.000	\$ 12,00	\$ 139.080.000
SUBTOTAL ETAPA 3						\$	655.235.000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)						\$	655.235.000
MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2,1,1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1.110.000	186.667	1.296.667	\$ 6,00	\$ 7.780.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2,2,1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1.267	\$ 4,50	\$ 5.700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO						\$	7.785.700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
3,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3,1,1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	3.625.000	1.800.000	5.425.000	\$ 6,00	\$ 32.550.000
3,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3,2,1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	8.150.000	5.600.000	13.750.000	\$ 4,50	\$ 61.875.000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						\$	94.425.000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)						\$	103.210.700
NOTA: LOS VOLÚMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL							

Se estima que la vida útil del dragado inicial es de 4 meses. En ese lapso de tiempo, el canal presentará sectores donde se observarán procesos de sedimentación que varían entre 0 y 1m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 2.1.3 Resumen de Costos Fase 1 de alternativas

A continuación se presentan las tablas resumen de los costos asociados a las etapas correspondientes a la Alternativa 1 y Alternativa 2.

#### 2.1.3.1 Alternativa 1

Tabla 2.14. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 1.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1				
ETAPA 1				
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 12.5 Y				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 3,000,000
2	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO	1	\$ 4,500,000
3	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias, Bahía de sobrepaso y Zonas de Fondeo)	m3	4,381,610	\$ 26,663,320
TOTAL ETAPA 1 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 34,163,320
MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1,000,000
2	Dragado de mantenimiento	m3	2,888,000	\$ 13,983,000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 14,983,000

Tabla 2.15. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 2.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1				
ETAPA 2				
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 3,000,000
2	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias, Bahía de sobrepaso y Zonas de Fondeo)	m3	40,421,700	\$ 345,962,650
TOTAL ETAPA 2 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 348,962,650
MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1,000,000
2	Dragado de mantenimiento	m3	5,931,267	\$ 31,280,700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 32,280,700



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.16. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 3.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1				
ETAPA 3				
CANAL DE DOS VÍAS PARA BUQUE TRIPLE E. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 19.5 Y 20.5 m				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 3,000,000
2	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias, Bahía de sobrepaso y Zonas de Fondeo)	m3	96,360,000	\$ 876,640,000
TOTAL ETAPA 3 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 879,640,000

MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1,000,000
2	Dragado de mantenimiento	m3	20,472,933	\$ 102,210,700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 103,210,700

### 2.1.3.2 Alternativa 2

Tabla 2.17. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 1.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 2				
ETAPA 1				
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 3.000.000
2	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO	1	\$ 4.500.000
3	Dragado en Roca y arena (incluye tolerancias, bahía de sobrepaso y Zonas de Fondeo)	m3	42.781.700	\$ 363.208.027
TOTAL ETAPA 1 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 370.708.027
MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1.000.000
2	Dragado de mantenimiento	m3	5.931.267	\$ 31.280.700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 32.280.700





	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.18. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 2.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 2				
ETAPA 2				
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE TRIPLE E. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 19.5 Y				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 3,000,000
2	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias, Bahía de sobrepaso y Zonas de Fondeo)	m3	26,450,000	\$ 244,500,000
TOTAL ETAPA 2 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 247,500,000



MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1,000,000
2	Dragado de mantenimiento	m3	10,682,900	\$ 54,675,498
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 55,675,498

Tabla 2.19. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 3.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 2				
ETAPA 3				
CANAL DE DOS VÍAS PARA BUQUE TRIPLE E. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 19.5 Y 20.5 m				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 3,000,000
2	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias, Bahía de sobrepaso y Zonas de Fondeo)	m3	72,510,000	\$ 652,235,000
TOTAL ETAPA 3 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 655,235,000

MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1,000,000
2	Dragado de mantenimiento	m3	20,472,933	\$ 102,210,700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 103,210,700

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2.2 FASE 2 DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Como se pudo apreciar en el análisis de las alternativas de la primera fase, los costos, tanto de mantenimiento como de dragado capital son extremadamente altos, haciendo inviable la ejecución del proyecto, tanto técnica como financieramente, por tal razón, se realizó una segunda fase de análisis de alternativas de profundización del canal las cuales son presentadas a continuación.

### 2.2.1 ALTERNATIVA 1

A continuación se presenta el análisis de la Alternativa 1, la cual consta de tres (3) etapas. Se incluyen los resultados de las simulaciones realizadas para analizar el comportamiento sedimentológico de las obras

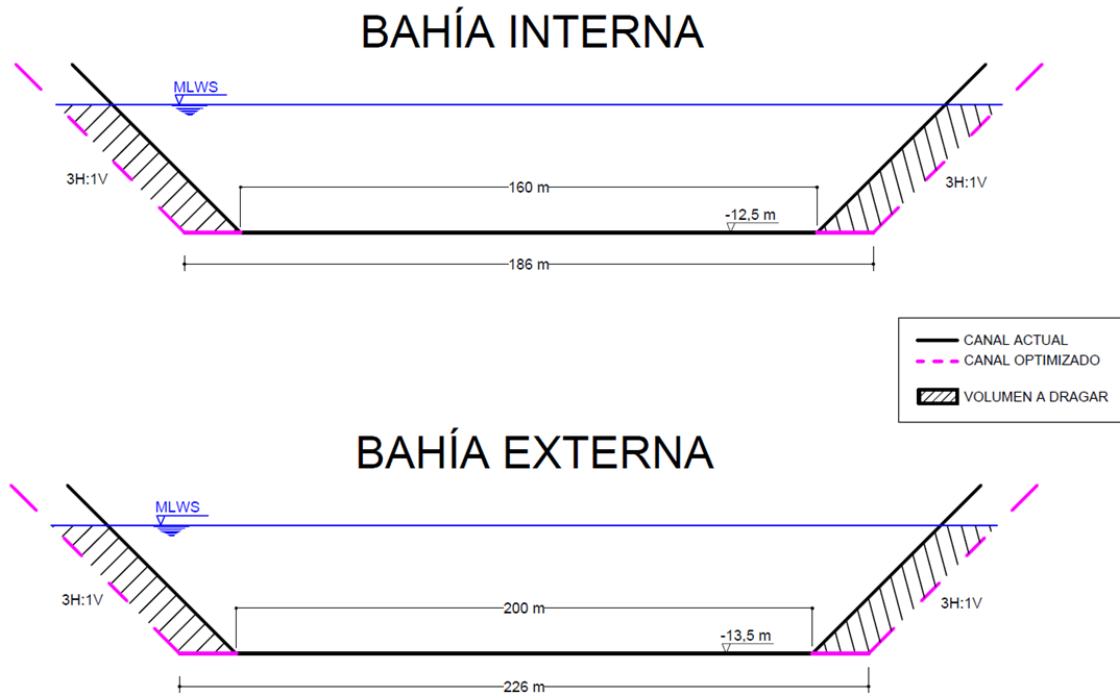
#### 2.2.1.1 Alternativa 1 - Etapa 1: Optimización en planta del canal actual

La primera etapa de la Alternativa 1 corresponde a un canal de una vía optimizado en planta para una embarcación de diseño de tipo Post Panamax Plus, mediante la cual se incrementará el ancho de la sección transversal del canal.

Dicho canal tiene una longitud de 34.4 km a lo largo del alineamiento del canal actual con aumento en los radios de curvatura para facilitar la navegación de embarcaciones.

Las principales actividades a ejecutar son el mantenimiento y optimización del canal actual en planta, mejorando los radios de curvatura, mediante un sobreancho en las curvas y la ampliación lateral del canal, para la maniobra segura de las embarcaciones que actualmente transitan por el canal, y alcanzar la profundidad de diseño licenciada, en aquellos sectores donde no se ha podido conseguir, Bahía interna -12,5 m y bahía externa -13,5 m, referidos al MLWS.

En la Figura 2.13 se pueden observar las secciones transversales del canal actual y del canal optimizado, para bahía interna como para bahía externa:



**Figura 2.13 Sección de diseño canal optimizado etapa 1 Alternativa 1**

Las nuevas dimensiones del canal serán de 186 m de ancho en tramos rectos y 236 m en curvas en la bahía interna. Mientras que en la bahía externa se proyecta un ancho de 227 m en tramos rectos y 266 m en tramos curvos. Tabla 2.20 presenta los anchos y sobreeanchos del canal para la Alternativa 1 – Etapa 1 según el abscisado.



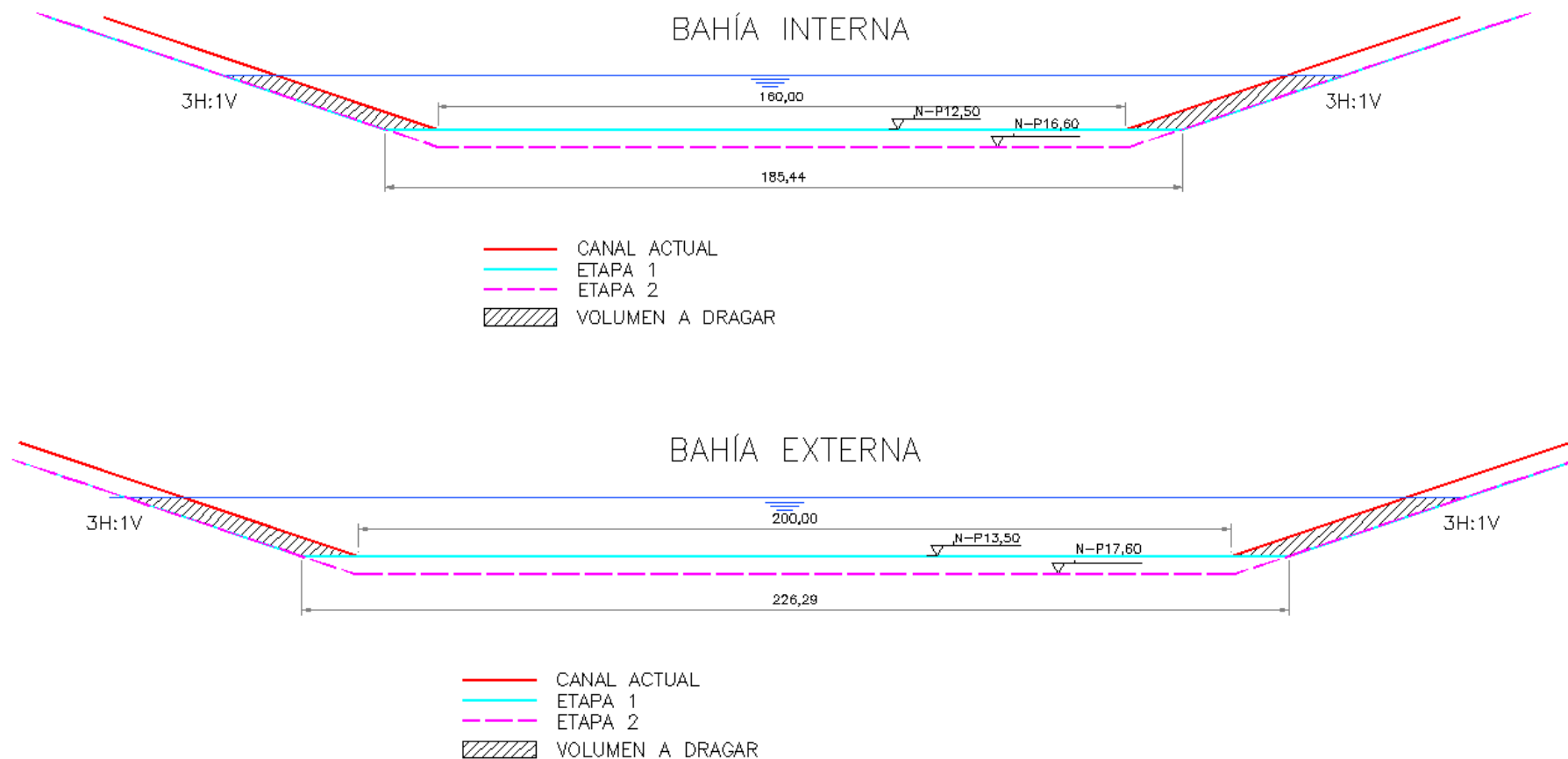
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

