



Proyecto del Tercer Juego de Esclusas

Traducción

Nombre del estudio en inglés: Technical analysis of disposal sites for works on Proposed New Panama Canal Post Panamax Navigation Channels and Locks

Nombre del estudio en español: Análisis Técnico de sitios de disposición de materiales para trabajos de los cauces de navegación y esclusas del Canal Pospanamax propuesto

Fecha del informe final: Marzo de 2005

Fecha de la traducción: 12 de mayo de 2006

Nombre del consultor: Autoridad del Canal de Panamá

INFORME FINAL



Índice	Página
1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO 4
2	EXCAVACIÓN DE LOS CAUCES DE NAVEGACIÓN POSPANAMAX Y ESTIMADOS DE LOS VOLÚMENES DE DRAGADO 4
3	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL MATERIAL DRAGADO Y EXCAVADO..... 8
3.1	ENTRADA DEL ATLÁNTICO 8
3.2	EL CANAL DE APROXIMACIÓN NORTE DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO..... 8
3.3	EL CANAL DE APROXIMACIÓN SUR DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO..... 8
3.4	EL LAGO GATÚN..... 9
3.5	EL CORTE CULEBRA..... 10
3.6	EL CANAL DE APROXIMACIÓN NORTE DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO..... 10
3.7	EL CANAL DE APROXIMACIÓN SUR DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO..... 10
3.8	EL CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA ENTRADA DEL PACÍFICO 10
4	DRAGADOS PROPUESTOS PARA LA PROFUNDIZACIÓN, ENSANCHE Y CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN..... 11
4.1	ENTRADA DEL ATLÁNTICO 12
4.2	CANALES DE APROXIMACIÓN SUR Y NORTE DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL ATLÁNTICO..... 12
4.3	EL LAGO GATÚN..... 12
4.4	EL CORTE CULEBRA 12
4.5	EL CANAL DE APROXIMACIÓN NORTE DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO..... 13
4.6	EL CANAL DE APROXIMACIÓN SUR DE LAS NUEVAS ESCLUSAS DEL PACÍFICO..... 13
4.7	EL CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA ENTRADA DEL PACÍFICO 14



5	SITIOS DE DESECHO PROPUESTOS PARA DEPOSITAR EL MATERIAL DRAGADO Y EXCAVADO DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN DEL CANAL	14
5.1	ÁREA DEL ATLÁNTICO	16
5.1.1	<i>Sitio de desecho del noroeste del rompeolas.....</i>	16
5.1.2	<i>Área de desecho de Sherman</i>	16
5.1.3	<i>Otras opciones</i>	17
5.2	EL LAGO GATÚN	18
5.2.1	<i>Sitio de desecho de la Isla de la Represa.....</i>	18
5.2.2	<i>Sitio de descarga No. 14</i>	18
5.2.3	<i>Sitio de desecho de Frijoles</i>	18
5.2.4	<i>Sitios de desecho a lo largo de los cauces de navegación del lago Gatún.....</i>	19
5.2.5	<i>Otras opciones de sitios potenciales de desecho</i>	19
5.3	EL CORTE CULEBRA	19
5.3.1	<i>Sitio de desecho E1</i>	19
5.3.2	<i>Sitio de desecho E2</i>	20
5.3.3	<i>Sitio de desecho E3.....</i>	20
5.3.4	<i>Sitio de desecho W1</i>	20
5.3.5	<i>Sitios de desecho Bas Obispo 1 y 2</i>	21
5.3.6	<i>Sitio de desecho W2.....</i>	21
5.3.7	<i>Sitio de desecho W3</i>	21
5.3.8	<i>Sitio de desecho W4</i>	22
5.3.9	<i>Sitio de desecho W5</i>	22
5.3.10	<i>Sitio de desecho de municiones sin explotar (UXO)</i>	23
5.3.11	<i>Sitio de desecho de dragado.....</i>	24
5.3.12	<i>Sitio de desecho de Pedro Miguel.....</i>	24
5.4	ÁREA DEL PACÍFICO.....	24
5.4.1	<i>Sitio de desecho de Cocolí</i>	24
5.4.2	<i>Excavación T8 – 1939</i>	24
5.4.3	<i>Orilla Oriental del Lago Miraflores – T7</i>	25
5.4.4	<i>Sitio de desecho de Victoria</i>	25
5.4.5	<i>Sitio de desecho de Rosseau</i>	25
5.4.6	<i>Sitio de desecho de Velásquez</i>	25
5.4.7	<i>Sitio de desecho de Farfán</i>	25
5.4.8	<i>Sitio de desecho de Palo Seco</i>	26
5.4.9	<i>Sitio de desecho de Tortolita</i>	26
5.4.10	<i>Sitio de desecho de Tortolita Sur</i>	27
5.4.11	<i>Sitio de desecho a mar abierto en la entrada del Pacífico</i>	27
6	SITIOS DE DESECHO RECOMENDADOS PARA EL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN ...	27



ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS SITIOS DE DESECHO DE LAS OBRAS DE LAS ESCLUSAS NUEVAS PROPUESTAS POSPANAMAX Y SUS CAUCES DE NAVEGACIÓN

1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

La construcción de las nuevas esclusas Pospanamax en el Canal de Panamá requerirá mejoras en los cauces existentes de navegación del Canal y la construcción de canales de aproximación a las esclusas Pospanamax, para lo cual deberán llevarse a cabo obras de profundización y ensanche con el fin de garantizar el tránsito seguro y expedito de buques Pospanamax a través del Canal.

El presente informe cubre el análisis técnico de las opciones de sitios de desecho para depositar el consiguiente material seco y húmedo de las obras de excavación de las mejoras de los cauces de navegación. La ACP contrató los servicios de los consultores externos Moffatt & Nichol (M&N) y Louis Berger Group (LBG), con el fin de evaluar las diferentes alternativas para disponer del material excavado y dragado del Corte Culebra y de la entrada del Pacífico del Canal. Dichos estudios concluyeron en marzo de 2004 y podrán ser examinados en los informes finales de los consultores entregados a la ACP¹.

El manejo del material seco y húmedo del dragado y de excavación del Canal constituye el tema más crítico de cualquier operación de excavación y dragado debido a las implicaciones ambientales de los sitios de desecho, la cantidad limitada de sitios disponibles y sus limitaciones de capacidad, la distancia del acarreo y el gran volumen de material excavado y dragado.

2 EXCAVACIÓN DE LOS CANALES DE NAVEGACIÓN POSPANAMAX Y ESTIMADOS DE LOS VOLÚMENES DE DRAGADO

- Como parte del Programa de Ampliación del Canal, el trabajo de dragado y de excavación debe realizarse a lo largo de los cauces existentes del Canal desde el extremo norte de la entrada del Atlántico hasta el extremo sur de la entrada del Pacífico. También podría requerir un trabajo similar en las nuevas alineaciones de las esclusas o de los canales de aproximación del Atlántico y del Pacífico. Véase el diseño de las áreas de ampliación y de la construcción

¹ Moffatt & Nichol Engineers, Louis Berger Group, Golder Associates, "Evaluación de las Alternativas de Disposición de Materiales de la Excavación y Dragado del Lado Pacífico", Informe Final, 3 volúmenes, marzo de 2004.

Moffatt & Nichol Engineers, Louis Berger Group, Golder Associates, Estudio de Factibilidad del Desarrollo de las Islas en la Entrada del Pacífico del Canal de Panamá", Informe Final, 4 Volúmenes, mayo de 2004.

Louis Berger Group, "Opciones de Evaluación Ambiental para la Construcción de Esclusas Nuevas y la Profundización de las Entradas del Atlántico y del Pacífico del Canal de Panamá", agosto de 2004.



de los canales de navegación del Canal en el Apéndice No. 1 y las dimensiones del diseño de los buques Pospanamax en el Apéndice No. 2.

- Las principales características del diseño del buque que se utilizaron para determinar las nuevas esclusas propuestas para el Canal y las dimensiones de los cauces de navegación mejorados son las siguientes:
 - Eslora: 30 metros
 - Manga: 46 metros
 - Calado: De 13.1 metros a 13.7 metros

- La profundización y el ensanche de los cauces existentes del Canal y la construcción de los canales de aproximación de las nuevas esclusas producirían cauces de navegación con las siguientes dimensiones mínimas:
 - Entrada del Atlántico = 225 metros de ancho y un calado de 13.7 metros
 - Canal de acceso norte de las nuevas esclusas del Atlántico = 218 metros de ancho y un calado de 13.7 metros
 - Canal de acceso sur de las nuevas esclusas del Atlántico = 218 metros de ancho y 10.4 metros PLD²
 - Lago Gatún = 280 metros en las bordadas rectas, 366 metros en las curvas y 10.4 metros PLD
 - Corte Culebra = 218 metros y 10.4 PLD
 - Canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico = 218 metros y 10.4 PLD
 - Canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico = 218 metros y 13.7 metros de calado
 - Cauce de navegación en la entrada del Pacífico = 225 metros y 13.7 metros de calado

- La Tabla No.1 contiene un resumen los volúmenes de excavación y dragado que la profundización y el ensanche generarían en cada una de las áreas de ampliación descritas anteriormente.

- Tal como lo muestra la Tabla No. 1, las cantidades del material dragado y excavado de las mejoras de los cauces de navegación y de la construcción de los canales serían de un total de 46.67 millones de metros cúbicos de orilla y de 11.66 millones de metros cúbicos de orilla, respectivamente. Se supuso que el valor preliminar de la masa del material duro y blando podría ser alrededor del 25 al 30 por ciento; sin embargo, este factor de masa podría reducirse a aproximadamente de 15 a 20 por ciento a medida que el material se deposita en un sitio de desecho, se compacta y se consolida. Sin embargo, en esta etapa de evaluación inicial, la utilización del valor del 30 por ciento es conservadora y se recomienda para asegurar que la capacidad disponible de

² Todas las elevaciones del Canal se denominan PLD ó nivel preciso de referencia, el cual se aproxima al nivel medio del mar en las entradas del Atlántico y del Pacífico.



los sitios de desecho en tierra y mar cumpla o sobrepase los volúmenes estimados de material dragado y excavado.

- Suponiendo un volumen de masa del 30 por ciento, las cantidades totales del material de dragado y excavación serían de 55.47 millones de metros cúbicos sueltos y de 15.16 millones de metros cúbicos sueltos, respectivamente.
- Estos volúmenes no incluyen el material de la excavación y el dragado de la construcción de las esclusas nuevas del Canal y del canal de acceso del norte de las nuevas esclusas del Pacífico entre el tapón del Corte Culebra y el tapón intermedio.



VOLUMEN DE EXCAVACIÓN Y DRAGADO DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL
Escenario: Esclusas 427 metros x 55 metros x 168.8 metros

	Áreas	Estaciones	Ancho (metros)	Dragado		Excavación	
				(En M m ³ de orilla)	(suelto en M m ³)	(M m ³ de orilla)	(suelto en M m ³)
1	Cauce de navegación de la entrada Atlántica	-2K + 700 a 7K + 100	225	6.95	9.04	0.00	0.00
2	Canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Atlántico	7K + 100 a 9K + 700	218	6.55	8.52	0.90	1.17
3	Tapón del norte de las nuevas esclusas del Atlántico	9K + 700 a 9K + 900	250	0.61	0.79	0.16	0.21
4	Sitio de las esclusas Pospanamax del Atlántico	11K + 000 a 12K + 820	94			5.41	7.03
5	Tapón del sur de las nuevas esclusas del Atlántico a 10.4 metros PLD	12K + 820 a 13K + 020	300	0.69	0.90	0.40	0.52
6	Ensanche del lago Gatún a 280 metros y 366 metros a 10.4 metros PLD	16K + 200 a 44K + 000	280	7.40	9.62	0.00	0.00
7	Ensanche del Corte Culebra a 218 metros y 10.4 metros PLD	44K + 940 a 61K + 920	218	4.08	5.30	7.22	9.39
8	Canal de aproximación de las nuevas esclusas del Pacífico al norte del tapón del Corte Culebra, a 10.4 metros PLD	1k + 700 @ 2k + 540	218	2.43	3.16	2.13	2.77
9	Corte Culebra o tapón del norte	2K + 700 a 2K + 700	256	0.51	0.66	0.63	0.82
10	Canal de aproximación de las nuevas esclusas del Pacífico, al norte del tapón intermedio, a 10.4 metros PLD	2K + 700 a 6K + 660	218			39.75	51.68
11	Tapón intermedio de las nuevas esclusas del Pacífico	6K + 680 a 6K + 840	275	0.55	0.72	0.00	0.00
12	Sitio de las esclusas Pospanamax del Pacífico	6K + 840 a 9K + 200	94			9.12	11.86
13	Tapón del sur de las nuevas esclusas del Pacífico	9K + 200 a 9K + 400	400	0.80	1.04	0.07	0.09
14	Canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico	9K + 460 a 10K + 800	218	5.60	7.28	0.15	0.20
15	Cauce de navegación de la entrada del Pacífico	71K + 900 a 86 + 500	225	6.50	8.45	0.00	0.00
TOTAL DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN Y DRAGADO				42.67	55.47	65.94	85.74

Notas: Se supuso un factor de volumen del 30 por ciento para determinar los metros cúbicos sueltos.
 Las estaciones enumeradas en rojo son solamente para referencia.

Tabla No. 1 Volúmenes de Excavación y Dragado del Programa de Ampliación del Canal



3 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL MATERIAL DRAGADO Y EXCAVADO

- A excepción del Corte Culebra y los canales de aproximación de las nuevas esclusas, donde se han realizado numerosos sondeos de los cuales se han obtenido muestras, la información geológica sobre la entrada del Atlántico, el lago Gatún y la entrada del Pacífico se basa en unas cuantas operaciones de sondeos con testigos, informes de dragado e información proporcionada por los capitanes de las dragas de la ACP. Por lo tanto, las condiciones geológicas de estas áreas de los cauces de navegación del Canal son inciertas, especialmente las de la entrada del Pacífico.
- Para mayor información sobre las propiedades geológicas del material del fondo del cauce del Canal, véanse los Apéndices No. 3 y No. 4.

3.1 Entrada del Atlántico

- La tierra turbosa del Atlántico, la formación de Gatún y un relleno muy delgado heterogéneo de recubrimiento blando y rocas grandes conforman el material encontrado en el subfondo del cauce de la entrada del Atlántico. El área específica que hay que draga se halla entre la estación -2K+700 y la estación 7K +100. Por lo tanto, el tipo de material que la draga sacaría sería mayormente de la formación de Gatún con RH-1 a RH-2³, es decir roca de blanda a semiblanda.

3.2 El canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Atlántico

- El cauce de aproximación norte de las nuevas esclusas del sector Atlántico está compuesto de la formación de Gatún y de tierra turbosa del Atlántico.

3.3 El canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Atlántico

- El canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Atlántico está compuesto de la formación de Gatún.

3.4 El lago Gatún

- La bordada de Gatún está compuesta de formación de Gatún y de Caimito. La formación de Gatún consta de arenisca, limonita, conglomerado y toba semiblanda a semidura (RH-2 a RH-3). La formación de Caimito consta de toba, limonita, arenisca, conglomerado y piedra caliza, que se clasifican como materiales semiduros.

³ RH es la abreviatura de la dureza de la roca. La roca RH-5 es roca muy dura y la roca RH-1 es roca muy blanda.



- La bordada de Peña Blanca está compuesta de formación de Caimito.
- La bordada de Bohío está compuesta de formación de Bohío, que consta de arenisca y conglomerados clasificados como material de dureza semidura a dura.
- La bordada de Buena Vista está compuesta de formaciones de Bohío y Caimito.
- La bordada de Tabernilla está compuesta de formación de Caimito. También se ha encontrado algún basalto.
- La bordada de San Pablo está compuesta de formación de Caimito.
- La bordada Mamei está compuesta de formación de Caimito
- La bordada de Juan Grande está compuesta de formación de Caimito.
- La bordada de Gamboa está compuesta de formaciones de Bas Obispo, de Bohío y de Caimito. La formación de Bas Obispo consta de fragmentos duros de basalto y andesita.
- La bordada del Cruce del Chagres está compuesta de formación de Bas Obispo.