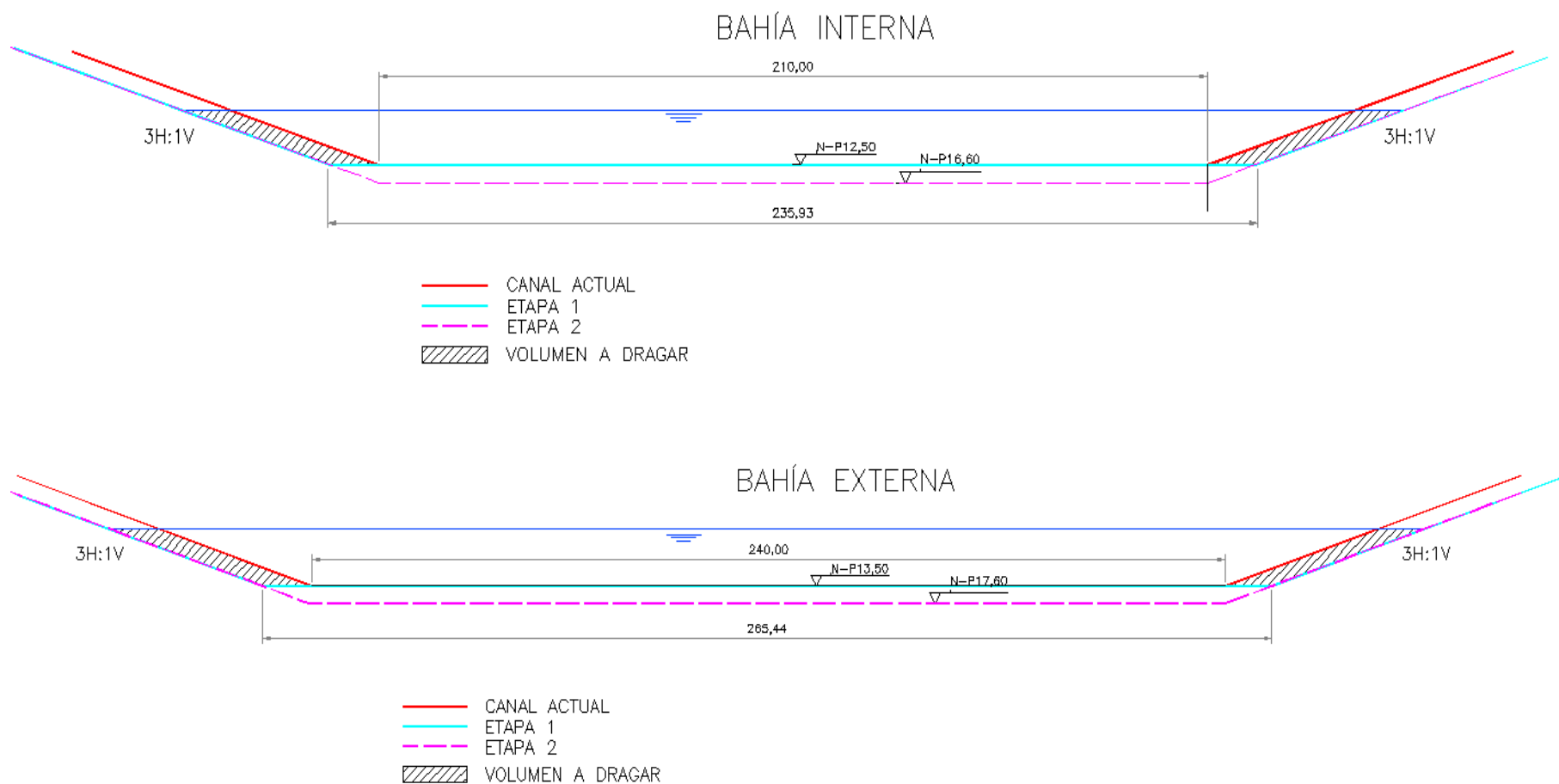
Tabla 2.20. Anchos y sobreeanchos para la Alternativa 1 – Etapa 1.

ALTERNATIVA 1 - ETAPA 1					
CANAL DE UNA VÍA AJUSTADO EN PLANTA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS					
Ubicación	Tramo	Abscisa (Km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0+000 - K15+000)	RECTO	K0+000	K1+000	186	12.5
	CURVAS #5 (48°)	K1+000	K1+400	236	
		K1+400	K3+700	236	
		K3+700	K4+100	236	
	RECTO	K4+100	K5+400	186	
	CURVAS #4 (12°)	K5+400	K5+800	236	
		K5+800	K6+400	236	
		K6+400	K6+800	236	
	RECTO	K6+800	K12+050	186	
	CURVAS #3 (4°)	K12+050	K12+450	236	
		K12+450	K12+700	236	
		K12+700	K13+100	236	
Bahía interna (K15+000 - K34+000)	RECTO	K13+100	K15+000	186	13.5
	RECTO	K15+000	K17+000	227	
	CURVAS #2 (13°)	K17+000	K17+400	266	
		K17+400	K18+000	266	
		K18+000	K18+400	266	
	RECTO	K18+400	K20+350	227	
	CURVAS #1 (15°)	K20+350	K20+750	266	
		K20+750	K21+500	266	
		K21+500	K21+900	266	
	RECTO	K21+900	K34+000	227	


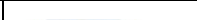
La Figura 2-14 y Figura 2-15 presentan las secciones transversales con la ampliación mencionada. Las áreas achuradas en los taludes corresponden a la ampliación respecto al canal actual, de esta forma al pasar a la etapa 2 no habría que dragar dicho volumen de material.



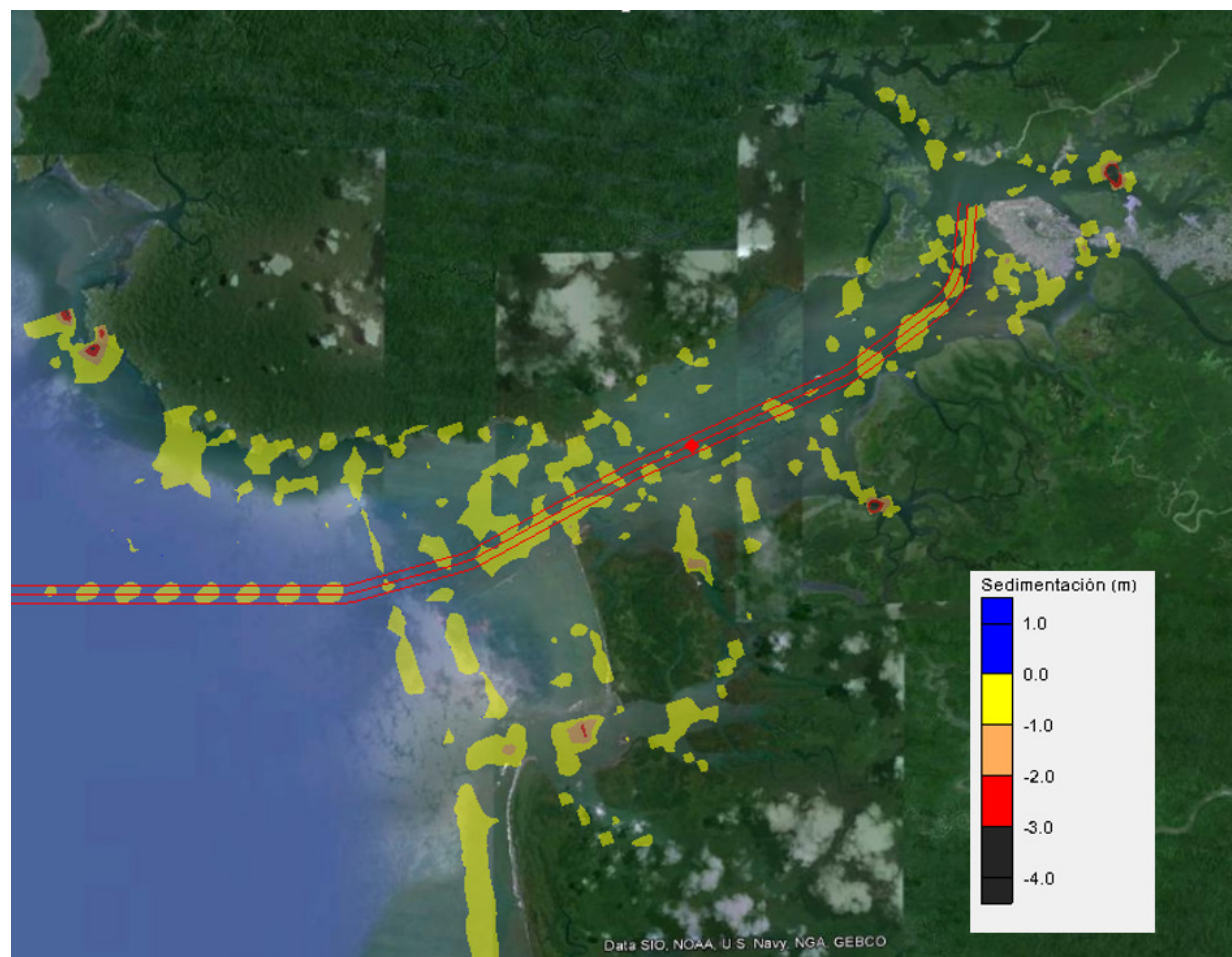
**Figura 2-14. Secciones transversales en tramos rectos para la Etapa 1 y Etapa 2 de la Alternativa 1-Ajustada a Post Panamax Plus.**



**Figura 2-15. Secciones transversales en tramos curvos para la Etapa 1 y Etapa 2 de la Alternativa 1-Ajustada a Post Panamax Plus.**



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

La Figura 2-16 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 1 de la Alternativa 1. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 12 meses de simulación.



**Figura 2-16. Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 1**



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## Cantidades y costos

La Tabla 2.21 presenta las cantidades y costos para el dragado capital de la etapa 1 discriminados entre bahía interna y externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m.



**Tabla 2.21 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 1**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 1							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 12.5 Y 13.5 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1.000.000,00	\$ 3.000.000
2	INVERSIÓN SOCIAL	GLO			1	\$ 342.180,00	\$ 342.180
3	ETAPA 1: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
3,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA.	m3	705.000	240.000	945.000	17,40%	\$ 6,00
3.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA.	m3	325.000	140.000	465.000	8,56%	\$ 16,00
3,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	3.020.000	1.000.000	4.020.000	74,01%	\$ 4,50
3.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	0	1.500	1.500	0,03%	\$ 12,00
SUBTOTAL ETAPA 1							\$ 34.560.180
4	EXTRACCIÓN BUQUE						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
4,1	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO			1	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 39.060.180

MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	710.000	65.000	775.000	\$ 6,00	\$ 4.650.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2.335.000	210.000	2.545.000	\$ 4,50	\$ 11.452.500
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 16.102.500
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 17.102.500

NOTA: LOS VOLUMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL

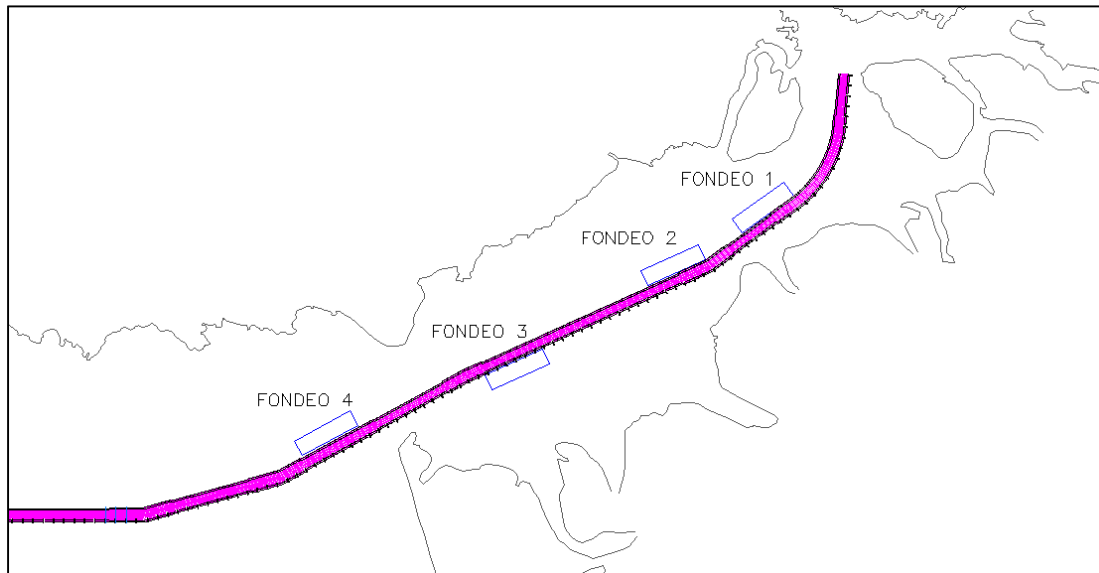
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 2.2.1.2 Alternativa 1 - Etapa 2: Canal de una vía para buque Post Panamax Plus

La Etapa 2 de la Alternativa 1 corresponde a un canal de una vía, manteniendo el mismo alineamiento de la Etapa 1, pero profundizado para una embarcación de tipo Post Panamax Plus. El canal de la Etapa 2 tiene una profundidad de 16.6 m en la bahía interna y 17.6 m en la bahía externa; se mantiene el ancho en la solera del canal de 160 m en la bahía interna y 200 m en la bahía externa, así como los sobreanchos de 210 m y 246 m en bahía interna y externa, respectivamente.

Adicionalmente se incluyó una zona de sobrepaso de 170 m de ancho y 1.6 Km de longitud entre las abscisas K8+330 y K9+930, y 4 áreas de fondeo con profundidad de 12.0 m cada una (Ver Figura 2-17). La

Tabla 2.22 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 1 – Etapa 2 según el abscisado.



**Figura 2-17. Localización de las áreas de fondeo.**



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



Tabla 2.22. Anchos y sobreeanchos para la Alternativa 1 – Etapa 2.

ALTERNATIVA 1 - ETAPA 2					
CANAL DE UNA VÍA PROFUNDIZADO PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS					
Ubicación	Tramo	Abscisa (Km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0+000 - K15+000)	RECTO	K0+000	K1+000	160	16.6
	CURVAS #5 (48°)	K1+000	K1+400	210	
		K1+400	K3+700	210	
		K3+700	K4+100	210	
	RECTO	K4+100	K5+400	160	
	CURVAS #4 (12°)	K5+400	K5+800	210	
		K5+800	K6+400	210	
		K6+400	K6+800	210	
	RECTO	K6+800	K12+050	160	
	CURVAS #3 (4°)	K12+050	K12+450	210	
		K12+450	K12+700	210	
		K12+700	K13+100	210	
	RECTO	K13+100	K15+000	160	
Bahía interna (K15+000 - K34+000)	RECTO	K15+000	K17+000	200	17.6
	CURVAS #2 (13°)	K17+000	K17+400	246	
		K17+400	K18+000	246	
		K18+000	K18+400	246	
	RECTO	K18+400	K20+350	200	
	CURVAS #1 (15°)	K20+350	K20+750	246	
		K20+750	K21+500	246	
		K21+500	K21+900	246	
	RECTO	K21+900	K34+000	200	

La Figura 2.3 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 2 de la Alternativa 1. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 12 meses de simulación.



**Figura 2-18. Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 2**



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
		VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS		

### **Cantidades y costos**

A continuación se presentan las cantidades de obra y costos correspondientes a los volúmenes de dragado para la Etapa 2 de la Alternativa 1. A partir de la información batimétrica se determinaron los volúmenes de dragado de arena y con base en la exploración geofísica se calcularon los volúmenes de dragado en roca para el canal de diseño.

La Tabla 2.23 presenta las cantidades y costos para el dragado inicial de la Etapa 1 discriminados entre bahía interna y bahía externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



**Tabla 2.23 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 2**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 2							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 16.6 Y 17.6 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1.000.000,00	\$ 3.000.000
1,1	INVERSIÓN SOCIAL	GLO			1	\$ 2.060.840,00	\$ 2.060.840
2	ETAPA 2: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2,1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA.	m3	3.000.000	230.000	3.230.000	12,76%	\$ 6,00
2,1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA.	m3	6.000.000	920.000	6.920.000	27,34%	\$ 16,00
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2,2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	13.310.000	1.210.000	14.520.000	57,38%	\$ 4,50
2,2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	547.000	90.000	637.000	2,52%	\$ 12,00
SUBTOTAL ETAPA 2							\$ 208.144.840
3	DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
3,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3,1.1	DRAGADO DE ARENA	m3	2.200.000	160.000	2.360.000	63,07%	\$ 6,00
3,1.2	DRAGADO DE ROCA	m3	1.100.000	280.000	1.380.000	36,88%	\$ 16,00
3,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3,2.1	DRAGADO DE ARENA	m3	700	1.000	1.700	0,05%	\$ 4,50
3,2.2	DRAGADO DE ROCA	m3	0	0	0	0,00%	\$ 12,00
SUBTOTAL DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 36.247.650
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
4,1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	500.000	30.000	530.000	32,02%	\$ 6,00
4,2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	1.050.000	75.000	1.125.000	67,98%	\$ 16,00
SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO							\$ 21.180.000
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 265.572.490

MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2,1.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1.110.000	186.667	1.296.667	\$ 6,00	\$ 7.780.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2,2.	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1.267	\$ 4,50	\$ 5.700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7.785.700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
3,1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	1.500.000	145.000	1.645.000	\$ 6,00	\$ 9.870.000
3,2	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2.430.000	220.000	2.650.000	\$ 4,50	\$ 11.925.000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 21.795.000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)							\$ 30.580.700

NOTA: LOS VOLUMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 2.2.1.3 Alternativa 1 – Etapa 3: Canal de una vía para buque New Panamax.

La Etapa 3 de la Alternativa 1 corresponde a un canal de una vía profundizado para una embarcación de tipo New Panamax. El canal correspondiente a la Etapa 3 tiene una profundidad de 17.7 m en la bahía interna y 18.7 m en la bahía externa; su ancho es de 160 m en la bahía interna y 200 m en la bahía externa. El canal presenta unos sobreanchos en las curvas de 210 m en la bahía interna y 246 m en la bahía externa. La Tabla 2.6 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 1 – Etapa 3 según el abscisado.

Tabla 2.24. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 1 – Etapa 3.

ALTERNATIVA 1 - ETAPA 3					
CANAL DE UNA VÍA PROFUNDIZADO PARA BUQUE NEW PANAMAX					
Ubicación	Tramo	Abscisa (Km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0+000 - K15+000)	RECTO	K0+000	K1+000	160	17.7
	CURVAS #5 (48°)	K1+000	K1+400	210	
		K1+400	K3+700	210	
		K3+700	K4+100	210	
	RECTO	K4+100	K5+400	160	
	CURVAS #4 (12°)	K5+400	K5+800	210	
		K5+800	K6+400	210	
		K6+400	K6+800	210	
	RECTO	K6+800	K12+050	160	
	CURVAS #3 (4°)	K12+050	K12+450	210	
		K12+450	K12+700	210	
		K12+700	K13+100	210	
RECTO	K13+100	K15+000	160		
Bahía interna (K15+000 - K34+000)	RECTO	K15+000	K17+000	200	18.7
	CURVAS #2 (13°)	K17+000	K17+400	246	
		K17+400	K18+000	246	
		K18+000	K18+400	246	
	RECTO	K18+400	K20+350	200	
	CURVAS #1 (15°)	K20+350	K20+750	246	
		K20+750	K21+500	246	
		K21+500	K21+900	246	
	RECTO	K21+900	K34+000	200	



La Figura 2.5 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 3 de la Alternativa 1. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 12 meses de simulación.