3.5 El Corte Culebra

- La bordada de Bas Obispo está formada por formaciones de Bas Obispo y de Las Cascadas. La formación de Las Cascadas consta de aglomerado, toba aglomerada con canto rodado y grava. Esta formación varía de dura a semiblanda.
- La bordada de Las Cascadas está compuesta de formaciones de Bas Obispo, La Boca y Las Cascadas. La formación de La Boca consta de arenisca, limonita, piedra caliza y aglomerados.
- La bordada Cunette está compuesta por formación de Las Cascadas.
- La bordada de Emperador está compuesta de formaciones de Las Cascadas, Pedro Miguel y La Boca. La formación de Pedro Miguel consta de material semiduro con pequeños fragmentos hasta rocas grandes de basalto.
- La bordada de Culebra está compuesta de formaciones de Culebra y Cucaracha conjuntamente con cierta formación de Pedro Miguel. La formación de Culebra consta de limonita tobácea blanda y arcilla. La formación de Cucaracha consta de pizarra débil de arcilla.



- La bordada de Cucaracha está compuesta de formaciones de Cucaracha, Culebra y Pedro Miguel. En esta bordada puede encontrarse material duro.

3.6 El canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico

- El canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico consta de formaciones de Culebra, Cucaracha, Pedro Miguel y La Boca y basalto.

3.7 El canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico

- El canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico consta de formación de La Boca y basalto.

3.8 El canal de navegación de la entrada del Pacífico

- El área ubicada al norte del Puente de las Américas está compuesta de formación de La Boca de RH-2 a RH-5, y basalto de RH-4 hasta RH-5.
- El área ubicada al norte del Puente de las Américas está compuesta de formación de La Boca, algunas dacitas RH-4 a RH-5, formación de Panamá de RH-2 a RH-5, basalto de RH-4 a RH-5 y sedimentos en los últimos 4 kilómetros del extremo sur de la bordada hasta la entrada del Pacífico.



4 DRAGADOS PROPUESTOS PARA LA PROFUNDIZACIÓN, ENSANCHE Y CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE NAVEGACIÓN

- La siguiente tabla muestra la efectividad de las diversas dragas para cada tipo de material dragado. Los renglones resaltados incluyen las dragas recomendadas para el dragado del cauce de navegación del Canal. El Apéndice 5 incluye las imágenes de las dragas propuestas para el programa de ampliación del cauce de navegación del Canal.

Efectividad de las Dragas para los Diferentes Tipos de Material

Equipo	Profundidad en metros	Sedimento y arena	Grava	Arcilla y lodo	Roca blanda <15 Mpa	Roca Mediana 15-50 MPa	Roca dura +50 Mpa
Draga de cangilones mediana (de 5 a 10 km ²)	60	●	●	●			
Draga cortadora de succión mediana (con cuchilla de 1 a 2k KW)	20	●	●	●	●		
Draga cortadora de succión mediana (con cuchilla de 2 a 3k KW)	25	●	●	●	●	●	
Draga cortadora de succión grande (con cuchilla de 3 a 5k KW)	30	●	●	●	●	●	
Retroexcavadora	18		●	●	●		
Draga de cucharón, y perforación y voladura	18		●	●	●	●	●
Retroexcavadora, y perforación y voladura (entrada del Pacífico)	20+		●	●	●	●	●

Efectividad (producción y costo):

- Muy buena ●
- Buena ●
- Moderada ●
- Baja ●

Tabla No. 2. Efectividad de las Dragas por Tipo de Material

4.1 Entrada del Atlántico

- El cauce de entrada del Atlántico no requerirá ninguna perforación ni voladura debido a que el material es principalmente sedimento y arena; por lo tanto, una draga cortadora de succión o una draga de cangilones podrá dragar eficazmente el cauce de entrada del Atlántico.



- La ACP está proponiendo el uso de una draga de cangilones para profundizar y ensanchar el cauce de navegación de la entrada Atlántica debido a su producción de volumen de dragado y economía para el tipo de material que se encuentra en esta área.

4.2 Canales de aproximación sur y norte de las nuevas esclusas del Atlántico

- Se propone una draga cortadora de succión para roca de tamaño mediano con un cortador de 2,000 a 3,000 kilovatios para dragar la formación de Gatún y la tierra turbosa del Atlántico que se encuentra en el canal de aproximación de las nuevas esclusas del Atlántico.
- La draga Mindi de la ACP tiene una cuchilla de 671 kilovatios que es suficiente para extraer la tierra turbosa del Atlántico, pero que carece de la capacidad para dragar efectivamente la formación de Gatún. Por lo tanto, para esta área se recomienda una draga cortadora de succión para roca de tamaño mediano. Sin embargo, la draga Mindi podría servirle de respaldo a esta draga cortadora de succión.
- El equipo de apoyo requerido para la draga cortadora de succión incluye tuberías y pontones, una barcaza de anclaje, una barcaza sumergible y una lancha de empuje para la descarga subacuática y tractores y tuberías para descargar el material en tierra.

4.3 El lago Gatún

- Para dragar el lago Gatún se propone una draga cortadora de succión con una cuchilla de 2,000 a 3,000 kilovatios. Esta draga para cortar roca podría sobrepasar por lo menos en un 35% los niveles de productividad de una draga de succión de tamaño mediano como la draga Mindi, y terminar el trabajo antes. La draga Mindi podría servir de respaldo a la draga cortadora de succión propuesta para cortar la roca.
- Tal vez se requiera perforación y voladura submarina en ciertas áreas del lago Gatún como en las bordadas de Bohío, Mamei, Juan Grande, Gamboa y la del Cruce del Chagres. A la barcaza de perforación Thor se le asignará la perforación y voladura en el lago.
- El equipo de apoyo requerido para la draga cortadora de succión incluye tuberías y pontones, una barcaza de anclaje, una barcaza sumergible y un barco de empuje para la descarga subacuática y tractores y tuberías para descargar el material en tierra.
- El equipo de apoyo requerido para la barcaza de perforación incluye lanchas de empuje o de trabajo.

4.4 El Corte Culebra

- Casi el cincuenta por ciento del área del cauce de navegación del Corte Culebra tiene una dureza de roca sobre RH-3, clasificada de roca semidura a roca muy dura y el área restante es menor de RH-3, clasificada de roca blanda a semidura. Por lo tanto, se requerirán perforaciones y voladuras sustanciales antes de la excavación y el dragado.



- Para la perforación en seco y la voladura y las actividades de excavación se utilizará equipo convencional como excavadoras, camiones y perforadoras.
- El uso de las embarcaciones de perforación Thor y Barú⁴ se ha propuesto para las operaciones de perforación y voladura submarina.
- Se propone el uso de la draga de cucharón Rialto M. Christensen (Rialto M. Christensen) de la ACP para las operaciones de posdragado y voladura. Para mover la draga y transportar el material del dragado a los sitios de subacuáticos de desecho designados se requerirá equipo de apoyo tales como remolcadores, lanchas de empuje, barcasas de volquete, lanchas de reconocimiento y lanchas para el transporte del personal.

4.5 Canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico.

- El canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico es básicamente una extensión del Corte Culebra; por lo tanto, las condiciones geológicas deben ser similares.
- Debido a la similitud, el mismo equipo de dragado y de excavación descrito para el área del Corte Culebra se utilizará en esta área, incluso el equipo convencional en tierra, la barcaza de perforación Barú y la draga de cucharón Rialto M. Christensen.

4.6 Canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico.

- Para la excavación y la perforación en seco y las actividades de voladura se utilizará equipo convencional terrestre, incluso excavadoras, camiones y tractores para remover el material sobre el nivel del mar.
- El área bajo el nivel del agua carece de suficiente calado para que quepa una barcaza de perforación para las operaciones de perforación y voladura. Se ha propuesto el uso de perforadoras Tamrock Ranger o P&H eléctricas de la ACP montadas en barcasas pequeñas para perforar y volar esta área.
- Para remover la formación de La Boca durante el dragado sin necesidad de perforar o volar se ha propuesto el uso de la draga cortadora de succión para roca de tamaño mediano, al igual que para sacar el basalto después de las perforaciones y voladuras.
- Además de la draga cortadora de succión de tamaño mediano se requerirá una retroexcavadora hidráulica después de la perforación y voladura para remover aproximadamente 50% del material del canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico, que está formado de basalto.

⁴ En la División Industrial de la ACP se está construyendo en la actualidad la barcaza de perforación Barú, que deberá estar terminada en enero de 2005.



- Será necesario equipo de apoyo tales como una barcaza de anclaje, una barcaza sumergible, lanchas de empuje, pontones, tuberías, barcasas de volquete, remolcadores, lanchas de reconocimiento y lanchas para el transporte del personal.

4.7 Cauce de navegación de la entrada del Pacífico

- Se asignará a la barcaza de perforación Barú a las operaciones de perforación y voladura en el cauce de entrada del Pacífico y el dragado posterior será realizado con una draga cortadora de succión mediana para roca desde semidura hasta sedimentos y una retroexcavadora hidráulica para la roca muy dura.
- El equipo de apoyo como la barcaza de anclaje, una barcaza sumergible, lanchas de empuje, pontones, tuberías, lanchas de volquete, remolques y lanchas de reconocimiento y pasajeros asistirá las operaciones de dragado.

5 SITIOS DE DESECHO PROPUESTOS PARA EL MATERIAL DRAGADO Y EXCAVADO DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN DEL CANAL

- A continuación se presenta una tabla que muestra las recomendaciones de la ACP para depositar el material dragado y excavado del Programa de Ampliación del Canal propuesto para atender buques Pospanamax.



SITIOS DE DESECHO PARA LAS OBRAS DE DRAGADO Y EXCAVADO DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN DEL CANAL COMO PARTE DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN

Escenario: Esclusas 427 metros x 55 metros x 168.8 metros

Áreas	Dragado (suelto en M m ³)	Excavación (suelto en M m ³)	Dragado propuesto		Excavación Propuesta	
			Área	Capacidad (en M m ³)	Área	Capacidad (en M m ³)
1 Cauce de navegación de la entrada del Atlántico ¹	9.04	0.00	Noroeste del rompeolas	8.2	No disponible	
2 Canal de aproximación norte – nuevas esclusas del Atlántico	8.52	1.17	Sherman	10	Sitio de desecho de la Isla de la Represa	32.00
3 Tapón norte de las nuevas esclusas del Atlántico	0.79	0.21	Sherman	10	Sitio de desecho de la Isla de la Represa	32.00
4 Sitio de las esclusas Pospanamax del Atlántico	0.00	7.03			Sitio de desecho de la Isla de la Represa	32.00
5 Tapón sur de las nuevas esclusas del Atlántico a 10.4 metros PLD	0.90	0.52	Sitio de desecho de la Isla Represa	32	Sitio de desecho de la Isla de la Represa	32.00
6 Ensanche del lago Gatún a 280 metros y 366 metros a 10.4 metros PLD	9.62	0.00	Lago Gatún		No disponible	
7 Ensanche del Corte Culebra a 218 m, a 10.4 metros PLD	5.30	0.39	Frijoles	11	Sitio E2 Sitio W2 Sitio W3 Sitio W5	21.70 23.83 17.09 4.22
8 Canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico al norte del tapón del Corte Culebra, 10.4 m PLD	3.16	2.77	Frijoles	11	Sitio UXO*	77.04
9 Corte Culebra o tapón norte	0.66	0.82	Frijoles	11	Sitio UXO*	77.04
10 Canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Pacífico al norte del tapón intermedio, a 10.4 metros PLD	0.00	51.68			Sitio UXO*	77.04
11 Tapón intermedio de las nuevas esclusas del Pacífico	0.72	0.00	Frijoles	11	No disponible	
12 Sitio de las esclusas Pospanamax del Pacífico	0.00	11.86			Sitio UXO* T7 – Lago Miraflores T8 - 1939 Excavación Cocolí	77.04 4.50 3.00 7.00 a 10.00
13 Tapón sur de las nuevas esclusas del Pacífico	1.04	0.09	Velásquez Farfán	2.29 3.66	Sitio UXO*	77.04
14 Canal de aproximación sur de las nuevas esclusas del Pacífico	7.28	0.20	Tortolita Tortolita Sur	7.59 9.56	Sitio UXO*	77.04
15 Cauce de navegación de la entrada del Pacífico.	8.45	0.00	Tortolita Sur	9.56	No disponible	
TOTAL	65.16	108.73		84.30		193.38

Notas: ¹ El sitio de desecho al noroeste del rompeolas podría extenderse para depositar la cantidad total del material del ensanche y profundización de la entrada del Atlántico hasta 225 metros y 13.7 metros de calado

Tabla No. 3 Sitios de desecho propuestos para el material dragado y excavado del Programa de Ampliación del Canal



5.1 Área del Atlántico

5.1.1 Sitio de desecho del noroeste del rompeolas

- Este sitio de desecho está ubicado al noroeste del rompeolas de Cristóbal. Tiene una capacidad restante para 8.2 millones de metros cúbicos a -2 metros de la bajamar media de primavera, lo que no es suficiente para depositar los 9.0 millones de metros cúbicos⁵ sueltos del material dragado que se generarán con el ensanche y profundización de la entrada del Atlántico a 225 metros con 13.7 metros de calado. Sin embargo, este sitio podrá extenderse fácilmente hacia el norte para depositar todo el material dragado que generará la profundización y el ensanche del cauce de la entrada del Atlántico. El sitio de desecho submarino también deber proporcionar suficiente calado para la navegación segura de la draga de cangilones; por lo tanto, se requerirá la extensión del sitio de desecho del noroeste del rompeolas.
- La distancia promedio del transporte del material de dragado desde el sitio de desecho del noroeste del rompeolas hasta al punto medio del cauce de entrada del Atlántico es de aproximadamente 4.5 kilómetros.

5.1.2 Área de desecho de Sherman

- Este sitio en tierra es de un total de 665 hectáreas, pero no está completamente acondicionado para recibir el material de dragado y contiene algunas de las áreas ambientalmente sensibles, especialmente las ubicadas en el lado oeste. Por lo tanto, solamente parte de esta área puede utilizarse como un sitio de desecho.
- El sitio de desecho de Sherman contiene las siguientes áreas que son apropiadas para depositar el material dragado o excavado:
 - Área de desecho silvestre al norte de Sherman = 115,000 metros cúbicos
 - Área de desecho silvestre al centro de Sherman = 646,000 metros cúbicos
 - Área de desecho silvestre al sur de Sherman = 27,000 metros cúbicos
 - Zona antigua de descarga = 10.4 millones de metros cúbicos
- Las áreas designadas como áreas de desechos silvestres de Sherman son las antiguamente llamadas áreas de desechos silvestres de la Aproximación de Gatún y recibían anteriormente material de dragado. Por otro lado, la antigua zona de descarga nunca se ha utilizado como un sitio de desecho, de modo que esta área requiere la construcción de un dique para contener el material dragado. La siguiente sería la configuración probable del dique, que tendría un costo estimado de aproximadamente \$6 millones:

⁵ Al estimado del material del dragado se le aplicó un factor de volumen de 30% a los metros cúbicos de la orilla.



- Ancho en la parte superior = 5 metros
 - Ancho en la base = 35 metros
 - Alto = 10 metros
 - Volumen requerido del dique = 789,600 metros cúbicos
 - Área = 110.8 hectáreas
 - Altura sobre la pleamar = 1.5 metros
- El área de desecho de Sherman tendría una capacidad total para 10 millones de metros cúbicos después de la construcción del dique y podría recibir 8.5 millones de metros cúbicos de material de dragado suelto del canal de aproximación norte de las nuevas esclusas del Atlántico a través de las tuberías sumergidas de la draga cortadora de succión propuesta para el dragado de los canales de las nuevas esclusas. Los tránsitos de los buques por el Canal no se verían afectados por la utilización de las tuberías sumergidas de descarga.