**Figura 2-19. Simulación realizada para la Alternativa 1 - Etapa 3**





	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
		VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS		

### **Cantidades y costos**

La Tabla 2.25 presenta las cantidades y costos para el dragado capital de la etapa 3 discriminados entre bahía interna y externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



**Tabla 2.25 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 1 – Etapa 3**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 3							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1.000.000,00	\$ 3.000.000
2	INVERSIÓN SOCIAL	GLO			1	\$ 8.220.850	\$ 8.220.850
3	ETAPA 1: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD) VALOR PARCIAL (\$USD)
3,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	268.000	21.000	289.000	3,41%	\$ 6,00 \$ 1.734.000
3.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	2.797.000	429.000	3.226.000	38,07%	\$ 16,00 \$ 51.616.000
3,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	4.111.000	374.000	4.485.000	52,93%	\$ 4,50 \$ 20.182.500
3.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	406.000	67.000	473.000	5,58%	\$ 12,00 \$ 5.676.000
SUBTOTAL ETAPA 1							\$ 90.429.350
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD) VALOR PARCIAL (\$USD)
4,1	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
4.1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	32.000	4.000	36.000	72,00%	\$ 6,00 \$ 216.000
4,2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	11.000	3.000	14.000	28,00%	\$ 16,00 \$ 224.000
SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO							\$ 440.000
TOTAL (INCLUYE A.I.U.) (\$USD)							\$ 90.869.350

MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1.110.000	186.667	1.296.667	\$ 6,00	\$ 7.780.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1.267	\$ 4,50	\$ 5.700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7.785.700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
3,1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	1.616.667	146.667	1.763.333	\$ 6,00	\$ 10.580.000
3,2	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2.633.333	236.667	2.870.000	\$ 4,50	\$ 12.915.000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 23.495.000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U.) (\$USD)							\$ 32.280.700

NOTA: LOS VOLÚMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2.2.2 ALTERNATIVA 2

A continuación se presenta el desarrollo detallado de las dos (2) etapas de la Alternativa 2. Se incluyen los resultados de las simulaciones realizadas para analizar el comportamiento sedimentológico de las obras.

### 2.2.2.1 Alternativa 2 - Etapa 1: Canal de una vía para buque Post Panamax Plus

La primera etapa de la Alternativa 2 corresponde a un canal de una vía profundizado para una embarcación de diseño de tipo Post Panamax Plus. Dicho canal tiene una longitud de 34.4 km a lo largo del alineamiento del canal actual con aumento en los radios de curvatura para facilitar la navegación de embarcaciones.

La profundidad del canal en la Alternativa 2 - Etapa 1 es de 16.6 m en la bahía interna (K0 – K15) y 17.6 m en la bahía externa (K15 – K34+400). El canal mantiene un ancho de 160 m en la bahía interna y 200 m en la bahía externa, sin embargo se incluyen los sobreanchos en las curvas correspondientes a 210 m en la bahía interna y 246 m en la bahía externa. Adicionalmente se incluyó una zona de sobrepaso de 170 m de ancho y 1.6 Km de longitud entre las abscisas K8+330 y K9+930. La Tabla 2.26 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Alternativa 2 – Etapa 1 según el abscisado.



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



Tabla 2.26. Anchos y sobreeanchos para la Alternativa 2 – Etapa 1.

ALTERNATIVA 2 - ETAPA 1					
CANAL DE UNA VÍA PROFUNDIZADO PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS					
Ubicación	Tramo	Abscisa (Km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0+000 - K15+000)	RECTO	K0+000	K1+000	160	16.6
	CURVAS #5 (48°)	K1+000	K1+400	210	
		K1+400	K3+700	210	
		K3+700	K4+100	210	
	RECTO	K4+100	K5+400	160	
	CURVAS #4 (12°)	K5+400	K5+800	210	
		K5+800	K6+400	210	
		K6+400	K6+800	210	
	RECTO	K6+800	K12+050	160	
	CURVAS #3 (4°)	K12+050	K12+450	210	
		K12+450	K12+700	210	
		K12+700	K13+100	210	
Bahía interna (K15+000 - K34+000)	RECTO	K13+100	K15+000	160	17.6
	RECTO	K15+000	K17+000	200	
	CURVAS #2 (13°)	K17+000	K17+400	246	
		K17+400	K18+000	246	
		K18+000	K18+400	246	
	RECTO	K18+400	K20+350	200	
	CURVAS #1 (15°)	K20+350	K20+750	246	
		K20+750	K21+500	246	
		K21+500	K21+900	246	
	RECTO	K21+900	K34+000	200	

La Figura 2.7 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 1 de la Alternativa 2. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 12 meses de simulación.





**Figura 2-20. Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 1**

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### **Cantidades y costos**

La Tabla 2.27 presenta las cantidades y costos para el dragado capital de la etapa 1 discriminados entre bahía interna y externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



**Tabla 2.27 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 1**

COSTOS DE DRAGADO							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 16.6 Y 17.6 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1.000.000,00	\$ 3.000.000
2	INVERSIÓN SOCIAL	GLO			1	\$ 2.878.177	\$ 2.878.177
3	CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS PROFUNDIZADO A 16.6 Y 17.6 m.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
3,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	3.530.000	230.000	3.760.000	13,07%	\$ 6,00
3.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	6.300.000	920.000	7.220.000	25,10%	\$ 16,00
3,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	15.930.000	1.210.000	17.140.000	59,60%	\$ 4,50
3.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	550.000	90.000	640.000	2,23%	\$ 12,00
	SUBTOTAL ETAPA 1						\$ 228.768.177
4	DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
4,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
4.1.1	DRAGADO DE ARENA	m3	2.200.000	160.000	2.360.000	63,07%	\$ 6,00
4.1.2	DRAGADO DE ROCA	m3	1.100.000	280.000	1.380.000	36,88%	\$ 16,00
4,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
4.2.1	DRAGADO DE ARENA	m3	700	1.000	1.700	0,05%	\$ 4,50
4.2.2	DRAGADO DE ROCA	m3	0	0	0	0,00%	\$ 12,00
	SUBTOTAL DRAGADO DE ÁREAS DE FONDEO						\$ 36.247.650
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD)
	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
4,1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	500.000	30.000	530.000	32,02%	\$ 6,00
4,2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	1.050.000	75.000	1.125.000	67,98%	\$ 16,00
	SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO						\$ 21.180.000
5	EXTRACCIÓN BUQUE						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
5,1	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO			1	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000
	TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)						\$ 290.695.827

MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1.110.000	186.667	1.296.667	\$ 6,00	\$ 7.780.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1.267	\$ 4,50	\$ 5.700
	SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO						\$ 7.785.700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
3,1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	1.616.667	146.667	1.763.333	\$ 6,00	\$ 10.580.000
3,2	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2.633.333	236.667	2.870.000	\$ 4,50	\$ 12.915.000
	SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						\$ 23.495.000
	TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)						\$ 32.280.700

NOTA: LOS VOLÚMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 2.2.2.2 Alternativa 2 - Etapa 2: Canal de una vía para buque New Panamax

La Etapa 2 de la Alternativa 2 corresponde a un canal de una vía para una embarcación de diseño de tipo New Panamax. La profundidad del canal en la Alternativa 2 - Etapa 2 es de 17.7 m en la bahía interna (K0 – K15) y 18.7 m en la bahía externa (K15 – K34+400). El canal tiene un ancho de 160 m en la bahía interna y 200 m en la bahía externa; se incluyen los sobreanchos en las curvas correspondientes a 210 m en la bahía interna y 246m en la bahía externa. La Tabla 2.10 presenta los anchos y sobreanchos del canal para la Etapa 2 según el abscisado.

Tabla 2.28. Anchos y sobreanchos para la Alternativa 2 – Etapa 2.



ALTERNATIVA 2 - ETAPA 2					
CANAL DE UNA VÍA PROFUNDIZADO PARA BUQUE NEW PANAMAX					
Ubicación	Tramo	Abscisa (Km)		Ancho (m)	Profundidad (m)
Bahía interna (K0+000 - K15+000)	RECTO	K0+000	K1+000	160	17.7
	CURVAS #5 (48°)	K1+000	K1+400	210	
		K1+400	K3+700	210	
		K3+700	K4+100	210	
	RECTO	K4+100	K5+400	160	
	CURVAS #4 (12°)	K5+400	K5+800	210	
		K5+800	K6+400	210	
		K6+400	K6+800	210	
	RECTO	K6+800	K12+050	160	
	CURVAS #3 (4°)	K12+050	K12+450	210	
		K12+450	K12+700	210	
		K12+700	K13+100	210	
Bahía interna (K15+000 - K34+000)	RECTO	K13+100	K15+000	160	18.7
	RECTO	K15+000	K17+000	200	
	CURVAS #2 (13°)	K17+000	K17+400	246	
		K17+400	K18+000	246	
		K18+000	K18+400	246	
	RECTO	K18+400	K20+350	200	
	CURVAS #1 (15°)	K20+350	K20+750	246	
		K20+750	K21+500	246	
		K21+500	K21+900	246	
	RECTO	K21+900	K34+000	200	

La Figura 2.9 presenta los resultados de la simulación realizada para la Etapa 2 de la Alternativa 2. Se observa la sedimentación del canal de acceso en color amarillo entre 0,0 y 1,0 m una vez transcurridos 12 meses de simulación.







Figura 2-21. Simulación realizada para la Alternativa 2 - Etapa 2

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### **Cantidades y costos**

La Tabla 2.29 presenta las cantidades y costos para el dragado capital de la etapa 3 discriminados entre bahía interna y externa. Igualmente, se presentan las cantidades y costos asociados al mantenimiento anual del canal y al dragado de las zonas de fondeo. Los valores unitarios por metro cúbico dragado se presentan en dólares americanos (USD) y fueron tomados a partir de las obras de dragado ejecutadas anteriormente en la bahía de Buenaventura.

En adición al cálculo de volúmenes de dragado para la sección de diseño, se calcularon los volúmenes de sobredragado para una tolerancia vertical de 0.30 m y una tolerancia horizontal de 2.00 m.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



**Tabla 2.29 Cantidades y costos de dragado para la Alternativa 2 – Etapa 2**

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1 - ETAPA 3							
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			3	\$ 1.000.000,00	\$ 3.000.000
2	INVERSIÓN SOCIAL	GLO			1	\$ 8.220.850	\$ 8.220.850
3	ETAPA 1: CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX.						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD) VALOR PARCIAL (\$USD)
3,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
3.1.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	268.000	21.000	289.000	3,41%	\$ 6,00 \$ 1.734.000
3.1.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA INTERNA. INCLUYE SOBREPASO	m3	2.797.000	429.000	3.226.000	38,07%	\$ 16,00 \$ 51.616.000
3,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
3.2.1	DRAGADO INICIAL DE ARENA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	4.111.000	374.000	4.485.000	52,93%	\$ 4,50 \$ 20.182.500
3.2.2	DRAGADO INICIAL DE ROCA EN BAHÍA EXTERNA.	m3	406.000	67.000	473.000	5,58%	\$ 12,00 \$ 5.676.000
SUBTOTAL ETAPA 1							\$ 90.429.350
4	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL	% Material	VALOR UNITARIO (\$USD) VALOR PARCIAL (\$USD)
4,1	DRAGADO DE BAHÍA DE SOBREPASO						
4.1	DRAGADO DE ARENA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	32.000	4.000	36.000	72,00%	\$ 6,00 \$ 216.000
4,2	DRAGADO DE ROCA EN BAHÍA DE SOBREPASO	m3	11.000	3.000	14.000	28,00%	\$ 16,00 \$ 224.000
SUBTOTAL BAHÍA DE SOBREPASO							\$ 440.000
TOTAL (INCLUYE A.I.U.) (\$USD)							\$ 90.869.350

MANTENIMIENTO ANUAL DE ÁREAS DE FONDEO							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD			CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$USD)	VALOR PARCIAL (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO			1	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000
			SECCIÓN DE DISEÑO	SOBREDRAGADO	CANTIDAD TOTAL		
2,1	DRAGADO EN BAHÍA INTERNA (K0 - K15)						
2.1.1	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	1.110.000	186.667	1.296.667	\$ 6,00	\$ 7.780.000
2,2	DRAGADO EN BAHÍA EXTERNA (K15 - K34+400)						
2.2.	DRAGADO DE ARENA PARA MANTENIMIENTO DE AREA DE FONDEO	m3	667	600	1.267	\$ 4,50	\$ 5.700
SUBTOTAL MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE FONDEO							\$ 7.785.700
3	MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL						
3,1	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA INTERNA	m3	1.616.667	146.667	1.763.333	\$ 6,00	\$ 10.580.000
3,2	DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN BAHÍA EXTERNA	m3	2.633.333	236.667	2.870.000	\$ 4,50	\$ 12.915.000
SUBTOTAL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL							\$ 23.495.000
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U.) (\$USD)							\$ 32.280.700

NOTA: LOS VOLÚMENES DE DRAGADO PRESENTADOS INCLUYEN LAS TOLERANCIAS CORRESPONDIENTES DE 0,3 M EN LA VERTICAL Y 2,0 M EN LA HORIZONTAL

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2.2.3 Resumen de Costos Fase 2 de alternativas

A continuación se presentan las tablas resumen de los costos asociados a las etapas correspondientes a la Alternativa 1 y Alternativa 2.

### 2.2.3.1 Alternativa 1

Tabla 2.30. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 1.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1					
ETAPA 1					
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 12.5 Y 13.5 m					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1		\$ 3.000.000
2	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias)	m3	5.431.500	8,59%	\$ 31.218.000
3	Inversión Social	GLO	1		\$ 342.180
SUBTOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 34.560.180
4	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO	1		\$ 4.500.000
TOTAL ETAPA 1 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 39.060.180

ETAPA 1				
MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1.000.000
2	Dragado de mantenimiento	m3	3.320.000	\$ 16.102.500
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 17.102.500



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Tabla 2.31. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 2.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1					
ETAPA 2					
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 16.6 Y 17.6 m					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1		\$ 3.000.000
2	Dragado en Roca y Arena (Incluye Tolerancias, Bahía de sobrepaso y Zonas de FONDEO)	m3	25.307.000	29,86%	\$ 203.084.000
3	Inversión Social	GLO	1		\$ 2.060.840
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 208.144.840

OBRAS COMPLEMENTARIAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
4	Dragado en Roca y Arena Bahía de sobrepaso	m3	1.655.000	67,98%	\$ 21.180.000
5	Dragado en Roca y Arena Zonas de FONDEO	m3	3.741.700	36,88%	\$ 36.247.650
TOTAL ETAPA 2 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 57.427.650

MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1.000.000
2	Dragado de mantenimiento (Incluye zonas de FONDEO)	m3	5.592.933	\$ 29.580.700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 30.580.700



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



Tabla 2.32. Resumen de costos. Alternativa 1 – Etapa 3.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1					
ETAPA 3					
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1		\$ 3.000.000
2	Dragado Canal en Roca y Arena (Incluye Tolerancias)	m3	8.473.000	43,66%	\$ 79.208.500
3	Inversión Social	GLO	1		\$ 8.220.850
Subtotal (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 90.429.350

OBRAS COMPLEMENTARIAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
4	Dragado en Roca y Arena Bahía de sobrepaso	m3	50.000	28,00%	\$ 440.000
TOTAL ETAPA 1 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 440.000

ETAPA 3				
MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1.000.000
2	Dragado de mantenimiento	m3	5.931.267	\$ 31.280.700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 32.280.700



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 2.2.3.2 Alternativa 2

Tabla 2.33. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 1.

CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE POST PANAMAX PLUS. PROFUNDIDAD DE DRAGADO 16.6 Y 17.6 m					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1		\$ 3.000.000
2	Dragado Canal en Roca y Arena (Incluye Tolerancias)	m3	28.760.000	27,33%	\$ 222.890.000
3	Inversión Social	GLO	1		\$ 2.878.177
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 228.768.177

OBRAS COMPLEMENTARIAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
4	EXTRACCIÓN DEL BUQUE TRITONIA	GLO	1		\$ 4.500.000
5	Dragado en Roca y Arena Bahía de sobrepaso	m3	1.655.000	67,98%	\$ 21.180.000
6	Dragado en Roca y Arena Zonas de Fondeo	m3	3.741.700	36,88%	\$ 36.247.650
TOTAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 61.927.650

MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1.000.000
2	Dragado de mantenimiento (Incluye zonas de Fondeo)	m3	5.592.933	\$ 29.580.700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 30.580.700



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				



Tabla 2.34. Resumen de costos. Alternativa 2 – Etapa 2.

COSTOS DE DRAGADO - ALTERNATIVA 1					
ETAPA 3					
CANAL DE UNA VÍA PARA BUQUE NEW PANAMAX. PROFUNDIDAD DE DRAGADO = 17.7 Y 18.7 m					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1		\$ 3.000.000
2	Dragado Canal en Roca y Arena (Incluye Tolerancias)	m3	8.473.000	43,66%	\$ 79.208.500
3	Inversión Social	GLO	1		\$ 8.220.850
Subtotal (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 90.429.350

OBRAS COMPLEMENTARIAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	% Roca	Valor (\$USD)
4	Dragado en Roca y Arena Bahía de sobrepaso	m3	50.000	28,00%	\$ 440.000
TOTAL ETAPA 1 (INCLUYE A.I.U) (\$USD)					\$ 440.000

ETAPA 3				
MANTENIMIENTO ANUAL DEL CANAL Y ZONAS DE FONDEO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Valor (\$USD)
1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE DRAGA	GLO	1	\$ 1.000.000
2	Dragado de mantenimiento	m3	5.931.267	\$ 31.280.700
TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL (INCLUYE A.I.U) (\$USD)				\$ 32.280.700



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 3 ANALISIS ZONAS DE DEPÓSITO DEL MATERIAL DRAGADO

Actualmente existen dos sitios autorizados para la disposición del material proveniente del dragado de la bahía de Buenaventura.

La primera zona corresponde a la autorizada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través de la licencia Ambiental otorgada mediante la Resolución No. 2682 de diciembre 26 de 2006 al Instituto Nacional de Vías INVIAS, para la realización del proyecto “Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura a 12.5 m para la bahía interior y 13.5 m para la bahía exterior”. Este sitio de disposición está localizado a una distancia aproximada de 4 km de la boya No. 1 de entrada al canal, y con un área aproximada de 10 km<sup>2</sup>. Las coordenadas de la zona de disposición se muestran en la Tabla 3.1.



**Tabla 3.1. Coordenadas Zona de Disposición 2006**

Punto	Geográficas WGS 84	
	Longitud	Latitud
A	77°20'15"	3°46'15"
B	77°21'15"	3°46'05"
C	77°22'20"	3°48'30"
D	77°21'15"	3°49'00"

La segunda zona fue determinada por La Dirección General Marítima (DIMAR) mediante estudios especializados en enero de 2015, según lo reporta el informe “*Interventoría al dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto de Buenaventura, Valle del Cauca*” realizado en Febrero de 2015. Esta zona está localizada al oeste del sitio autorizado en el 2006. Tiene un área de 7.5 km<sup>2</sup> y sus coordenadas se muestran en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2. Coordenadas zona de disposición DIMAR 2015**

Punto	Geográficas WGS 84	
	Longitud	Latitud
1	77°21'00"	3°46'00"
2	77°21'41"	3°47'35"
3	77°21'35"	3°48'18"
4	77°22'24"	3°48'19"
5	77°22'22"	3°46'00"

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

La Figura 3-1 presenta la superposición de las dos zonas de disposición, con las isóbatas del levantamiento de Julio de 2015 e información de las cartas náuticas, referidas al sistema MLWS. El zona autorizada mediante la Resolución No. 2682 de diciembre 26 de 2006 se encuentra entre las cotas de 20 y 26 m, y el sitio autorizado por la DIMAR 2015 entre las cotas de 24 y 35 m. Estos dos sitios poseen una capacidad limitada, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Actualmente se finalizaron dragados de mantenimiento al canal de acceso.
- El volumen de la Alternativa 1 – Etapa 1 es de 5,4 millones de m<sup>3</sup>, el cual se dispondría en la zona DIMAR reduciendo su capacidad.
- El volumen a disponer para los canales profundizados de diseño de una y dos vías para las alternativas 1 y 2, está entre los 19 y 117 millones de m<sup>3</sup> aproximadamente.
- La profundidad del canal de diseño a mediano y largo plazo está entre 16 y 19 m.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se proponen a continuación tres (3) alternativas para la disposición del material de dragado de las Etapas 2, y 3 de la Alternativa 1 y para las Etapas 1,2 de la Alternativa 2.