5.1.3 Otras opciones

- La Isla de Telfers es un sitio en tierra ubicado al este de los cauces de navegación en la entrada de Atlántico, que anteriormente era parte del patrimonio del Canal y se utilizaba para recibir el material dragado. Tiene un dique alrededor de su perímetro y es apropiada para contener aproximadamente 3.7 millones de metros cúbicos de material. Sin embargo, la Isla de Telfers está bajo la jurisdicción de la ARI⁶ y hay que solicitar permiso para rellenar el área del dique existente. El relleno de la Isla de Telfers beneficiaría a la ARI proporcionándole un relleno nivelado para un desarrollo futuro residencial o industrial.
- Otras opciones para desechar el material de dragado de la entrada del Atlántico son el sitio de desecho en aguas de la Bahía de Limón ubicado al oeste del Área C del Fondeadero, que tiene una capacidad restante para 4.315 millones de metros cúbicos de material hasta una elevación de -2 metros de bajamar media de primavera y el sitio de desecho a mar abierto ubicado al sur de la Bahía de Limón y al norte de Sherman, que tiene una capacidad restante para 400,000 metros cúbicos de material. Sin embargo, estos sitios deben reservarse para el mantenimiento futuro de los cauces de navegación de la entrada del Atlántico y no se recomiendan para el trabajo principal de dragado.

⁶ La Autoridad de la Región Interoceánica (ARI) es la agencia de Panamá a cargo de la administración y venta de las áreas de la antigua Zona del Canal de Panamá que estaban anteriormente bajo la jurisdicción del Gobierno de Estados Unidos, para su desarrollo residencial e industrial.



5.2 El lago Gatún

5.2.1 Sitio de desecho de la Isla de la Represa

- Esta área de desecho propuesta representa un sitio potencial para depositar el material dragado de los taponos del sur de las nuevas esclusas del Atlántico así como para el material excavado de las nuevas esclusas del Atlántico. Está ubicada al noreste del lago Gatún, adyacente al área de ampliación del fondeadero de Gatún y su capacidad es mayor de 32 millones de metros cúbicos (lo cual tomaría 320 hectáreas), debido a que es de 440 hectáreas en su totalidad.
- Si se escoge la opción de transporte por barcaza para el transporte del material, el sitio de la Isla de la Represa debe utilizarse como sitio submarino regular de desecho o podría transformarse en un proyecto de reclamación de tierras al mar si se escoge el transporte terrestre por camiones o ferrocarril sobre la opción del transporte por barcaza.
- La draga cortadora de succión que se designe para dragar el tapón sur de las nuevas esclusas del Atlántico podría descargar el material en el sitio de desecho de la Isla de la Represa a través de tuberías. La distancia de bombeo de la descarga será de aproximadamente 4 kilómetros desde el tapón del sur hasta el sitio propuesto de desecho.

5.2.2 Sitio de descarga No. 14

- El sitio de descarga No. 14 está ubicado al oeste de la bordada de Tabernilla. Al finalizar el Programa de Ensanche del Corte Culebra a 192 metros en el año 2001, este sitio tenía una capacidad restante para 1.4 millones de metros cúbicos de material a -9 metros MLL⁷. Actualmente este sitio se está utilizando para depositar el material del proyecto de profundización del Corte Culebra a 13.7 metros PLD. Por lo tanto, una vez que concluya el proyecto de profundización actual, este sitio podría carecer de cualquier capacidad restante para el proyecto de ensanche del Corte Culebra a 218 metros.
- La distancia de transporte utilizando barcazas de volquete desde el punto medio del Corte Culebra hasta el sitio No. 14 es de aproximadamente 23 kilómetros.

5.2.3 Sitio de desecho de Frijoles

- El sitio de desecho de Frijoles está ubicado al este de la bordada de Buena Vista y se está utilizando en la actualidad para depositar el material dragado del programa de profundización del Corte Culebra 1 metro más. La distancia de transporte utilizando

⁷ MLL se refiere al nivel medio del lago Gatún – para evitar la proliferación de plantas acuáticas y proporcionar suficiente espacio bajo la quilla para la navegación segura de barcazas y remolques.



lanchas de volquete desde el punto medio del Corte Culebra hasta Frijoles es de aproximadamente 27 kilómetros.

- La capacidad restante del sitio actual de desecho de Frijoles es de 14 millones de metros cúbicos. Al concluir el Programa de Profundización del Corte Culebra a 13.7 metros PLD, la capacidad del sitio podrá ser de alrededor de 11 millones de metros cúbicos, lo que será suficiente para contener 5.3 millones de metros cúbicos sueltos de material dragado en el Corte Culebra. Si se toma la decisión de dragar 2 millones de metros cúbicos sueltos de este material utilizando una draga excavadora en tierra en el Corte Culebra, entonces el sitio de desecho de Frijoles solamente tendrá que depositar 3.3 millones de metros cúbicos de material suelto.

5.2.4 Sitios de desecho a lo largo de los cauces de navegación del lago Gatún

- Usualmente, la draga Mindi lleva a cabo operaciones de dragado en los cauces de navegación del lago Gatún a menos que se encuentre roca dura, en cuyo caso la draga de cucharón Rialto M. Christensen ejecuta el trabajo de dragado. El material de dragado bombeado por la draga cortadora de succión se descargaría por tuberías sobre las islas pequeñas que se encuentran a lo largo de los cauces de navegación del lago Gatún. Usualmente este material dragado se deposita a una altura el nivel medio del lago para evitar la proliferación de la vegetación acuática, o se deposita a -9 metros del nivel medio del lago.

5.2.5 Otras opciones de sitios potenciales de desecho

- Además de los sitios de Frijoles y No. 14 para desechar el material del dragado con barcas desde el Corte Culebra hasta el lago Gatún, la División de Topografía y la División de Proyectos de Capacidad del Canal han identificado varios sitios potenciales para la descarga de desechos tales como la Represa de Trinidad, Gatún Este, Peña Blanca Este y Peña Blanca Oeste que se muestran en uno de los diagramas adjuntos en el Apéndice No. 6. Estos sitios potenciales también podrían recibir el material que produzca la draga cortadora de succión, aunque normalmente la misma descarga el material a lo largo de las islas del lago.
- La lejanía de estos sitios potenciales del Corte Culebra aumentaría definitivamente los costos de operación de la draga de cucharón si se comparan con el sitio de desecho de Frijoles, que está a 27 kilómetros del punto medio del Corte Culebra.

5.3 El Corte Culebra

5.3.1 Sitio de desecho E1

- El sitio E1 se encuentra ubicado detrás de La Pita en el lado oriental del Corte Culebra y no tiene ninguna capacidad en absoluto. Se utilizó para depositar el material excavado del Programa de Ensanche del Corte Culebra a 192 metros. En el sitio E1 no se ha depositado ningún material dragado.



- Un rediseño del Sitio E1 podría aumentar la capacidad disponible para el material seco de excavación.

5.3.2 Sitio de desecho E2

- El sitio E2 se encuentra ubicado al lado de la bordada de Culebra en el lado oriental del Corte Culebra y actualmente se utiliza para depositar el material seco que se excava de la orilla oriental para el Programa de Enderezamiento del Corte Culebra. No es apropiado para depositar el material del dragado debido a la altura del sitio y a la gran distancia de bombeo para una draga cortadora de succión.
- De acuerdo con los consultores Moffatt & Nichol (M&N), contratados por la ACP para estudiar varias opciones de sitios de desecho en el sector Pacífico y el Corte Culebra⁸, el área del sitio podría ampliarse a 105.6 hectáreas para recibir relleno. El nuevo Sitio E2 conocido como T4 en el informe de M&N tendrá el siguiente volumen de capacidad:
 - Una profundidad promedio de 10 metros en todo el sitio = 10.56 millones de metros cúbicos.
 - Relleno hasta una elevación uniforme = 21.70 millones de metros cúbicos.
 - Una capacidad máxima del sitio = 30.85 metros cúbicos
- La capacidad del sitio E2 sería suficiente para contener los 1.52 y 0.44 millones de metros cúbicos sueltos de material de excavación seco y húmedo de la orilla oriental del programa propuesto para ensanchar el Corte Culebra hasta 218 metros.
- Para mayor información técnica y ambiental sobre el Sitio E2, véase el informe final de M&N, que está disponible en la División de Proyectos de Capacidad del Canal.

5.3.3 Sitio de desecho E3

- El sitio E3 se encuentra ubicado detrás de la Carretera Omar Torrijos, anteriormente conocida como la Carretera Corte Culebra. Este sitio todavía no se ha utilizado como sitio de desecho debido a su lejanía de las orillas del Corte Culebra.

5.3.4 Sitio de desecho W1

- El sitio W1 se encuentra próximo al río Mandinga, en la orilla occidental del Corte Culebra. Aunque se ha utilizado previamente para depositar material de dragado y de excavación, según los estudios de M&N el sitio contiene especies endémicas, ofrece

⁸ Moffatt & Nichol Engineers, Louis Berger Group, Golder Associates, "Evaluación de las Alternativas del Desecho de Materiales de la Excavación y Dragado del Sector Pacífico", Informe Final, 3 volúmenes, marzo de 2004



una amplia superficie para el movimiento de mamíferos y se encuentra cubierto de bosque secundario. Hay parcelas de reforestación que el Instituto Smithsonian de Investigación Tropical (STRI, por sus siglas en inglés) mantiene. Por lo tanto, este sitio debe excluirse de su consideración como un sitio de desecho debido a su alto valor ecológico, diversidad de flora y fauna y su potencial para el ecoturismo.

5.3.5 Sitios de desecho Bas Obispo 1 y 2

- Los sitios de desecho 1 y 2 de Bas Obispo se encuentran ubicados en la orilla occidental del Corte Culebra, específicamente adyacente a la bordada de Bas Obispo. La intención es que estos sitios sirvan para depositar el material del dragado; sin embargo, se aproximan demasiado a las recomendaciones de los límites que M&N recomienda para su exclusión como sitio de desecho debido a las implicaciones ambientales.
- Bas Obispo 1 ofrece un dique artificial para contener el material del dragado, lo que impediría cualquier impacto ambiental, especialmente al ecosistema del río Mandinga. Por otro lado, a menos que se construya un dique, Bas Obispo 2 debe excluirse como una opción de sitio de desecho debido a lo negativo de sus implicaciones ambientales.

5.3.6 Sitio de desecho W2

- El sitio W2 se encuentra ubicado en la orilla occidental del Corte Culebra, adyacente a la bordada de Bas Obispo y a la bordada de Las Cascadas. Se utiliza para depositar el material seco de excavación de la orilla occidental del Corte Culebra.
- De acuerdo con la evaluación de M&N, el área designada del sitio W2 podría extenderse al sur, adyacente al río Camacho. Los nuevos linderos ofrecerían 88.99 hectáreas para recibir relleno.
- Los estimados de capacidad para el nuevo sitio propuesto W2, denominado T2 en el informe de M&N, son los siguientes:
 - Una profundidad promedio de 10 metros en todo el sitio = 8.89 millones de metros cúbicos
 - Relleno hasta una elevación uniforme = 23.83 millones de metros cúbicos
 - Capacidad máxima del sitio = 32.35 millones de metros cúbicos
- Para mayor información técnica y ambiental sobre el Sitio W2, véase el informe final de M&N, que está disponible en la División de Proyectos de Capacidad del Canal.

5.3.7 Sitio de desecho W3



- El sitio W3 se encuentra ubicado en el lado occidental del Corte Culebra, adyacente a la bordada de Emperador y a la bordada de Culebra. El sitio también se conoce como T3 en la evaluación de M&N de los sitios de desecho del Corte Culebra.
- De acuerdo con la evaluación de M&N, 60% del sitio está dentro de un área de riesgo medio con municiones sin explotar (*UXO*).
- El sitio tiene un área de 115 hectáreas, es apropiada para depositar el material excavado seco y tiene un volumen estimado de capacidad como sigue:
 - Una profundidad promedio de 10 metros por todo el sitio = 11.50 millones de metros cúbicos.
 - Relleno hasta una elevación uniforme = 17.09 millones de metros cúbicos.
 - Capacidad máxima del sitio = 28.13 millones de metros cúbicos.
- Para mayor información técnica y ambiental sobre el Sitio W3, véase el informe final de M&N, que está disponible en la División de Proyectos de Capacidad del Canal.

5.3.8 Sitio de desecho W4

- El sitio W4 debe descartarse como un sitio potencial de desecho debido a su proximidad al nuevo Puente Centenario. Se utilizó para depositar el material excavado del Programa de Ensanche del Corte Culebra hasta 192 metros.

5.3.9 Sitio de desecho W5

- El Sitio W5 se encuentra ubicado en el lado oeste del Corte Culebra, adyacente a la bordada de Culebra y a la bordada de Cucaracha. Una buena parte del sitio ha sido despejado de su vegetación sustancial; sin embargo, pueden necesitarse estudios sobre municiones sin explotar⁹, al igual que el despeje del mismo antes de depositar el material excavado.
- El sitio tiene la intención de depositar el material de excavación seco del Programa de Ensanche del Corte Culebra a 218 metros y ofrece 29.76 ha para el recibo de material.
- La siguiente es la capacidad de relleno estimada del Sitio W5, denominado T5 en el informe de M&N, dependiendo del escenario de relleno:
 - Profundidad promedio de 10 metros por todo el sitio = 2.98 millones de metros cúbicos.

⁹ Las municiones sin explotar constan de pertrechos, componentes de los mismos, material bélico, químico o biológico o explosivos que han sido abandonados, expelidos de canteras de demolición o plataformas de incineración, extraviadas, desechadas, soterradas o disparadas. Las fuerzas del Ejército de los Estados Unidos dejaron municiones sin explotar de diversos ejercicios de pruebas con sistemas de armamentos y actividades de entrenamiento militar en Panamá.



- Relleno hasta una elevación uniforme = 4.22 millones de metros cúbicos.
- Capacidad máxima del sitio = 7.28 millones de metros cúbicos.
- Para mayor información técnica y ambiental sobre el Sitio W5, véase el informe final de M&N, que está disponible en la División de Proyectos de Capacidad del Canal.

5.3.10 Sitio de desecho de municiones sin explotar (*UXO*)

- Este sitio se encuentra al sur del Sitio W5 y está adyacente al sitio de excavación propuesto para las nuevas esclusas del Pacífico. Por lo tanto, el sitio sería adecuado para depositar el material excavado de las nuevas esclusas en el sector Pacífico después que se despejen debidamente las municiones sin explotar.
- Debido a su lejanía del proyecto propuesto del ensanche de 218 metros del Corte Culebra, se considera que este sitio no es adecuado para depositar el material excavado del Corte Culebra.
- A fines de la década de 1990, la compañía EOD Technology despejó unas 63 hectáreas del total de 305 hectáreas de este sitio a diversas profundidades desde 0.61 metros a 1.22 metros. Sin embargo, se recomienda se realicen tanto estudios de reconocimiento del área y de evaluación del riesgo, como la limpieza de la superficie antes de depositar cualquier material excavado.
- Las fuentes de información sobre el estudio del reconocimiento y la remoción de las municiones sin explotar son:
 - El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, Centro de Ingeniería y de Apoyo, (USAESCH, por sus siglas en inglés).
 - El Programa de Inventario de los Polígonos del Ejército de los EE.UU. por el Centro Ambiental del Ejército de los Estados Unidos.
- Para mayor información técnica y ambiental sobre el sitio de municiones sin explotar, véase el informe final de M&N, que está disponible en la División de Proyectos de Capacidad del Canal.
- La capacidad de relleno estimada de este sitio, denominado T6 en el informe de M&N es la siguiente, dependiendo del escenario de relleno:
 - Una profundidad promedio de 10 metros por todo el sitio = 30.54 millones de metros cúbicos.
 - Relleno hasta una elevación uniforme = 77.04 millones de metros cúbicos.
 - Capacidad máxima del sitio = 115.24 millones de metros cúbicos.



5.3.11 Sitio de desecho de dragado

- Este sitio se encuentra en sitio de municiones sin explotar e incluye el área despejada por EOD Technology a fines de la década de 1990.
- En la actualidad, este sitio se utiliza para depositar el material que la draga Mindi descarga del dragado en la bordada de Paraíso. Las tuberías de descarga en tierra de la draga Mindi están ubicadas en el área despejada, aunque el material del dragado tiende a correr hacia del área sin despejar de municiones sin explotar por gravedad.
- Si se escoge el sitio de municiones sin explotar como sitio de desecho del material excavado de las nuevas esclusas, la ACP debe considerar el manejo adecuado del material del dragado y excavado procedente de las operaciones de dragado en el Corte Culebra y el trabajo de excavación de las nuevas esclusas.