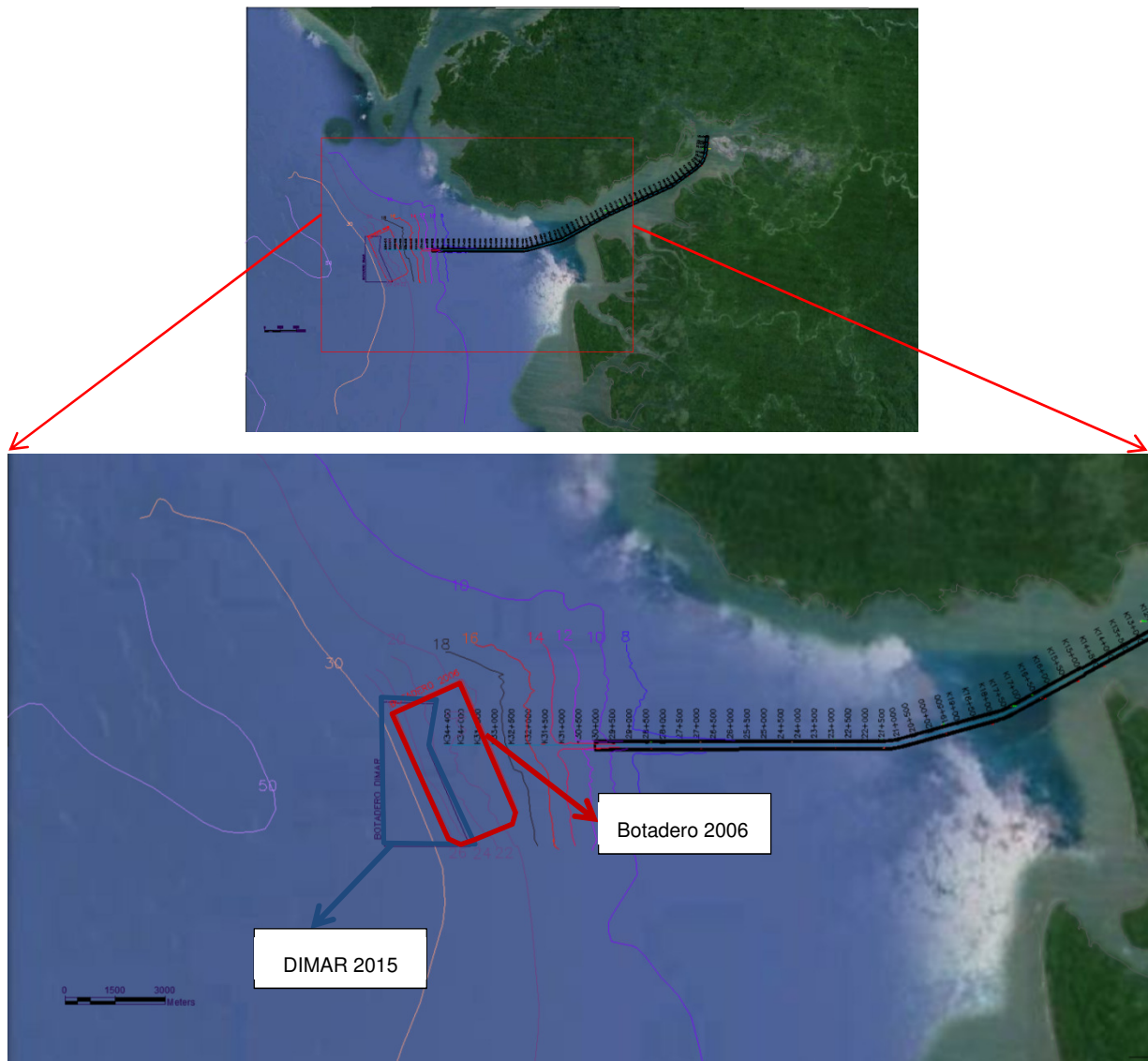




Figura 3-1. Localización de las dos zonas de botadero actual: Botadero 2006 y DIMAR 2015. Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Earth.

### 3.1 ALTERNATIVAS PARA ZONA DE DEPÓSITO

Teniendo en cuenta lo expuesto en el numeral anterior, se realizó el análisis de nuevos sitios para disponer material de dragado. A continuación se presentan tres alternativas para zona de depósito.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 3.1.1 Alternativa 1: Zona de depósito en la isóbata de -30 m.

La primera alternativa corresponde a una zona de depósito ubicada en mar abierto cerca de la isóbata -30 m. Dicha zona de depósito tiene un área de 6.8 km<sup>2</sup> y puede almacenar un volumen de material hasta la cota -30 m de 23'484.250 m<sup>3</sup>. La Figura 3-2 presenta la alternativa 1 para la zona de depósito.

Debido a su poca capacidad de almacenamiento de material, la alternativa 1 de zona de depósito es descartada, ya que se busca una zona donde se pueda almacenar un volumen de material mayor que alcance para el desarrollo completo de las etapas incluyendo sus dragados de mantenimientos.

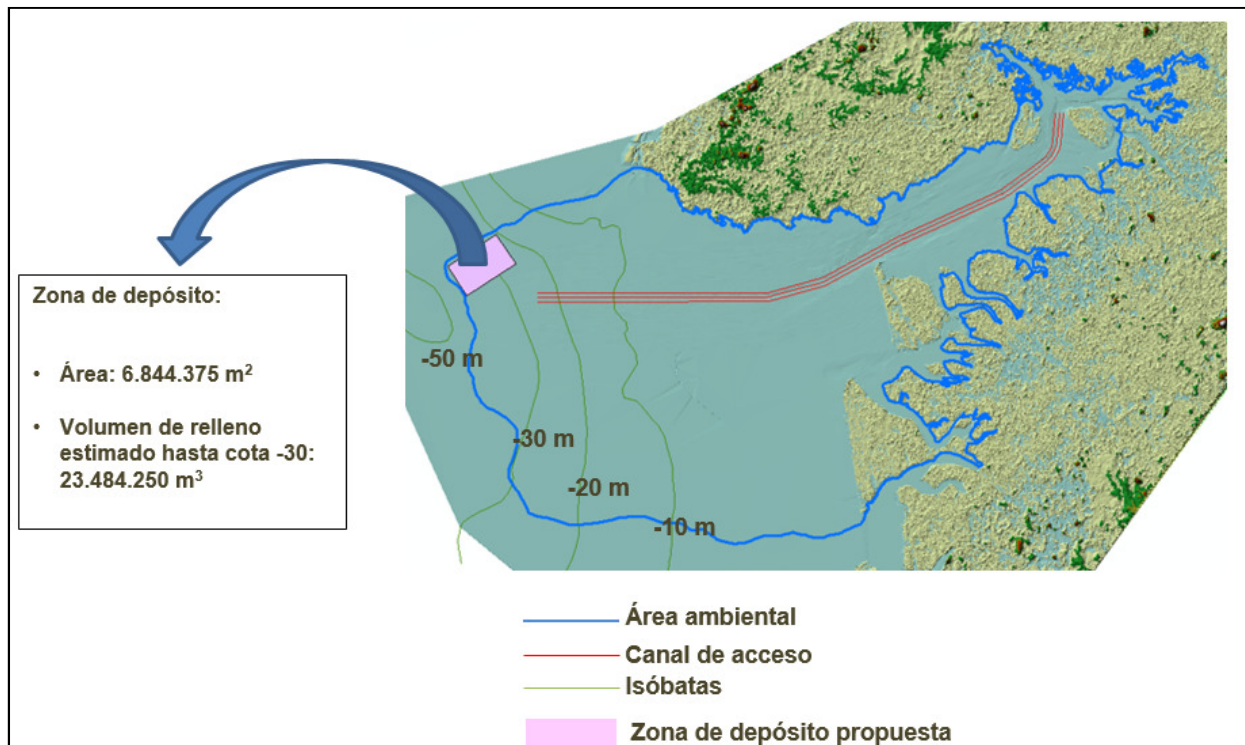
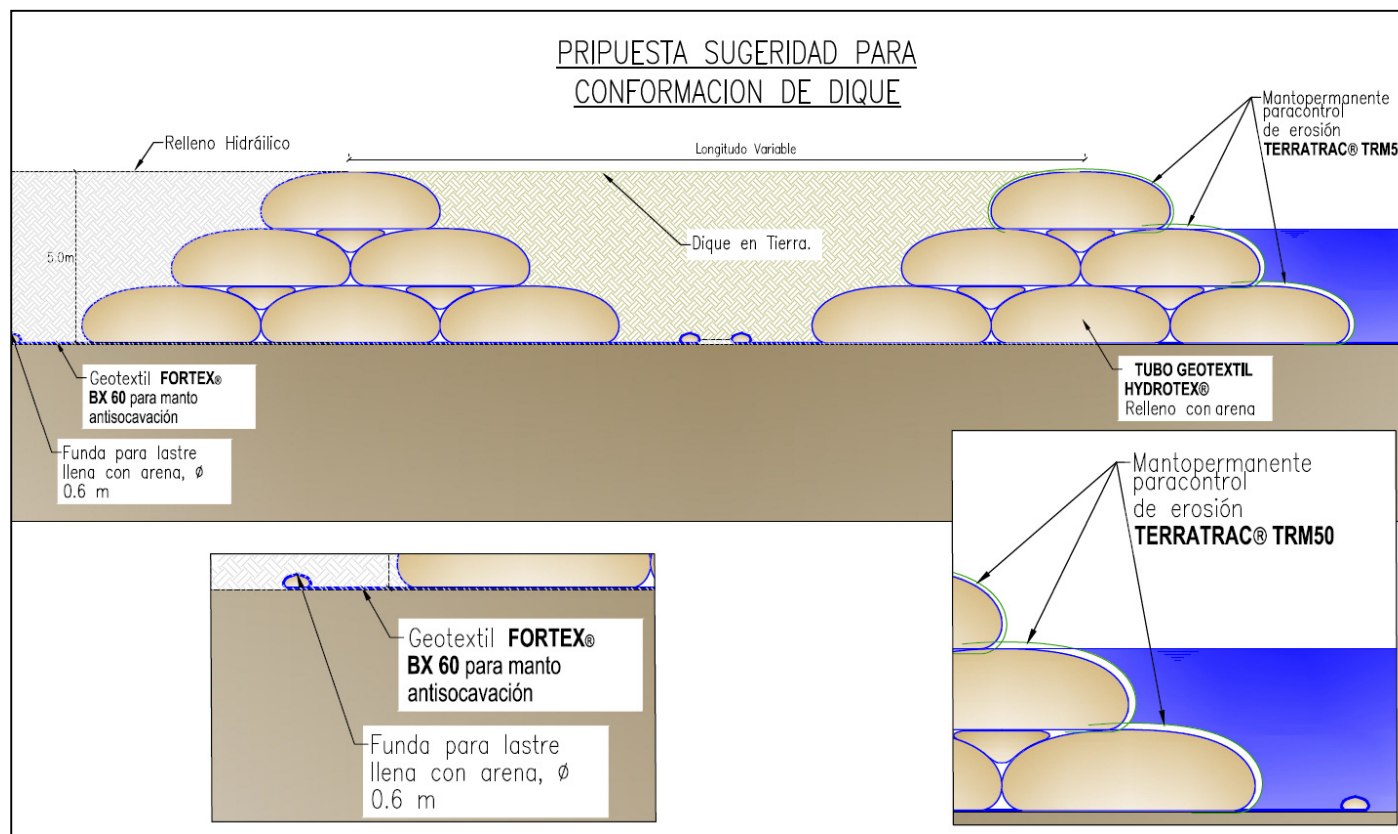




Figura 3-2. Alternativa 1 para zona de depósito en la isóbata -30 m.

Se evaluó la alternativa de construcción del dique mediante geotubos rellenos con el material dragado. La Figura 3-4 presenta un esquema de la construcción del dique en geotubos el cual tendría una altura de 5.0 m.





**Figura 3-4. Construcción de dique en geotubos.**

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 1	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Los motivos por los cuales se ha descartado la alternativa 2 de zona de depósito mediante dique en la orilla norte son los siguientes:

- El área delimitada entre la orilla norte y el dique en geotubos no posee capacidad de relleno suficiente para almacenar todo el material de dragado calculado, para lo cual se requeriría de otra zona de depósito adicional.
- La construcción de un dique de aproximadamente 7 km de longitud demanda una mayor cantidad de tiempo antes de poder iniciar con las obras de dragado propuestas.
- La construcción del dique en geotubos para establecer una zona de depósito en la orilla norte implica una mayor inversión de dinero, lo cual aumentaría el costo total de las obras de profundización del canal.
- La alternativa del dique corresponde a una obra compleja en su proceso constructivo debido a que implica el uso de dragas de corte en la bahía interna, las cuales depositarían el material de dragado en las áreas de relleno de los diques con sus tuberías de vertimiento, restringiendo el tráfico de buques por el canal de acceso al puerto. La Figura 3-5 presenta un esquema de la operación de las dragas de corte para depositar el material en las áreas de relleno de los diques. Se necesitaría una tubería de descarga de aproximadamente 2.7 km.

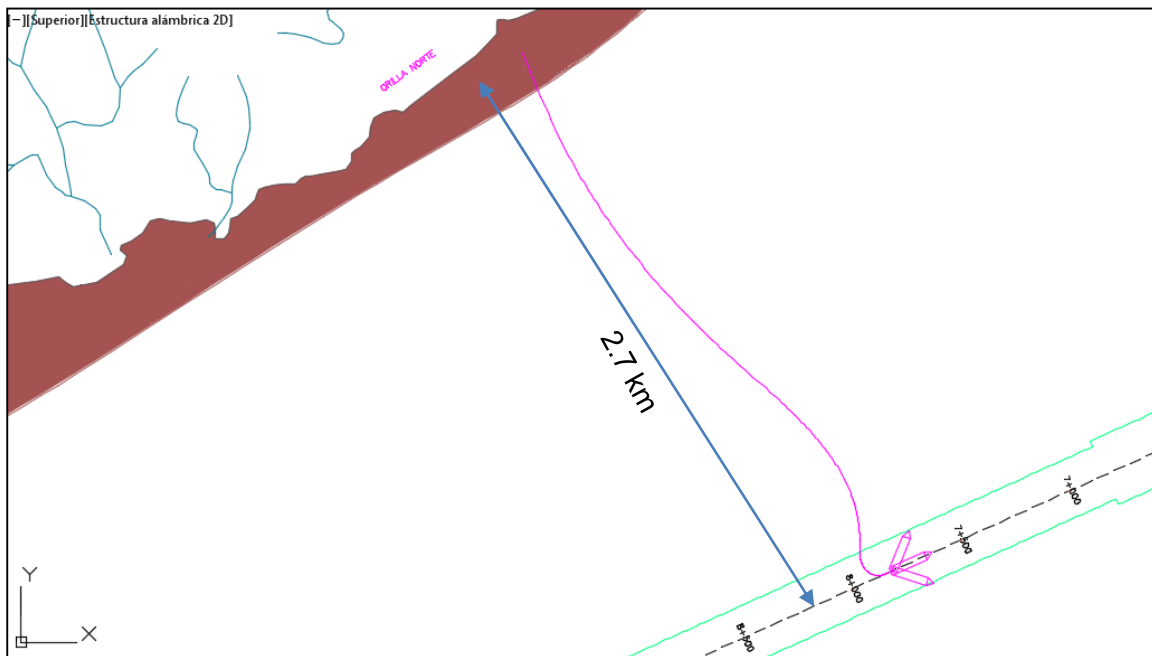




Figura 3-5. Proceso de dragado para depositar material en diques de la orilla norte

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 3.1.3 Alternativa 3: Zona de depósito en la isóbata de -50 m.

La tercera alternativa para zona de depósito corresponde a un sitio ubicado en mar abierto sobre la isóbata de -50 m. Dicha zona de depósito tiene un área de 14.1 km<sup>2</sup> (4.7 km x 2.9 km) y un volumen de relleno estimado hasta la cota -30 m de 271'000.000 m<sup>3</sup>.

Debido a su amplia capacidad de almacenamiento de material dragado, se ha seleccionado a la alternativa 3 como la zona de depósito propuesta para el presente proyecto (Etapas 2 y 3 – Alternativa 1 y Etapas 1, 2 y 3 de la Alternativa 2). En la Figura 3-6 presenta la zona de depósito propuesta. La Tabla 3.3 presenta las coordenadas del botadero propuesto.

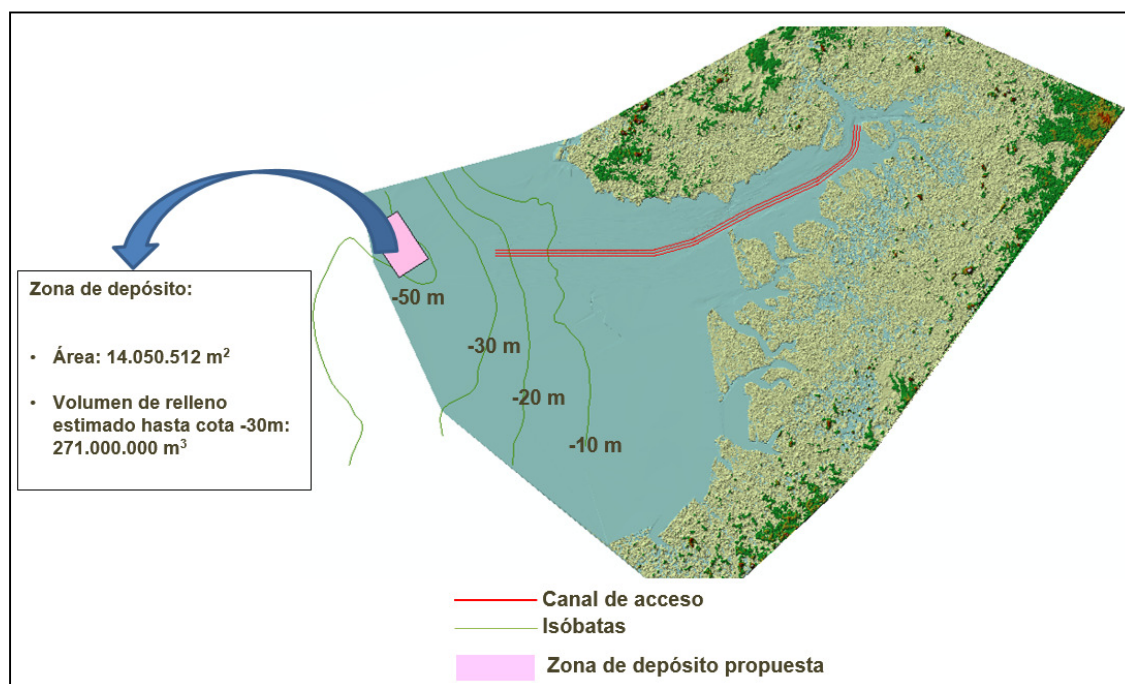




Figura 3-6. Zona de depósito propuesta. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3. Coordenadas zona de disposición propuesta. Fuente: Elaboración propia

PUNTO	COORDENADAS - UTM 18N		GEOGRÁFICAS WGS-84	
	ESTE (METROS)	NORTE (METROS)	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE
C1	229986,512	423200,638	03°49'31,13"	77°25'52,31
C2	232584,663	419242,989	03°47'22,58"	77°24'27,78
C3	230102,805	417613,677	03°46'29,34"	77°25'48,09
C4	227504,653	421571,327	03°48'37,88"	77°27'12,56



	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

### 3.1.4 Otras zonas de disposición analizadas

Se analizaron otros posibles sitios de disposición de material en el casco urbano de Buenaventura como posibles zonas de relleno, para lo cual se realizaron acercamientos con la administración municipal. Como conclusión, de los acercamientos y de la revisión del nuevo plan de desarrollo disponible, no fue posible identificar algunas zonas de relleno.

Adicionalmente se realizaron acercamientos con Findeter para establecer si en el proyecto del Malecón que actualmente está en desarrollo, requiere material de relleno con las características que se van a extraer con los dragados y se obtuvo la siguiente información:

El proyecto Malecón Bahía de la Cruz está conformado por 3 fases, con un recorrido de aproximadamente 5 km que va desde el muelle turístico hasta el puente el Piñal, bordeando la Isla Cascajal (ver Figura 3-7).





**Figura 3-7. Proyecto Malecón Bahía de la Cruz (Fuente Findeter).**

La fase 1 está constituida por 2 etapas así:

La etapa 1 de la fase 1 incluye:

- Parque NUT (Néstor Urbano Tenorio)
- Calle 1, entre Carreras 2 A y 3 A

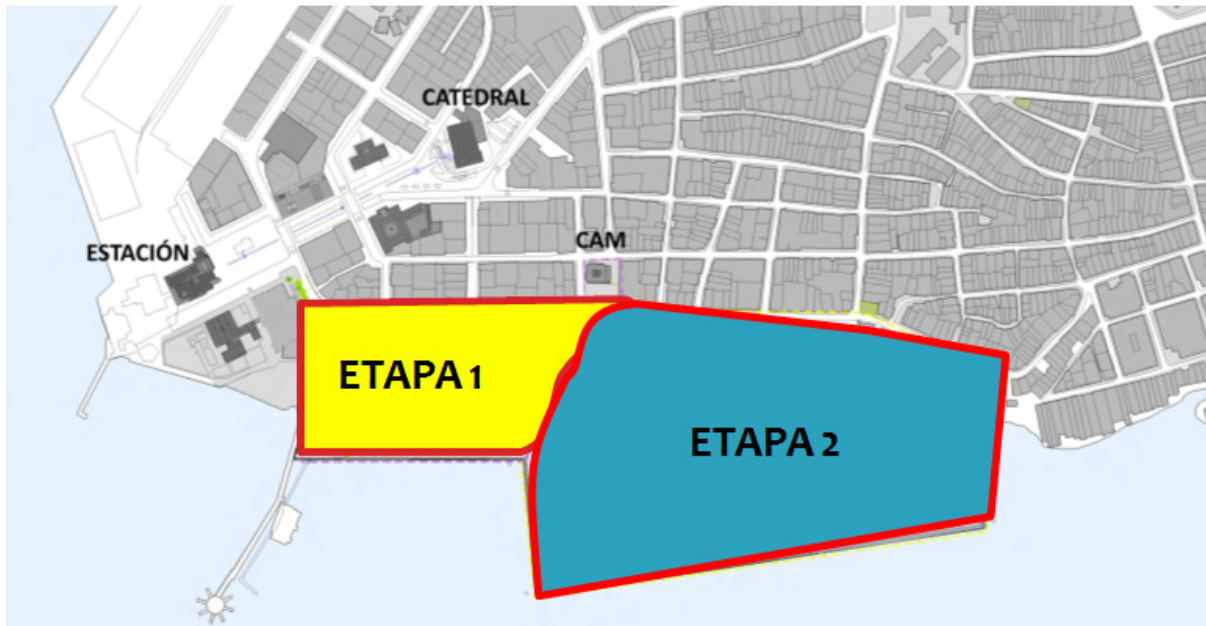
	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

- Plazoleta CAM

La etapa 2 de la fase 1:

- No hay diseños aprobados ni el área total definida.
- A la fecha no existe ningún tipo de convenio para ejecución de las obras.