5.3.12 Sitio de desecho de Pedro Miguel

- El sitio de desecho de Pedro Miguel se halla al oeste de las esclusas de Pedro Miguel y se utiliza para depositar el material del dragado de la bordada de Pedro Miguel.
- El sitio debe descartarse como una opción para sitio de desecho debido a que está en el paso de la alineación de las nuevas esclusas propuestas en el Pacífico.

5.4 Área del Pacífico

5.4.1 Sitio de desecho de Cocolí

- El sitio de desecho de Cocolí se encuentra ubicado al oeste de la alineación de las nuevas esclusas propuestas en el Pacífico en el valle del río Cocolí entre el dique de derivación propuesto de Cocolí y las esclusas.
- El sitio tiene una extensión de aproximadamente 70 hectáreas y será adecuado para depositar por lo menos de 7 a 10 millones de metros cúbicos de la excavación de las Esclusas del Pacífico.

5.4.2 Excavación T8 – 1939

- Este sitio se encuentra ubicado justo al este de las nuevas esclusas.
- Parte del material de desecho de la excavación de las esclusas podría utilizarse para rellenar las zanjas que fueron excavadas durante los obras del tercer juego de esclusas en 1939.



- Este sitio se denominó T8 en el informe de M&N y tiene una capacidad para aproximadamente 3 millones de metros cúbicos.

5.4.3 Orilla occidental del lago Miraflores – T7

- Este sitio se encuentra ubicado entre el lago Miraflores y el nuevo canal de acceso a las esclusas Pospanamax.
- A una profundidad uniforme de 10 metros, su capacidad es de aproximadamente 4.5 millones de metros cúbicos.
- Este sitio se denominó T7 en el informe M&N.
- Parte del material desechado en este sitio formará la presa de barrera entre el lago Miraflores y el nuevo canal de acceso.

5.4.4 Sitio de desecho de Victoria

- El sitio de Victoria se encuentra en tierra, en la orilla occidental de la entrada del Pacífico adyacente al sitio de la excavación del tercer juego de esclusas de 1939. Tiene un área de 207,400 metros cuadrados y una capacidad restante para 661,505 metros cúbicos.
- El sitio debería reservarse para el mantenimiento futuro del dragado del cauce de navegación de la entrada del Pacífico.

5.4.5 Sitio de desecho de Rosseau

- El sitio de Rosseau está en tierra y requiere la construcción de un dique para contener el material dragado. El volumen estimado de su capacidad es de 552,598 millones de metros cúbicos sueltos. El costo aproximado de la construcción del dique es de \$1.0 millones.
- El sitio también deberá reservarse para el mantenimiento futuro del dragado del cauce de navegación de la entrada del Pacífico.

5.4.6 Sitio de desecho de Velásquez

- El sitio de Velásquez se encuentra en tierra, en la orilla occidental de la entrada del Pacífico y al sur de los sitios de Victoria y de Rosseau. Tiene un área de 836,000 metros cuadrados y una capacidad restante para 2.29 millones de metros cúbicos. Se podría utilizar para depositar 1 millón de metros cúbicos sueltos del trabajo de dragado del tapón sur de las nuevas esclusas de Pacífico.
- Sin embargo, la capacidad restante del sitio de Velásquez después de depositar el material del dragado del tapón sur del Pacífico debe reservarse para el mantenimiento futuro del dragado del cauce de navegación de la entrada del Pacífico.



5.4.7 Sitio de desecho de Farfán

- El sitio de Farfán se encuentra en tierra, en la orilla occidental de la entrada del Pacífico, al sur de la antigua Estación Naval de Rodman y al sur de la Carretera Interamericana. El sitio tiene 125 hectáreas y podrá retener hasta 4.79 millones de metros cúbicos de material dragado después de elevar el dique existente de Farfán a un costo estimado de \$0.57 millones; y hasta 5.19 millones de metros cúbicos después de la extensión del sitio de 103 hectáreas hacia el oeste a un costo estimado de \$0.77 millones. La capacidad existente del sitio podría ser de aproximadamente 3.66 millones de metros cúbicos a +7 metros PLD.
- El sitio es una alternativa al sitio de Velásquez para depositar 1 millón de metros cúbicos sueltos de material dragado del tapón sur de las nuevas esclusas del Pacífico. Sin embargo, no se le recomienda para depositar 7.3 millones de metros cúbicos sueltos del trabajo de dragado para el canal de acceso sur de las nuevas esclusas del Pacífico. El sitio de Farfán debe tener suficiente capacidad para el mantenimiento futuro del cauce de navegación de la entrada del Pacífico.

5.4.8 Sitio de desecho de Palo Seco

- El sitio submarino de Palo Seco está ubicado en el lado oeste de la entrada del Pacífico, adyacente al área de Palo Seco. Su área es de 1.30 millones de metros cuadrados y tiene una capacidad volumétrica para 1.02 millones de metros cúbicos de material.
- El sitio se utilizó para depositar el material del dragado de mantenimiento del cauce de navegación de la entrada del Pacífico. Se cree que el material de dragado en Palo Seco tiende a correr hacia el cauce de navegación de la entrada del Pacífico del Canal.

5.4.9 Sitio de desecho de Tortolita

- El sitio de Tortolita se encuentra a mar abierto en el área occidental de la entrada del Pacífico, al este de la Isla de Tortolita. Su área es de 1.62 millones de metros cuadrados y tiene una capacidad restante de 7.9 millones de metros cúbicos.
- El sitio se utilizó para depositar material rocoso, losas de hormigón del programa de reparación y reemplazo de los rieles de remolque de las esclusas de Miraflores y el material de la demolición de la estación de amarre No. 4 de La Boca...
- El sitio de Tortolita tiene capacidad suficiente para depositar 7.28 millones de metros cúbicos sueltos del trabajo de dragado de las nuevas esclusas del Pacífico del canal de acceso sur.
- Hay una distancia promedio de descarga de bombeo o del transporte por barcaza desde el canal sur de acceso de las nuevas esclusas hasta el sitio de Tortolita es de 13 kilómetros.



5.4.10 Sitio de desecho de Tortolita Sur

- El sitio de Tortolita sur se encuentra a mar abierto en el área oeste de la entrada del Pacífico y al suroeste del sitio de Tortolita. Mide 1.32 millones de metros cuadrados y tiene una capacidad restante para 9.56 millones de metros cúbicos.
- El sitio podrá contener 8.45 millones de metros cúbicos del ensanche y profundización del cauce de navegación de la entrada del Pacífico a un calado de 225 metros y 13.7 metros.
- La distancia promedio de descarga de bombeo desde el punto medio del cauce de navegación de la entrada del Pacífico hasta el sitio de Tortolita sur es de aproximadamente 7.5 kilómetros.

5.4.11 Sitio de desecho a mar abierto en la entrada del Pacífico

- El sitio de desecho a mar abierto de la entrada del Pacífico se encuentra ubicado al sur de las Islas de Taboga y Taboguilla. En su informe final, M&N identifica este sitio como M6, y el mismo tendría una capacidad de un volumen de 11 a 80 millones de metros cúbicos de material, dependiendo del área que se escoja para uso desde sus 225 hectáreas hasta 1,600 hectáreas, suponiendo que la profundidad del relleno no sea más de 5 metros.
- El sitio tendrá capacidad suficiente para depositar los 7.28 millones de metros cúbicos de material resultante del dragado del canal sur de acceso de las nuevas esclusas del Pacífico y 8.45 millones de metros cúbicos de material del ensanche y profundización del cauce de navegación de la entrada del Pacífico hasta de 225 metros y un calado de 13.7 metros.
- La desventaja de utilizar el sitio es su lejanía de las áreas que han de dragarse, lo cual aumentarían los costos de dragado.

6 SITIOS RECOMENDADOS DE DESECHO PARA EL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN

- La tabla a continuación muestra los sitios de desecho disponibles para depositar el material del dragado futuro del mantenimiento periódico del cauce de navegación posterior a la ampliación del Canal:



SITIOS DE DESECHO RECOMENDADOS PARA EL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DEL CAUCE DE NAVEGACIÓN DEL CANAL

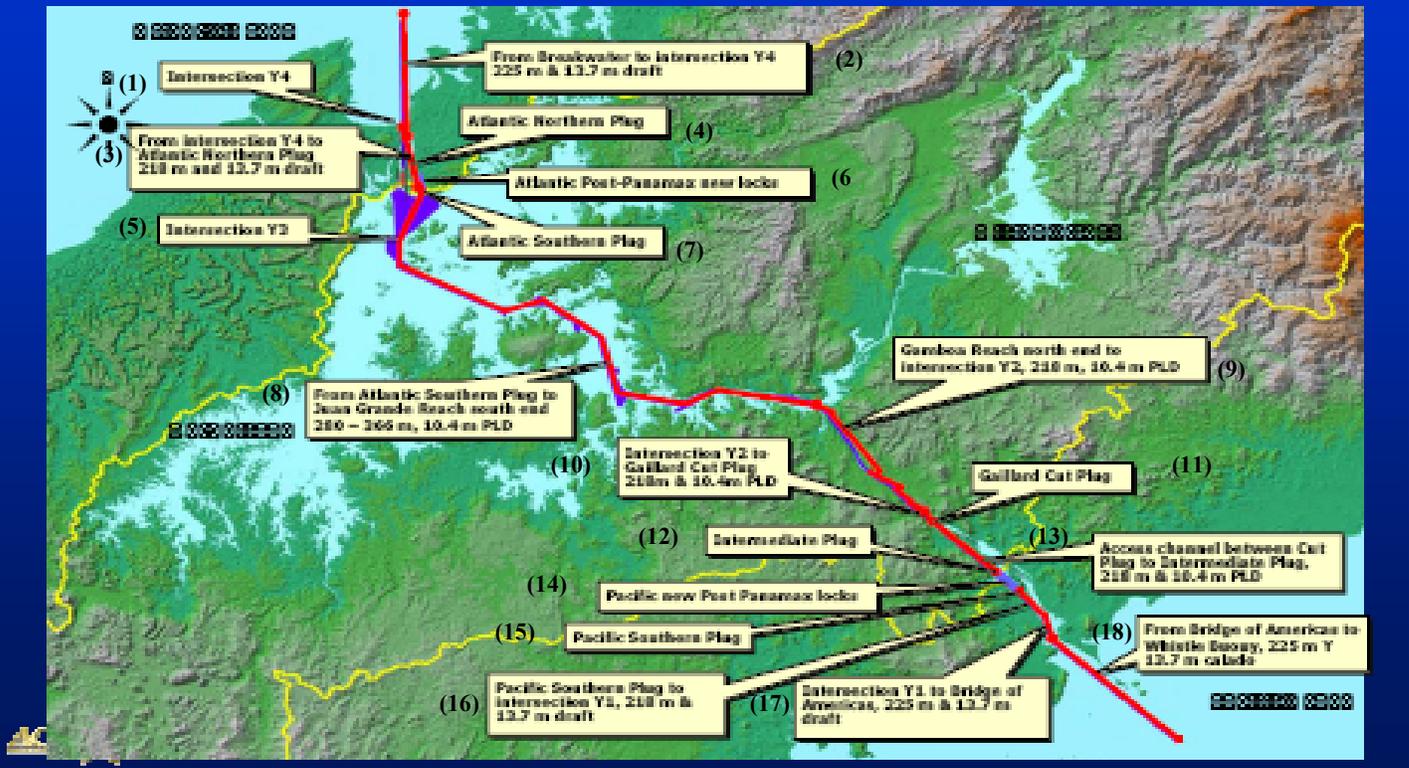
	Áreas	Capacidad después de la Ampliación del Canal (M m ³)	Observaciones
Área del Atlántico	1 Descarga en abanico en la Bahía de Limón	4.32	
	2 Sitio de la Bahía de Limón Sur	0.40	
	3 Sherman	1.50	El sitio podría mejorarse para aumentar el volumen de capacidad.
Lago Gatún y Corte Culebra	4 A lo largo del cauce de navegación del lago Gatún		La draga cortadora de succión descargará el material sobre islas o bajo el agua.
	5 Frijoles	6.00	
	6 Victoria	0.68	
	7 Rosseau	0.55	
Área del Pacífico	8 Velásquez	1.30 a 2.29	
	9 Farfán	2.66 a 3.66	Suponiendo la capacidad existente del sitio.
	10 Palo Seco	1.02	
	11 Tortolita	0.60	La extensión de los límites del sitio aumentaría el volumen de capacidad del sitio.
	12 Tortolita Sur	1.00	La extensión de los límites del sitio aumentaría el volumen de capacidad del sitio.
CAPACIDAD TOTAL RESTANTE		16.05	

Tabla No. 4 Sitios de desecho recomendados que estarán disponibles para el programa de mantenimiento periódico del dragado del cauce de navegación, después de los obras de ampliación del Canal

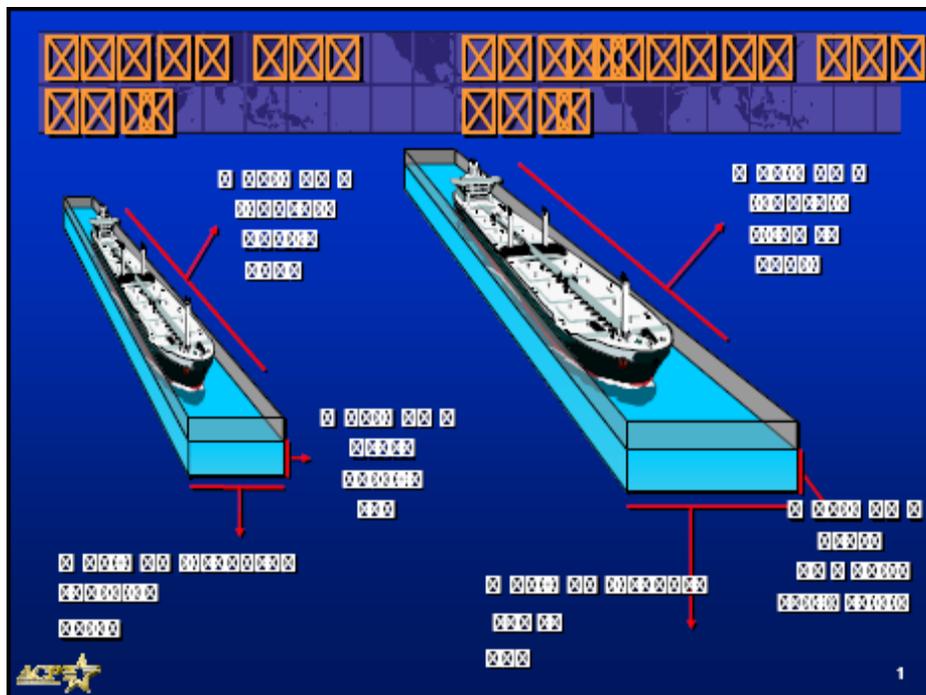


Áreas de ampliación y construcción de los cauces de navegación del Canal de Panamá

Areas of expansion and construction of Canal navigation channels



- (1) Intersección Y-4
- (2) Desde el rompeolas hasta la Intersección Y-4 225 metros y calado de 12.7 metros PLD
- (3) Desde la Intersección Y-4 hasta el Tapón norte del Atlántico 218 metros 12.7 metros PLD
- (4) Tapón norte del Atlántico
- (5) Intersección Y-2
- (6) Nuevas esclusas Pospanamax del Atlántico
- (7) Tapón sur del Atlántico
- (8) Desde el tapón sur del Atlántico hasta el extremo norte de la bordada de Juan Grande. 280-266 metros, 10.4 metros PLD
- (9) Desde el extremo norte de la bordada de Gamboa hasta la intersección Y2, 210 metros 10.4 metros PLD
- (10) Desde la intersección Y-2 hasta el tapón del Corte Culebra, 218 m. y 10.4 metros PLD
- (11) Tapón del Corte Culebra
- (12) Tapón intermedio
- (13) Canal de acceso entre el tapón del Corte hasta el tapón intermedio, 216 metros y 10.4 metros PLD
- (14) Nuevas esclusas Pospanamax del Pacífico
- (15) Tapón sur del Pacífico
- (16) Desde el tapón sur del Pacífico hasta la intersección Y-1, 218 metros 12.7 metros de calado
- (17) Desde la intersección Y-1 hasta el Puente de las Américas, 225 metros y 12.7 metros de calado
- (18) Desde el Puente de las Américas hasta las boyas Whistle, 225 metros 12.7 metros de calado





ANDESITA

La mayoría de las andesitas ocurren como flujos, diques o contradiques que se asocian frecuentemente con la formación de Las Cascadas y en edad son principalmente de la era del mioceno. Las andesitas son duras, fuertes, ígneas, de color gris oscuro, robustas, ocasionalmente porfídicas, densas, de granulado fino y usualmente extrusivas.

(Las andesitas están compuestas de plagioclasas, especialmente de andesina y minerales máficos como hornablendas, biotita y piroxeno. Generalmente se encuentra presente el cuarzo.)

BASALTO

La mayoría de los basaltos del Corte Culebra son de la era del mioceno. Estos basaltos, algunas veces conocidos como basaltos andesíticos, ocurren como contradiques, diques, tapones y flujos. La mayoría son granos de finos a medianos, casi moderadamente diaclasas, con una disyunción columnar que ocurre localmente. Es una roca oscura de dura a quebradiza, básica, ígnea, dura, de mucho hierro, magnesia y calcio y de poca sílice. Las diaclasas frecuentemente están rellenas de calcita, clorita, zeolita y ocasionalmente cuarzo. Los flujos son usualmente amigdaloides y vesiculares en las partes superiores. Los basaltos son ocasionalmente porfídicos y algunas veces diabasas.

(Estos basaltos son rocas ígneas máficas compuestas principalmente de plagioclasa cálcica, usualmente labradorita y clinopiroxina en una matriz vítrea. Podrían estar presentes la nefelina, la olivita, el hipersteno o rara vez el cuarzo.)

TIERRA TURBOSA DEL ATLÁNTICO

Introducción:

Esta tierra está ampliamente distribuida en el área del lago Gatún entre la costa norte del lago y Gamboa. Los cerros de la formación de Gatún sobresalen a través de la superficie de la tierra turbosa negra, representando islas completamente rodeadas por pantanos y sedimentos estuarinos. Se encontraron depósitos de tierra turbosa de más de 200 pies en algunos de los antiguos barrenos en el área de la presa de Gatún. Comprenden los valles de los ríos Chagres, Trinidad y Gatún, con áreas pantanosas asociadas tierra adentro y de la costa.

La forma del terreno:

La topografía es de un relieve leve y es esencialmente el producto de la sedimentación progresiva, en comparación con los procesos de erosión de las áreas adyacentes.

Origen:

En un periodo geológico reciente, la superficie terrestre era más alta que la actual y los ríos principales de la pendiente del Atlántico atravesaban profundamente los valles. Siguió un periodo de subsidencia que ocasionó una reducción de la velocidad de los arroyos, particularmente a lo largo de sus corrientes inferiores, con el consiguiente depósito de limo y detrito vegetal arrastrado por la corriente. Las invasiones periódicas del mar resultaron en condiciones de aguas salobres y una mezcla de arcilla, limo y material vegetal suspendida en la corriente con sedimentos marinos. El último movimiento geológico en el área de la costa



Atlántica elevó las superficies de los canales del estuario pantanoso y las marismas a unos cuantos pies sobre el nivel del mar. La formación causada por este proceso de depósito se conoce como la tierra turbosa del Atlántico en Gatún y las áreas circundantes.

Propiedades de Ingeniería:

Los depósitos de tierra turbosa son uniformemente blandos y débiles. Están compuestos principalmente de sedimentos de formas limosas y en su estado natural tienen un contenido muy alto de humedad. El ambiente de depósito varía localmente, de modo que se reconocen cuatro facies:

1. La fase limítrofe se encuentra adyacente al contacto con las formaciones más antiguas y consta de arcilla limosa de grisácea a azul grisácea.
2. La fase depositada en las áreas salobres marinas contienen una abundancia de conchas de moluscos en una matriz negra de limo orgánico.
3. La porción del depósito pantanoso de la formación está compuesta principalmente de materiales orgánicos mayormente negros de granulación muy fina, madera y otras sustancias vegetales semidescompuestas entremezcladas con limo.
4. Una arcilla blanda de color gris claro o amarillo grisáceo, débil, plástica, posiblemente fluvial, se halla sobre los depósitos orgánicos.

Las cuatro facies se mezclan gradualmente de manera lateral y los lentes arenosos se encuentran presentes localmente. El lecho es esencialmente horizontal. La superficie de esta formación se elevó a su posición actual a fines de la era de pleistoceno.

Pruebas de Laboratorio:

El material obtenido a 28 metros de profundidad con el barreno MHD-2, perforado por la División Industrial de la ACP en Monte Esperanza al sur de Cristóbal, se llevó al laboratorio de suelos para la realización de pruebas. Las propiedades índices del material, de acuerdo con la clasificación UCS, son las siguientes:

1. De acuerdo con el UCS, el material es un MH (limo arenoso elástico)
2. $LL = 84$
3. $PI = 32$
4. $SG = 2.69$
5. $e = 2.3$
6. $\rho_{sat} = 1434 \text{ kg/m}^3$
7. $\rho_{seco} = 848 \text{ kg/m}^3$
8. Consistencia: De OC-1 a OC-3 – Consistencia desde muy blanda a medianamente alta.

LA FORMACIÓN DE BAS OBISPO

La formación de Bas Obispo, de la era del oligoceno y de origen piroclástico, ocurre en el Corte Culebra en la bordada de Bas Obispo, Mandinga Flair y Gamboa. Consta de fragmentos duros de subangulares a angulares de basalto y andesita que varían en tamaño hasta cantos rodados grandes en una matriz dura, muy densa, arenosa, andesítica y en total algo



hidrotermalmente alterada. Tiene una estratificación cruda localmente y diaclasas masivas con ciertas fallas y zonas cortantes. Hay algunos flujos menores dispersos e intrusiones de andesita y basalto. Es dura, RH-4-5, volcánica, no marina y está bien cimentada con calcita. Requiere de voladuras pesadas y se eleva en pendientes empinadas.

(Es un material básico con plagioclasas, minerales máficos y cimentaciones secundarias de calcita.)

LA FORMACIÓN DE BOHÍO

La formación de Bohío ocurre en la parte central del área del Canal. Su grosor se estima en aproximadamente 1000; consta de una serie de areniscas y conglomerados que son van medianos a duros, de diaclasas masivas y estratos masivos aunque de estratificación cruda.

Los conglomerados constan de cantos rodados de angulares a redondos, grava y ocasionalmente rocas grandes hasta seis pies de diámetro, incrustados en una matriz de arenisca angular, gris oscura, de grano tosco. Los lechos de toba se encuentran en lugares dispersos. Las intrusiones de basalto varían de unos cuantos pies a más de 200 pies de ancho y son comunes en la formación de Bohío y más numerosos en la vecindad de Darién y Gamboa. Está sobre la formación de Caimito y es una de las formaciones sedimentarias más fuertes que se encontraron en la construcción del Canal en la alineación escogida.

Definida por escritores franceses; Hill, Mac Donald, W.P. Woodring y T. Thompson 1890 – 1947.

LA FORMACIÓN DE CAIMITO

La formación de Caimito, de la era del oligoceno superior, consta de una serie de tobas, tobas-brechas, limonitas, arenisca, conglomerados y piedra caliza que son semiduras, de estratificación de delgada a gruesa y con diaclasas de estrechas a moderadas. En base a la litología, la formación es divisible en fases inferiores, medias y superiores. La fase inferior es un conglomerado de arenisca tobácea, canto rodado, grava y rocas grandes. Este material se meteoriza profundamente e infrecuentemente se encuentran brotes frescos. La fase media consta de fosilíferos leves, areniscas y calizas tobáceas y también es local en alcance. La fase superior es una serie ampliamente distribuida de tobas, tobas-brechas y areniscas tobáceas ocasionalmente con lechos arenosos de piedra caliza.

LA FORMACIÓN DE CUCARACHA

La formación de Cucaracha es de la era de mediados del principio del mioceno, de la misma edad que la formación de Las Cascadas y se considera que es un cambio de facies de la formación. Estratigráficamente yace entre la formación de Culebra y la formación de Pedro Miguel. La formación brota en el Corte Culebra en las bordadas de Culebra y Cucaracha. Es un depósito terrestre de detrito volcánico de actividad intensa y explosiva. La formación consta de materiales andesíticos débiles, de color verde oscuro a rojizo, levemente endurecidos que son predominantemente pizarras arcillosas débiles. Estas pizarras arcillosas son localmente



bentoníticas e interestratificadas con arenisca fina y tobácea, conglomerados de canto rodado y pizarras arcillosas finamente estratificadas, lenticulares negras y carbonosas. Hay un flujo de ceniza dura, resistente, de color gris claro, y de 10 a 30 pies de grosor a aproximadamente 200 pies debajo de la parte superior de la formación que marca la porción media de la formación. Toda la formación, excepto el flujo de ceniza, ha sido alterada y se hidrata y se desintegra al exponerse al aire. Está cortada por diques de basalto y es en general de grano fino no calcáreo y casi impenetrable. Contiene restos fósiles de plantas y ocasionalmente fósiles mamíferos. El espesor máximo conocido es de 625'. Las pizarras arcillosas comprenden aproximadamente 60% de la formación; no son pizarras verdaderas pero son compactas y de blandas a semiduras, RH-1-3, variablemente pegajosas o jabonosas, tobas masivamente estratificadas y alteradas en las cuales las partículas vítreas originales e inestables de ceniza volcánica se han descompuesto en minerales arcillosos. Las pizarras arcillosas son ligera a altamente bentoníticas con numerosas fracturas diminutas, irregulares, sin orientación, lisamente pulidas, con superficie de deslizamiento, ocasionadas por los cambios volumétricos como resultado de la alteración y en algunas áreas se debe a las fallas.

(Esta formación contiene aproximadamente un 60% de minerales arcillosos, fragmentos vítreos volcánicos desvitrificados y algunos nódulos de siderita, y es andesítica.)

LA FORMACIÓN DE CULEBRA

La formación de Culebra es de la era temprana del mioceno inferior y subyace a la formación de Cucaracha. Brota en el Corte Culebra en la bordada de Culebra. Es una serie de limonitas medianamente duras, limosas y arenosas, oscuras, bien laminadas, suaves y tobáceas y margas y arcillas carbonosas con ciertas capas de canto rodado, arenosas y tobáceas y unos cuantos estratos de pizarra lignítica. La formación contiene abundante detrito vegetal. Representa un periodo de depósitos marinos continuos interestratificados con cambios graduales de facies y microfósiles marinos y depósitos deltaicos o de cerca de la costa con cambios rápidos de facies. La formación tiene un grosor de aproximadamente 350 pies, contiene cimentación calcárea alterada a minerales arcillosos y es más fuerte que la formación de Cucaracha. La formación yace discordantemente sobre la formación de Gatuncillo del eoceno. Las perforaciones realizadas en la formación se tornaron demasiado calientes para cargar una voladura debido a la oxidación de piritita finamente dividida en los materiales. Comúnmente, sus testigos emiten un olor gaseoso.

(La formación es similar a la formación de La Boca en el contenido del material. Es calcárea y frecuentemente contiene piritita finamente dividida en los materiales carbonosos.)

DACITA

La dacita es una roca extrusiva (volcánica) de grano fino que contiene abundante plagioclasa sódica. La dacita es un componente menor de muchos arcos volcánicos. Contiene la misma composición general de la andesita, pero tiene un contenido menor de feldespato cálcico.

LA FORMACIÓN DE GATÚN



La región del tipo de la formación de Gatún se extiende desde el lago Gatún hacia el norte hasta el Monte Esperanza, cerca de Colón. La base y la cima de esta formación no se encuentran expuestas en la región típica. Se extiende desde la entrada de Atlántico hasta una milla al norte de la Isla Puma en el lago Gatún.

Esta formación tiene un espesor mayor de 425 metros, tal como lo indican los testigos obtenidos de dichas profundidades, sin llegar a la base de la formación. En el Área del Canal la formación consta de lechos masivos y extraordinariamente uniformes de arenisca, limonita, conglomerado y toba, de semiblanda a semidura (RH-2 a RH-3); la formación es bastante fuerte, pero lo suficientemente blanda para ser excavada con facilidad. La mayor parte de la arenisca tiene una granulación fina y la arenisca y la limonita son variablemente calcáreas y un tanto tobáceas. La toba es casi invariablemente de una granulación muy fina y forma afloramientos de color claro en las excavaciones. Las areniscas están interstratificadas con tobas volcánicas de textura fina y ocasionalmente lechos conglomerados delgados.

La formación es muy fosilífera y contiene mega y microfósiles bien preservados de la era del mioceno. Los lechos masivos y uniformes de esta formación representan condiciones uniformes de depósito, alcanzando grosores mayores de 100 pies.

No tiene muchas diaclasas, siendo el material masivo, salvo por los lechos de toba, que son diaclasas moderadas.

LA FORMACIÓN DE GATUNCILLO

La formación de Gatuncillo es una formación fosilífera y sedimentaria de la era del medio al final del eoceno. Subyace al complejo Bas Obispo-Bohío-Panamá y yace discordante y sobrepuesta en el complejo basal preterciario. La formación aflora en el Corte Culebra en el Lirio Este y ocurre en la parte inferior en testigos de Lirio Oeste y del noroeste de Culebra.

La formación consta de intercalaciones de pizarra arcillosa blanda finamente estratificada, de granulación fina uniforme, calcárea, de color amarillento grisáceo o amarillo claro y lechos bentoníticos impuros en una secuencia gruesa de limonita masivamente estratificada y blanda, de color gris-verdoso con lentes prominentes de piedra caliza pura, dura y cristalina.

(El contenido mineral de la formación es similar a la formación de La Boca, aunque tiene menos detrito carbonoso.)

LA FORMACIÓN DE LA BOCA

La formación de La Boca en el Corte Culebra es una formación sedimentaria de origen volcánico compuesta de arenisca, limonita, piedra caliza, pizarras arcillosas ligníticas, aglomerados y tobas de los inicios de la era del mioceno superior. Todos los materiales son tobáceos, yacidos en agua, calcáreos, variablemente fosilífera e hidrotermalmente alterada a materiales arcillosos. Esta formación tiene tres divisiones básicas: 1. La porción inferior consta de una serie de limonitas y pizarras arcillosas ligníticas relativamente débiles, de blandas a semiduras, RH-1-3, de aguas salobres, intercaladas con un conglomerado basal que



frecuentemente se encuentra presente. Esta porción está en contacto discordante con la formación de Las Cascadas que se describe a continuación. 2. La porción del medio es una serie marina de aguas poco profundas con piedra caliza y lentes de arenisca y limonita que comprenden el miembro de piedra caliza Emperador. La piedra caliza consta de depósitos duros, densos, fosilíferos, tipo arrecife y son los materiales más competentes de la formación. 3. Las series superiores son grosores de arenisca, arenisca tobácea, aglomerado tobáceo y toba que representa condiciones ambientales de agua que se profundizó gradualmente. Esta serie se encapsula en un flujo de basalto en el Cerro Las Cascadas.

Esta formación ocurre en el Corte Culebra en las bordadas de Las Cascadas, Emperador, Paraíso y Pedro Miguel.

(La formación de La Boca es altamente tobácea, baja en sílice, hidrotermalmente alterada a minerales arcillosos de ilmenita y montmorillonita y contiene detrito carbonoso y abundantes fósiles calcáreos, todos variablemente cimentados con calcita secundaria.)