En la Figura 3-8 se presenta la planta de las dos etapas de la Fase 1.





**Figura 3-8. Proyecto Malecón Bahía de la Cruz Fase 1 (Fuente Findeter).**

La etapa 1 tiene un área de intervención aproximada de 53.523 m<sup>2</sup> detallados así:

- \* PARQUE NESTOR URBANO TENORIO AREA: 42.357 m<sup>2</sup>.
- \* PLAZOLETA CAM AREA: 2.628 m<sup>2</sup>.
- \* VIA LA CALLE 1 Y CARRERAS AREA: 8.538 m<sup>2</sup>.

En la Figura 3-9 presentada a continuación se presenta el detalle de las obras a ejecutar en la etapa 1 de la fase 1.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

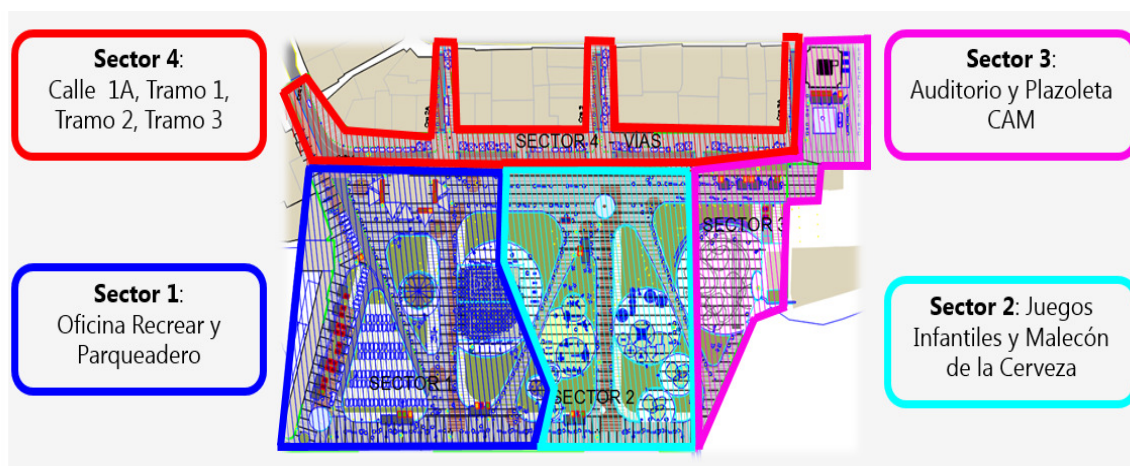


Figura 3-9. Detalle obras etapa 1 - Fase 1 Malecón Bahía de la Cruz (Fuente Findeter).



En abril de 2016 el Consorcio Dragado Buenaventura 2015, realizó el levantamiento topográfico del área correspondiente a la etapa 1 como se puede observar en detalle en el documento 2838-00-TP-RP-001-0 del presente estudio. Se realizó el cálculo del material que máximo se podría disponer, el cual está del orden de los 214.900 m<sup>3</sup>.

El tipo y cantidad de material de rellenos realmente requeridos para la construcción de la etapa 1 de la fase 1 es material seleccionado como se puede apreciar en la Tabla 3.4.



Tabla 3.4. Cantidades de obra rellenos Etapa 1 Fase 1 Malecón (Fuente Findeter).

CANTIDADES DE OBRA (RELLENOS) APROX		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
RELLENO COMP.MAT.SELECC. >10KM (BALASTRO LIMPIO MENUDO)	M3	16.847
RELLENO TIPO 2A - MATERIAL SELECCIONADO	M3	3362
RELLENO TIPO 3 - MATERIAL DE SITIO	M3	960
RELLENO TIPO 6 RAJÓN O PIEDRA REDONDA	M3	318
RELLENO TIPO 1 MATERIAL TIPO GRAVILLA Y ARENA BIEN GRADADA	M3	281
RELLENO COMP.MAT.SELECC.10KM (ROCAMUERTA)	M3	271

En total se requieren aproximadamente 22 mil m<sup>3</sup> de material seleccionado con unas características distintas al material que se puede extraer con los dragados.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

Por lo expuesto, se descartó utilizar como relleno el material proveniente del dragado para la etapa 1 de la fase 1 del proyecto del Malecón Bahía de la Cruz. Para las siguientes dos fases, como no hay diseños ni el área total definida, no fue posible analizar si el material proveniente del dragado se puede aprovechar como relleno de esas zonas.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 4 ALTERNATIVA SELECCIONADA

Luego de las investigaciones realizadas durante el presente proyecto y de las dos fases de alternativas propuestas y analizadas para la profundización del canal de acceso, desde el punto de vista tanto técnico como económico, la mejor opción de profundización es la alternativa 1 de la segunda fase de alternativas propuestas y analizadas.



A continuación se relacionan las tres etapas de la alternativa seleccionada:

Etapas 1 – Optimización del canal en planta sin profundizar, para el buque Post Panamax Plus.

Etapas 2 – Profundización del canal de una vía para el Buque Post Panamax Plus.



Etapas 3 – Profundización del canal de una vía para el Buque New Panamax.

En cuanto a las zonas de disposición se seleccionó la alternativa 3, correspondiente a un sitio localizado en cercanías de la isóbata -50, con capacidad suficiente para disponer el material de dragado capital y de mantenimiento de las etapas 2 y 3 de la alternativa seleccionada.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

## 5 CONCLUSIONES

- Se realizó una primera fase de planteamiento y análisis de alternativas de profundización del canal de acceso al puerto de Buenaventura por etapas, las cuales llegaron a un canal de dos vías para el Buque tripe E.
- La alternativa 1 contempla 3 etapas: La primera es el mejoramiento del canal actual con sobreanchos en las curvas para mejorar la maniobra de los buques que actualmente ingresan. La segunda etapa es la profundización del canal en una vía para el buque New Panamax y la tercera etapa es la profundización del canal en dos vías para el Buque Triple E.
- La alternativa 2 también se planteó en 3 etapas: La etapa 1 es la profundización del canal en una vía para el Buque New Panamax. La segunda etapa es la profundización del canal en una vía para el Buque Triple E y la tercera etapa es la profundización del canal en dos vías para el Buque Triple E.
- Como los costos y volúmenes tanto de mantenimiento como de dragado capital son extremadamente altos para las dos alternativas de la primera fase analizada, se realizó una segunda fase de análisis de alternativas de profundización descartando un canal de dos vías, pero planteando una bahía de sobrepaso para maniobras de cruce de los buques de diseño Post Panamax Plus y New Panamax.
- La segunda fase de alternativas contempló profundizar el canal de acceso de igual manera por etapas, profundizando el canal hasta la cota requerida para el Buque New Panamax, es decir, -17.7 m en Bahía interna y -18.7 m en Bahía externa.
- La alternativa 1 se planteó en 3 etapas: la primera etapa es la optimización del canal de acceso en planta para el Buque Post Panamax Plus. La segunda etapa es la profundización del canal en una vía para el Buque Post Panamax Plus (Incluye Bahía de sobrepaso) y la tercera etapa es la profundización del canal en una vía para el Buque New Panamax (También incluye la profundización de la bahía de sobrepaso).
- La alternativa 2 se proyectó en 2 etapas: la primera etapa es la profundización del canal en una vía para el Buque Post Panamax Plus (Incluye Bahía de sobrepaso) y la segunda etapa es la profundización del canal en una vía para el Buque New Panamax (También incluye la profundización de la bahía de sobrepaso).
- Se seleccionó la alternativa 1 de la segunda fase planteada y su análisis detallado, que incluye tanto costos como volúmenes definitivos, se presentará en el Volumen IX del presente estudio, denominado Desarrollo detallado de la alternativa de profundización.

	ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE BUENAVENTURA. VALLE DEL CAUCA	Doc.: 2838-00-AA-RP-001		
		Rev. 0	2016-07-19	
VOLUMEN VIII PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS				

- Se realizó el planteamiento y análisis de alternativas para la disposición del material del dragado, dado que la capacidad del sitio autorizado por la Dimar en 2015, tiene una capacidad limitada.
- Se analizaron 3 alternativas de disposición: la primera es una zona al oeste de la boya de mar, situada sobre la isóbata -30 m. La segunda alternativa es la construcción de diques en la orilla norte de la bahía de Buenaventura y la tercera zona es un área al oeste del canal, localizada sobre la isóbata -50 m.
- Se analizaron otros posibles sitios de disposición de material en el casco urbano de Buenaventura como posibles zonas de relleno, para lo cual se realizaron acercamientos con la administración municipal. Como conclusión, de los acercamientos y del nuevo plan de desarrollo disponible, no fue posible identificar algunas zonas de relleno. Adicionalmente se realizaron acercamientos con Findeter para establecer si en el proyecto del Malecón que actualmente está en desarrollo, requiere material de relleno con las características que se van a extraer con los dragados, pero se identificó que el material, es de tipo seleccionado con unas características específicas y diferentes al material que se va a dragar.
- Se descartó utilizar como relleno el material proveniente del dragado para la etapa 1 de la fase 1 del proyecto del Malecón Bahía de la Cruz. Para las siguientes dos fases, como no hay diseños ni el área total definida, no fue posible analizar si el material proveniente del dragado se puede aprovechar como relleno de esas zonas.
- Se seleccionó la alternativa 3 de disposición como la zona más viable para depositar el material de dragado de las etapas 2 y 3 de la alternativa seleccionada, localizada sobre la isóbata -50 en las coordenadas presentadas en la Tabla 3.3 del presente documento.