LA FORMACIÓN DE LAS CASCADAS

Esta formación es de inicios de la era media del mioceno. Aflora en las bordadas de Las Cascadas y Emperador y al este y oeste del Corte Culebra. Subyace a la formación de La Boca y se considera que es un cambio de facies y de la misma edad que la formación de Cucaracha. Consta de aglomerados de color gris oscuro a verde claro y tobas aglomeradas con cantos rodados y grava pequeña andesíticos y basálticos, de angulares a subangulares hasta 8 pulgadas de diámetro en una matriz de granulado fino y tobáceo. Está estratificada de cruda a masivamente e interestratificada con tobas bien estratificadas de color amarillo-verde, gris-verde o rojo, flujos de andesita y brechas de flujo y flujos de ceniza. Tiene intrusiones de diques de basalto. La formación varía de dura a semiblanda, variable e hidrotermalmente alterada a minerales arcillosos, y cimentada con calcita secundaria. Tiene estratos de moderados a masivos de rellenos de diaclasas de calcita.

(Las Cascadas es ligeramente más ácida que la formación de Pedro Miguel y contiene grandes cantidades de fragmentos vítreos volcánicos desvitrificados, depositados como ceniza tobácea. Está cimentada con calcita secundaria.)

LA FORMACIÓN DE PANAMÁ

Esta formación consta principalmente de aglomerados y tobas, y se extiende desde el lago Miraflores hasta la ciudad de Panamá y hacia el noreste a través de la división continental y hacia el este en el área de la costa del Pacífico.

La formación de Panamá también incluye areniscas tobáceas, limonitas tobáceas, lentes de depósitos de caudales y lentes de piedra caliza marina.

El aglomerado consta de bloques de andesita subangulares a subredondas muy diseminadas en la matriz tobácea de granulación fina.



Los depósitos de caudales están compuestos de arenisca tobácea, que exhiben estratificación cruda y contienen rocas grandes, gravas y cantos rodados que van de redondos a subredondos.

La era asignada a esta formación es del oligoceno inferior al superior.

La dureza de la formación varía entre RH-1 y RH-3, o sea, roca de blanda a semidura.

LA FORMACIÓN DE PEDRO MIGUEL

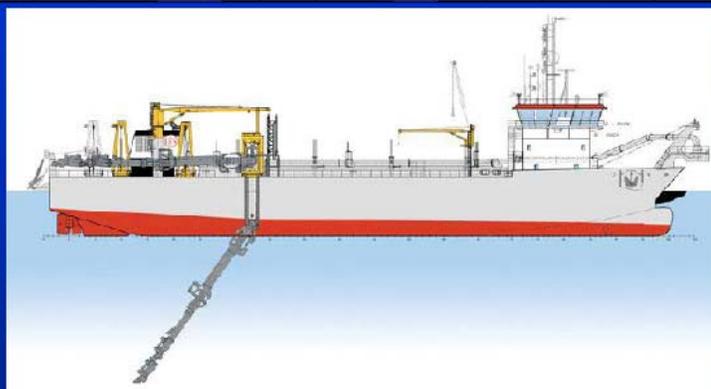
La formación de Pedro Miguel es de la era inicial del mioceno superior y es equivalente en edad a la formación de La Boca con la cual se intercala. Es piroclástica y generalmente tiene una textura tosca de dura a semidura, RH-3-4, densa, gris oscura, de diaclasas masivas y moderadas, material de granulación fina a tosca con fragmentos angulares pequeños hasta cantos rodados grandes de basalto en una matriz tobácea arenosa, bien cimentada con calcita secundaria y cierta zeolita. Localmente muestra un lecho bien desarrollado y clasificado y fósiles frecuentes indicando un depósito parcialmente en agua y parcialmente en tierra. Se encuentra interstratificada con tobas duras, negras, de granulación fina, endurecidas con diaclasas masivas y flujos ocasionales de basalto. La formación es azul-grisácea cuando está fresca y se oxida a un color gris-chocolate. La profundidad promedio de la meteorización es de 20 pies a 30 pies. Requiere voladuras fuertes. Esta formación yace sobre la formación de la Cucaracha.

Esta formación de Pedro Miguel ocurre en varias áreas del Corte Culebra desde la bordada de Emperador hasta la entrada del Pacífico hacia el Canal.

(Está compuesta de fragmentos de basalto en una matriz tobácea con calcita secundaria y ocasionalmente cimentación de zeolita.)

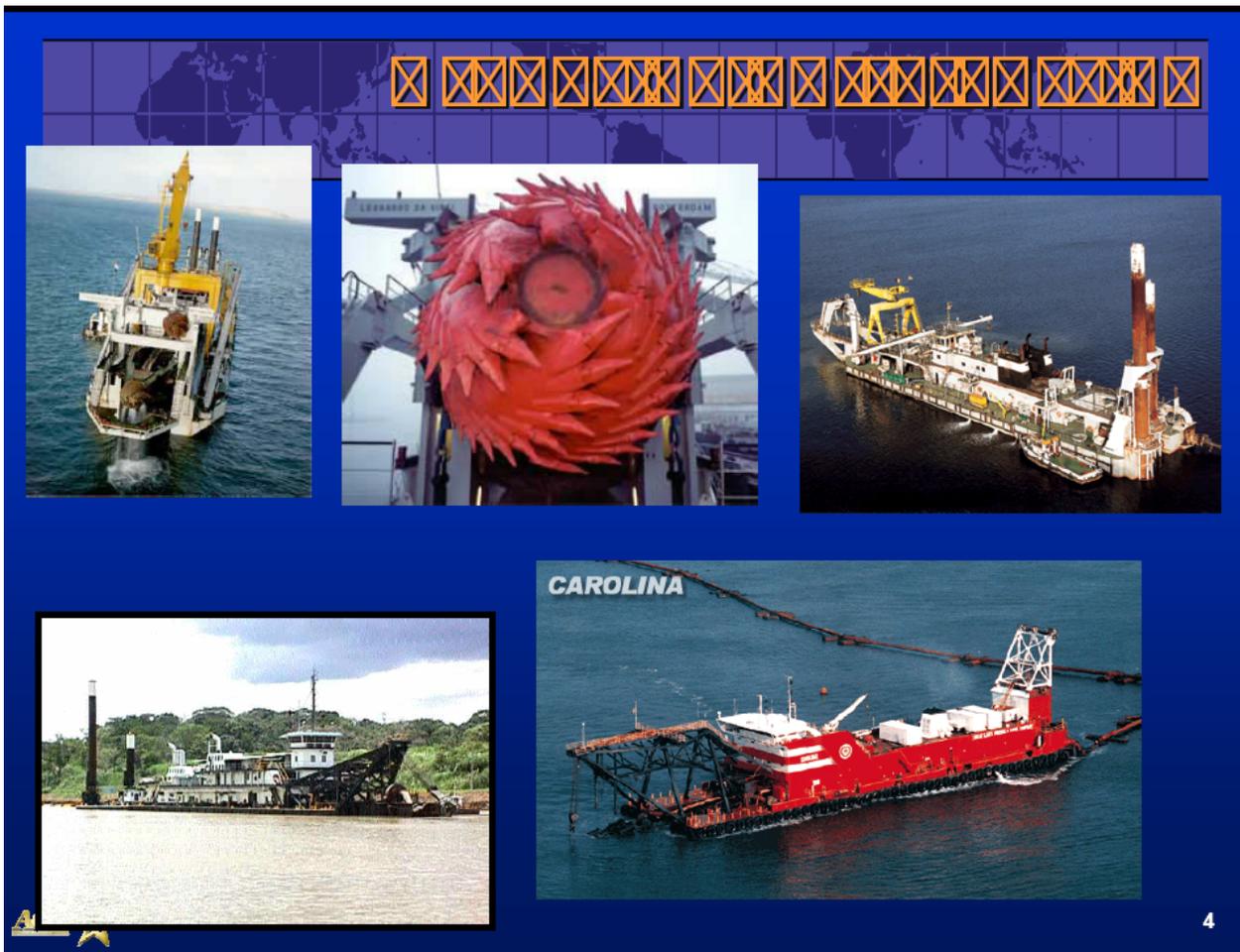
SEDIMENTOS RECIENTES:

Estos constan de sedimentos no diferenciados de la era de holoceno (10,000 años). Están compuestos principalmente de material de aluvión y/o de relleno. Los sedimentos de las playas son de cuarzo amarillo, subangular, de 40 a 50 milímetros de longitud y fragmentos volcánicos, ígneos, principalmente de dacita, basalto y toba, en los cuales predominan los tamaños de 5 a 20 milímetros. Dichos fragmentos son subangulares, reacondicionados por el agua de la playa y/o el río, donde predominan los fragmentos volcánicos más pequeños. Su color varía de translúcido, amarillo oscuro, gris claro y oscuro y gris verdoso oscuro.







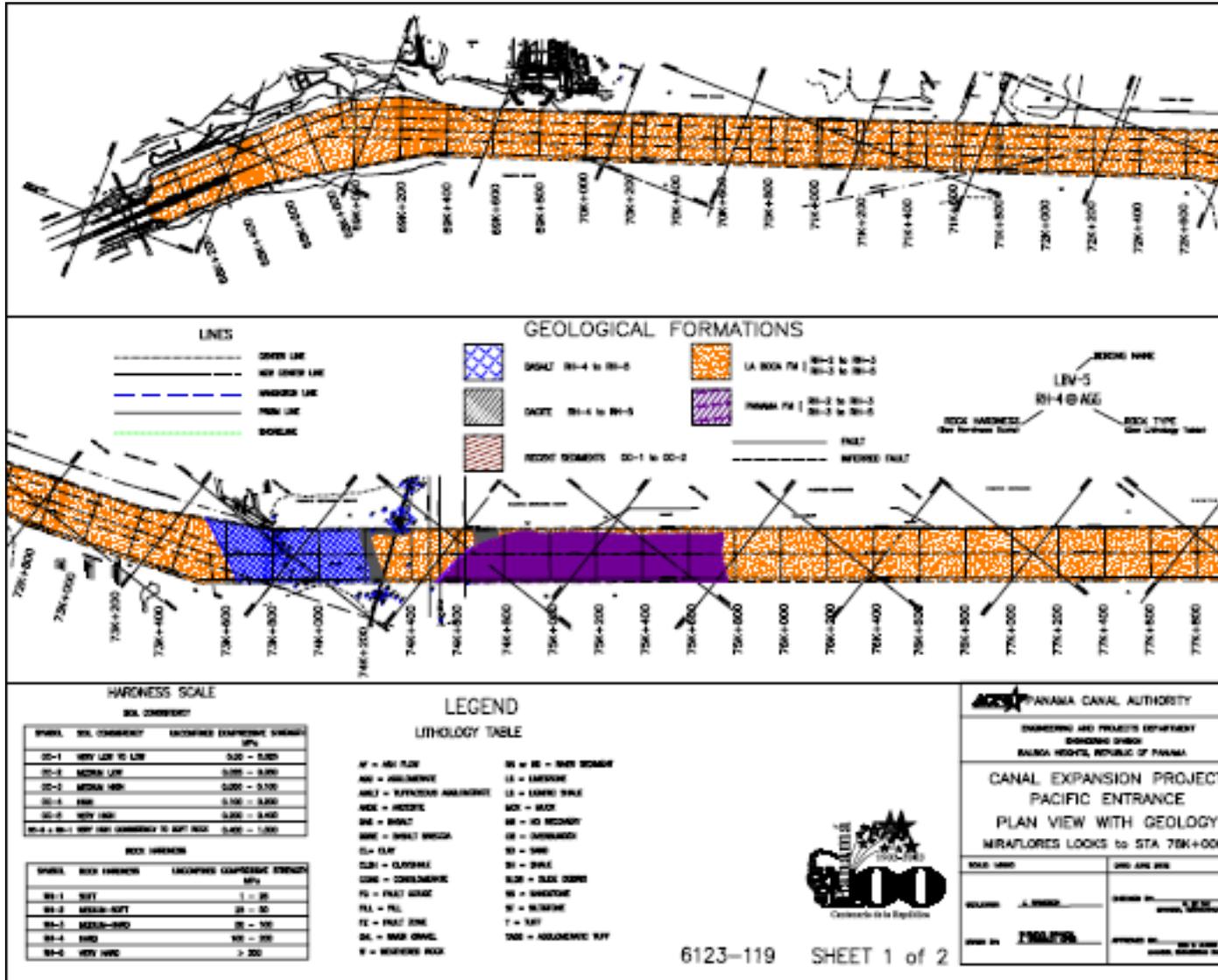




Equipo	Profundidad en metros	Sedimento y arena	Grava	Arcilla y lodo	Roca blanda <15 Mpa	Roca Mediana 15-50 MPa	Roca dura +50 Mpa
Draga de cangilones mediana (de 5 a 10 km ²)	60	●	●	●			
Draga cortadora de succión mediana (con cuchilla de 1 a 2k KW)	20	●	●	●	●		
Draga cortadora de succión mediana (con cuchilla de 2 a 3k KW)	25	●	●	●	●	●	
Draga cortadora de succión grande (con cuchilla de 3 a 5k KW)	30	●	●	●	●	●	
Retroexcavadora	18		●	●	●		
Draga de cucharón, y perforación y voladura	18		●	●	●	●	●
Retroexcavadora, y perforación y voladura (entrada del Pacifico)	20+		●	●	●	●	●

Efectividad (producción y costo):

- Muy buena ●
- Buena ●
- Moderada ●
- Baja ●



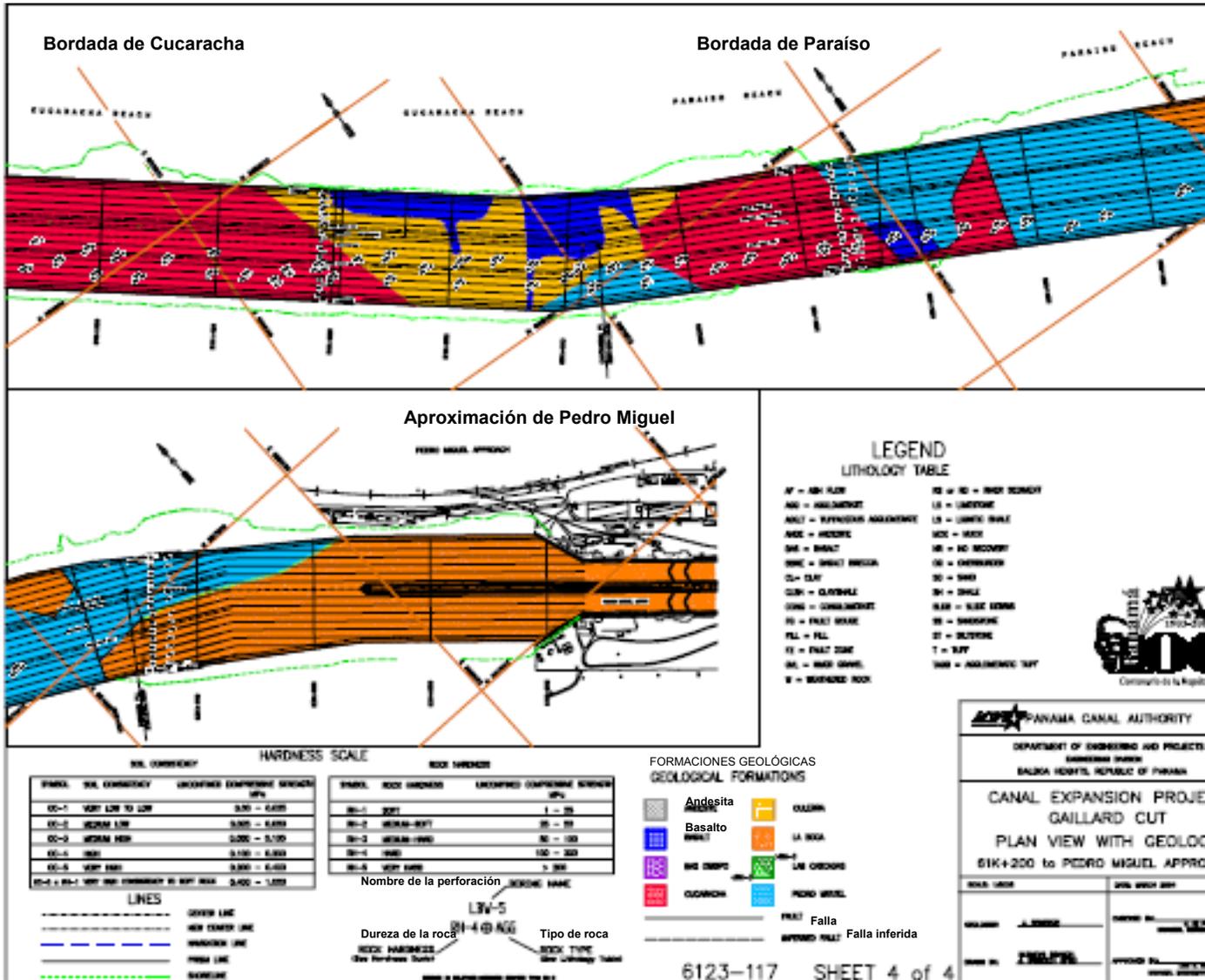
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
 ENTRADA DEL PACÍFICO
 VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
 DESDE LAS ESCLUSAS DE MIRAFLORES HASTA LA ESTACIÓN 78K+000

CONSISTENCIA DEL SUELO

Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000
Símbolo	DUREZA DE LA ROCA	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-2	Dura	1 - 25
RH-3	Medianamente blanda	25 - 50
RH-4	Dura	50 - 100
RH-5	Muy dura	100 - 200
		> 200

LEYENDA TABLA DE LITOLOGÍA

AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RIO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBACEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTODO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RIO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL - CORTE CULEBRA VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA 61K+200 HASTA LA APROXIMACIÓN DE PEDRO MIGUEL

CONSISTENCIA DEL SUELO

Simbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000

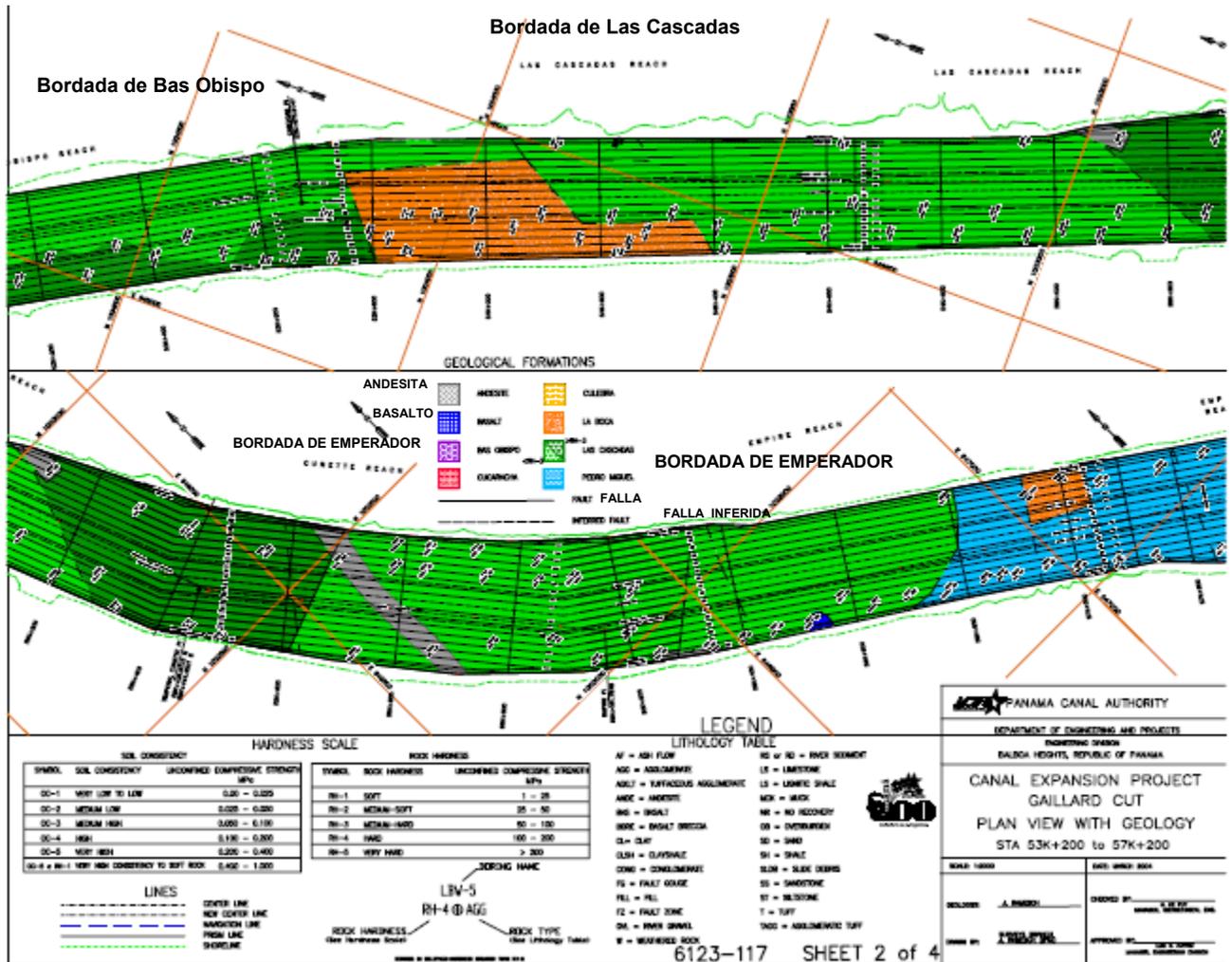
DUREZA DE LA ROCA

Simbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-2	Dura Medianamente blanda	1 - 25
RH-3	Medianamente dura	25 - 50
RH-4	Dura	50 - 100
RH-5	Muy dura	100 - 200
		> 200

LEYENDA TABLA DE LITOLOGÍA

AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RÍO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBACCO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCKX	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTODO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RIO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		





CONSISTENCIA DEL SUELO

Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000

DUREZA DE LA ROCA

Símbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-2	Dura	1 - 25
RH-3	Medianamente blanda	25 - 50
RH-4	Medianamente dura	50 - 100
RH-5	Dura	100 - 200
RH-6	Muy dura	> 200

**LEYENDA
TABLA DE LITOLÓGIA**

SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION
AF	FLUJO DE CENIZA	RS 6 RD	SEDIMENTO DE RIO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG T	AGLOMERADO TOBACEO	LS	PIZARRA LIGNITICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACION
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIENTODO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIEMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RIO	TAGG	TOBA AGLOMERATICA
WR	ROCA ALTERADA		

LINEAS

Line Style	Description
--- (dashed)	Línea del centro
--- (dashed)	Nueva línea del centro
--- (dashed)	Línea de navegación
--- (dashed)	Línea del prisma
--- (dashed)	Línea costanera



Bordada de Bas Obispo

ANDESITA
 BASALTO
 BORDADA DE EMPERADOR
 FALLA
 FALLA INFERIDA

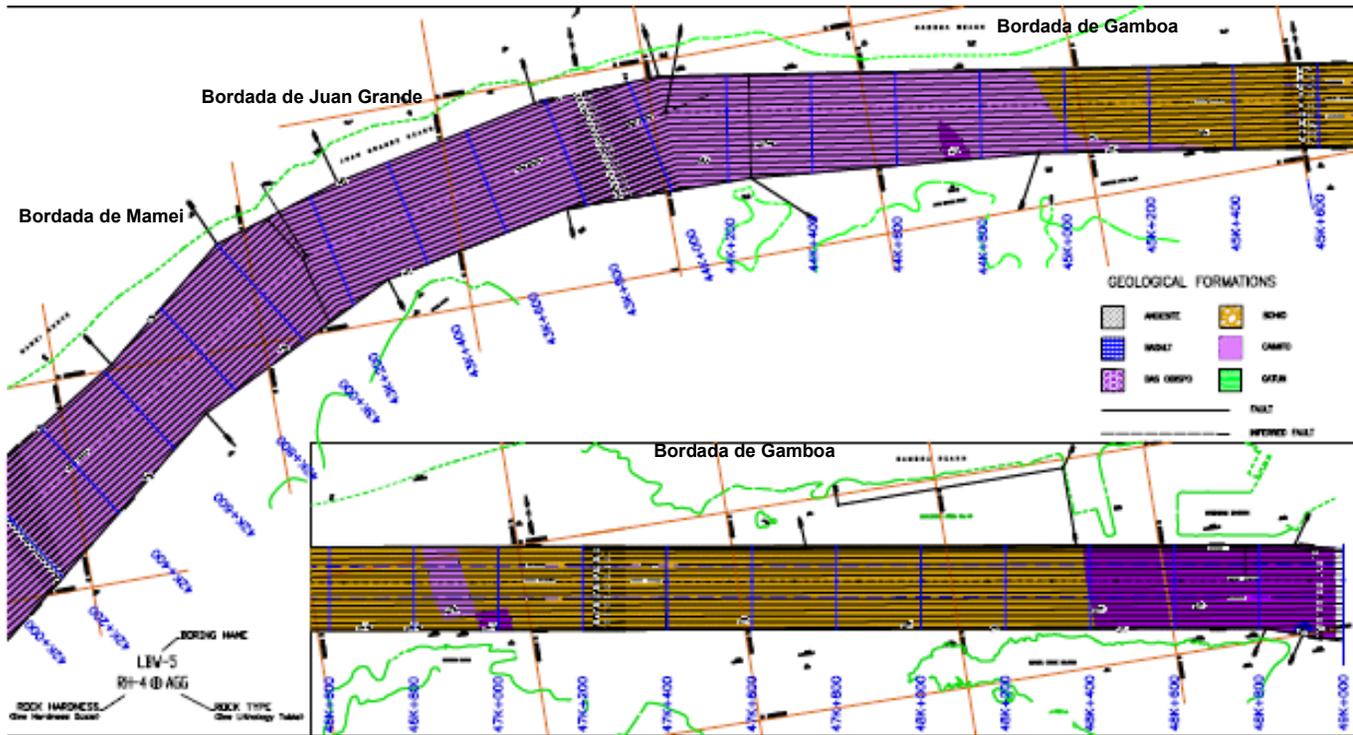
**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
 CORTE CULEBRA
 VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
 CRUCE DEL CHAGRES ESTACIÓN 53K+200**

CONSISTENCIA DEL SUELO		
Simbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000
RH-1	DUREZA DE LA ROCA	
Simbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
	Dura	1 - 25
RH-2	Medianamente blanda	25 - 50
RH-3	Medianamente dura	50 - 100
RH-4	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

LEYENDA TABLA DE LITOLOGÍA			
AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RÍO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMENTODO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RÍO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		

LÍNEAS

	Línea del centro
	Nueva línea del centro
	Línea de navegación
	Línea del prisma
	Línea costanera



HARDNESS SCALE

SOIL CONSISTENCY

SYMBOL	SOIL CONSISTENCY	UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)
OC-1	VERY LOW TO LOW	0.03 - 0.025
OC-2	MEDIUM LOW	0.025 - 0.050
OC-3	MEDIUM HIGH	0.050 - 0.100
OC-4	HIGH	0.100 - 0.200
OC-5	VERY HIGH	0.200 - 0.400
OC-6	VERY HARD	0.400 - 1.000
OC-2 + RH-1	VERY HIGH CONSISTENCY TO SOFT ROCK	0.400 - 1.000

ROCK HARDNESS

SYMBOL	ROCK HARDNESS	UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)
RH-1	SOFT	1 - 25
RH-2	MEDIUM-SOFT	25 - 50
RH-3	MEDIUM-HARD	50 - 100
RH-4	HARD	100 - 200
RH-5	VERY HARD	> 200

LEGEND

LITHOLOGY TABLE

AF = ASH FLUX	RS ó RD = RIÑER SEDIMENT
AGG = AGLOMERADO	LS = LIMONITE
AGG.T = AGLOMERADO TOBACEO	LS = LIMONITE SABLE
ANDE = ANDESITA	MO = MUCK
BAS = BASALTO	NR = NO RECOVERY
BBRE = BRECHA DE BASALTO	OS = OSALMERA
CL = CLAY	SD = SAND
CLSH = CLAYSHALE	SH = SHALE
CONG = CONGLOMERADO	SLDB = SLICE DEBRIS
FG = FALLT CLUST	SS = SANDSTONE
FILL = FILL	ST = SILESTONE
FZ = FILLT ZONE	T = TUFF
GM = GRAVEL	TAGG = AGLOMERADO TUFF
W = WEATHERED ROCK	

LINES

---	CENTER LINE
- - - - -	NEW CENTER LINE
---	NAVIGATION LINE
---	PRISM LINE
---	SHORELINE

ACP PANAMA CANAL AUTHORITY

ENGINEERING AND PROJECTS DEPARTMENT
 ENGINEERING DIVISION
 BALBOA HEIGHTS, REPUBLIC OF PANAMA

CANAL EXPANSION PROJECT
GATUN LAKE
PLAN VIEW WITH GEOLOGY
 STA 42K+400 to STA 49K+000

DATE: 11/14/2003
 DRAWN BY: J. NIEBEL
 CHECKED BY: J. NIEBEL
 APPROVED BY: J. NIEBEL

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
LAGO GATÚN
VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
ESTACIÓN 42K+400 HASTA 49K+000

CONSISTENCIA DEL SUELO

Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000

DUREZA DE LA ROCA

Símbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-2	Dura	1 - 25
RH-3	Medianamente blanda	25 - 50
RH-4	Medianamente dura	50 - 100
RH-5	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

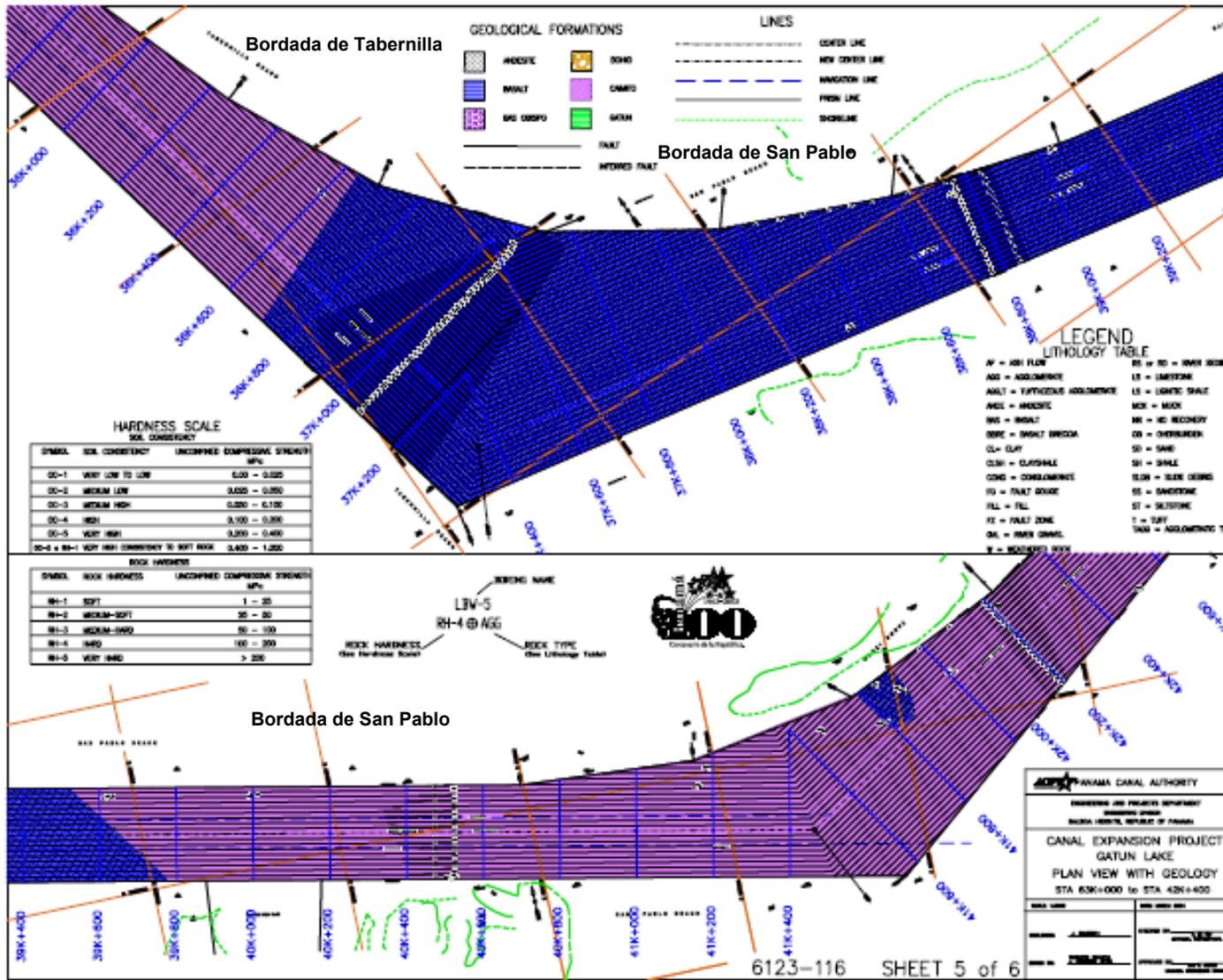
LEYENDA

TABLA DE LITOLOGÍA

AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RÍO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBACEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RÍO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		

LÍNEAS

---	Línea del centro
- - - - -	Nueva línea del centro
---	Línea de navegación
---	Línea del prisma
---	Línea costanera



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
LAGO GATÚN
VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
ESTACIÓN 30K+800 HASTA 36K+000

CONSISTENCIA DEL SUELO

Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000

DUREZA DE LA ROCA

Símbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
RH-2	Dura	1 - 25
RH-3	Medianamente blanda	25 - 50
RH-4	Medianamente dura	50 - 100
RH-5	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

LEYENDA TABLA DE LITOLÓGIA

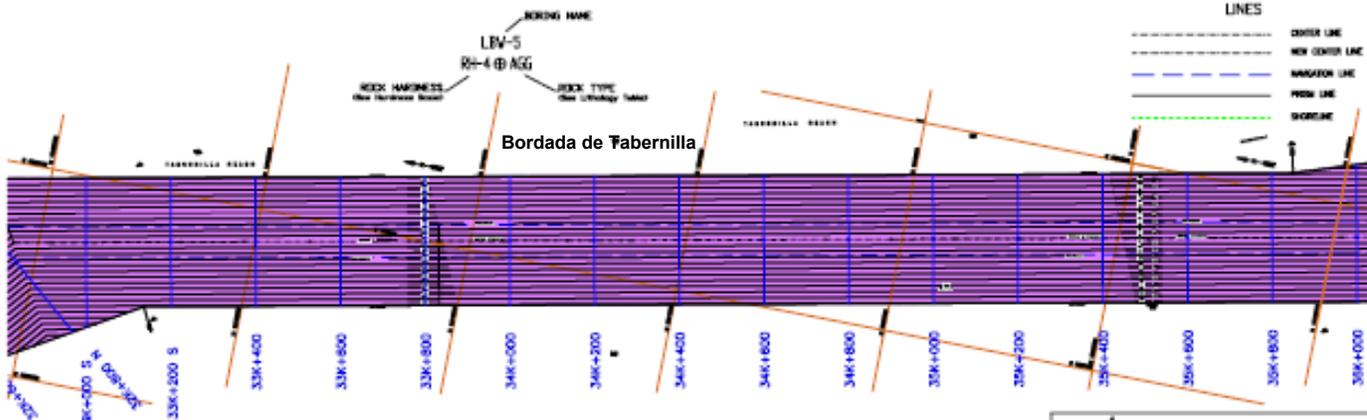
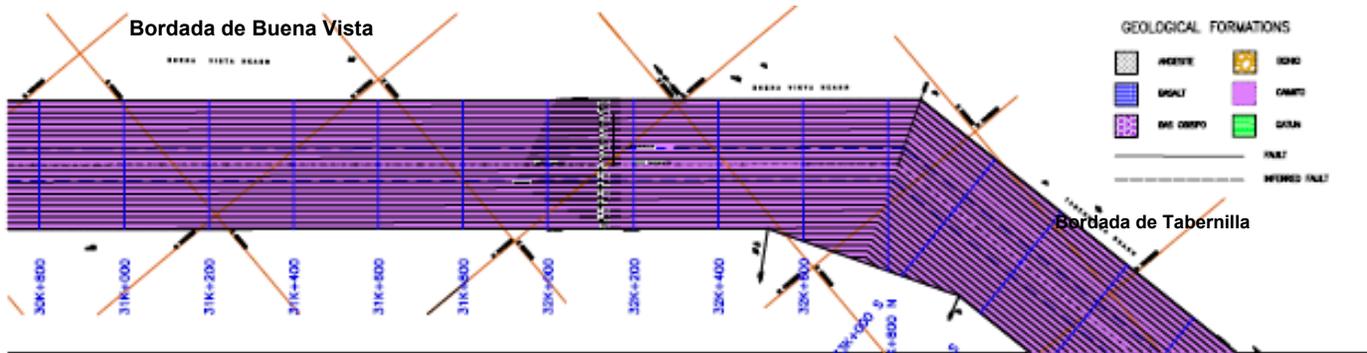
AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RIO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RIO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		

LÍNEAS

- Línea del centro
- Nueva línea del centro
- Línea de navegación
- Línea del prisma
- Línea costanera

Proyecto del Tercer Juego de Esclusas

Traducción



HARDNESS SCALE

SYMBOL	SOIL CONSISTENCY	UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)
OC-1	VERY LOW TO LOW	0.00 - 0.025
OC-2	MEDIUM LOW	0.025 - 0.050
OC-3	MEDIUM HIGH	0.050 - 0.100
OC-4	HIGH	0.100 - 0.200
OC-5	VERY HIGH	0.200 - 0.400
OC-6 a	VERY HIGH CONSISTENCY TO SOFT ROCK	0.400 - 1.000

SYMBOL	ROCK HARDNESS	UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)
RH-1	SOFT	1 - 25
RH-2	MEDIUM-SOFT	25 - 50
RH-3	MEDIUM-HARD	50 - 100
RH-4	HARD	100 - 200
RH-5	VERY HARD	> 200

LEGEND

LITHOLOGY TABLE

AF = ASH FLOW	RS or RD = RIVER SEDIMENT
AGG = AGGLOMERATE	LS = LIMESTONE
AGG.T = AGGLOMERADO TOBÁCEO	LSL = LIMESTONE SHALE
ANDE = ANDESITA	MCK = MUCK
ANDE = ANDESITA	NR = NO RECOVERY
BBRE = BASALTO BRECHA	OS = OVERBANK
CL = CLAY	SD = SAND
CLSH = CLAYSHALE	SH = SHALE
CONG = CONGLOMERATE	SLDB = SLICE DETRITUS
FG = FAULT GROUND	SS = SANDSTONE
FILL = FILL	ST = SLTSTONE
FZ = FAULT ZONE	T = TUFF
GVL = GRAVA DE RIO	TAGG = ARGUMENTO TUFF
WR = WEATHERED ROCK	



PANAMA CANAL AUTHORITY
 ENGINEERING AND PROJECTS DEPARTMENT
 SURVEYING DIVISION
 BALBOA HEIGHTS, REPUBLIC OF PANAMA

**CANAL EXPANSION PROJECT
 GATUN LAKE
 PLAN VIEW WITH GEOLOGY
 STA 30K+800 to STA 36K+000**

SCALE: 1:5000 DATE: MARCH 2005

DESIGNED BY: J. ENRIQUE
 CHECKED BY: J. ENRIQUE
 DRAWN BY: J. ENRIQUE
 APPROVED BY: J. ENRIQUE

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ LAGO GATÚN VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA ESTACIÓN 63K+400 HASTA 42K+000

CONSISTENCIA DEL SUELO

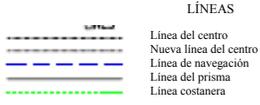
Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000

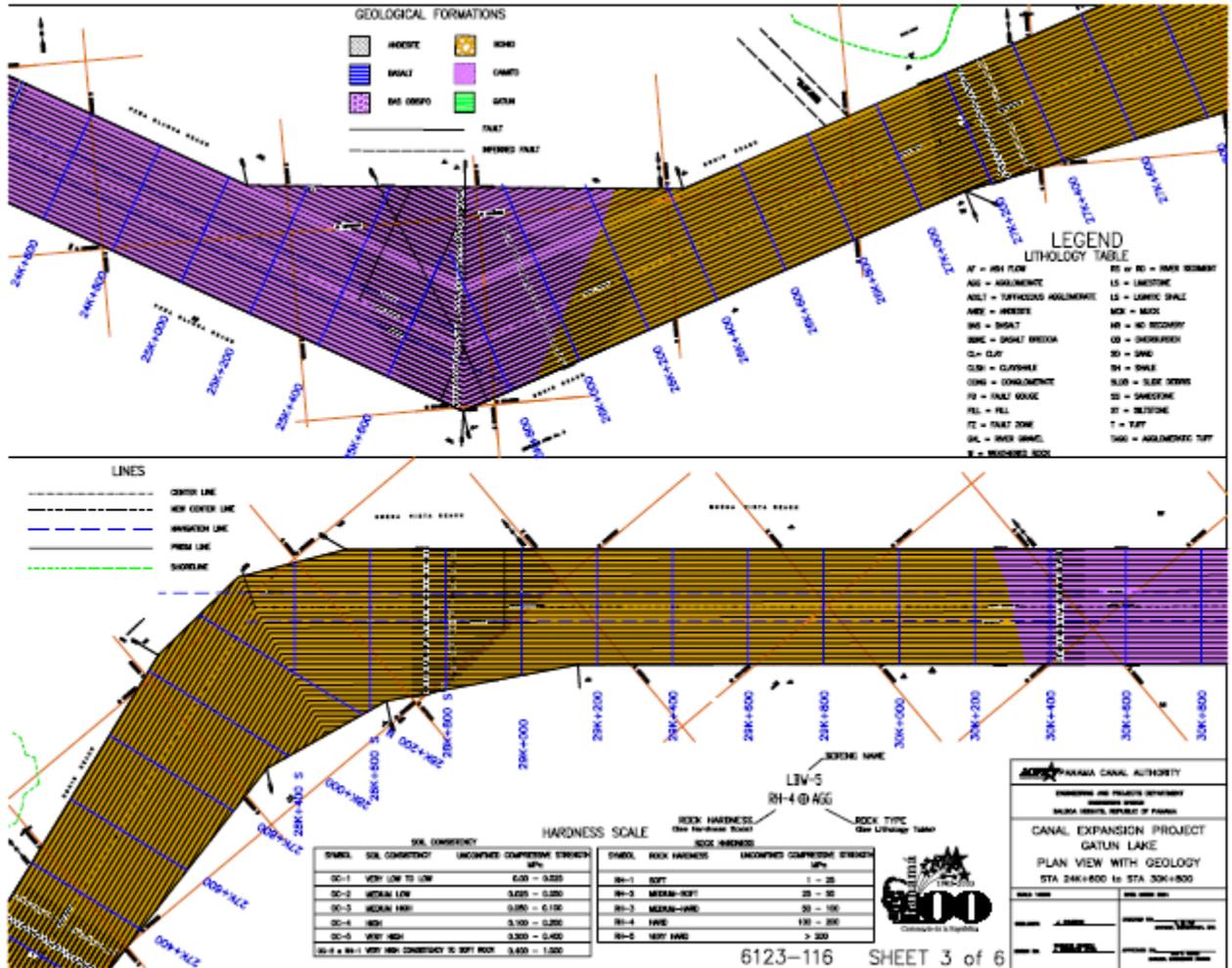
DUREZA DE LA ROCA

Símbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-1	Dura	1 - 25
RH-2	Medianamente blanda	25 - 50
RH-3	Medianamente dura	50 - 100
RH-4	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

LEYENDA
 TABLA DE LITOLOGÍA

AF	FLUJO DE CENIZA	RS o RD	SEDIMENTO DE RÍO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LSL	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RÍO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		





PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
LAGO GATÚN
VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
ESTACIÓN 24K+400 HASTA 30K+800

CONSISTENCIA DEL SUELO

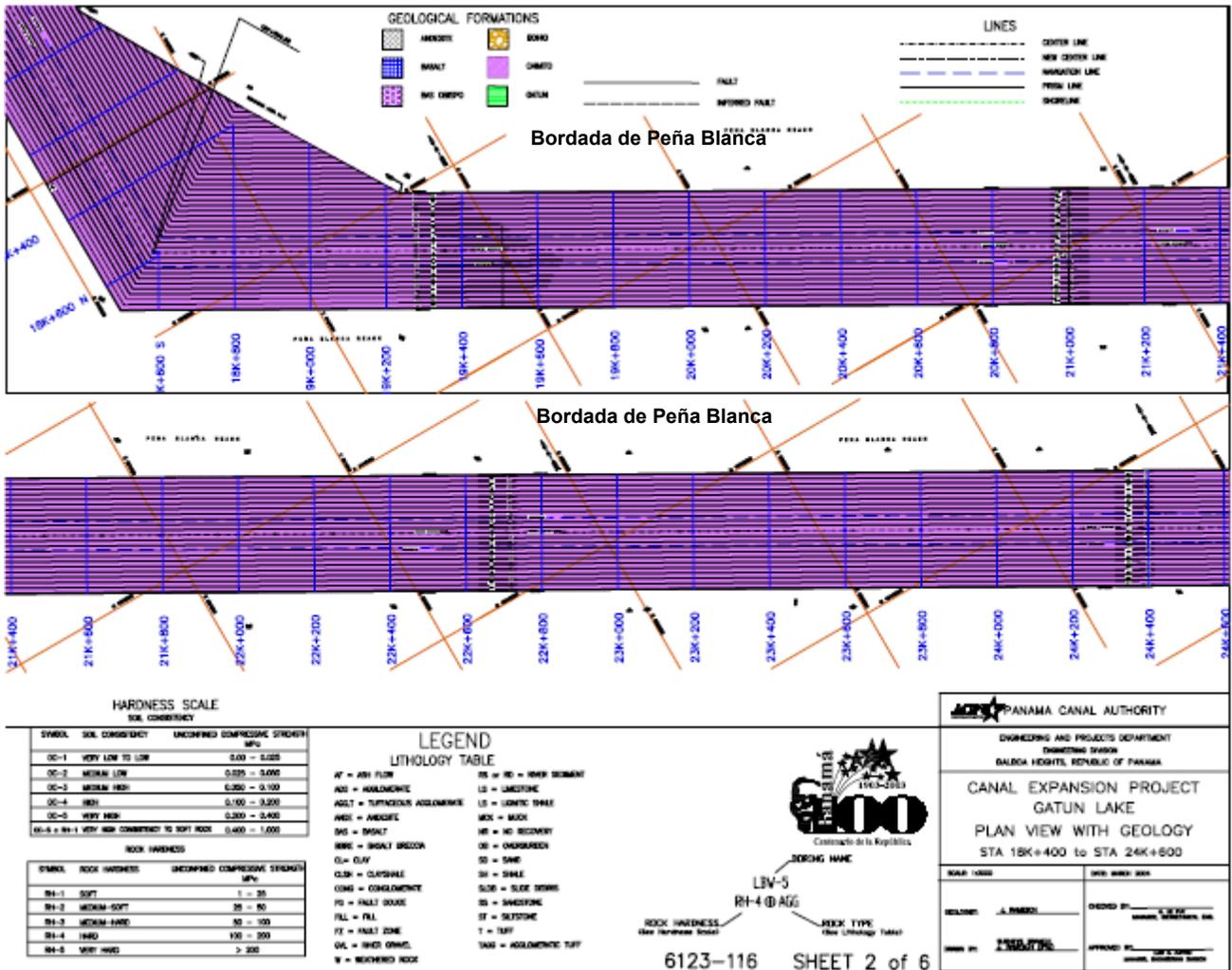
Simbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000
Simbolo	DUREZA DE LA ROCA	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-2	Dura	1 - 25
RH-3	Medianamente dura	25 - 50
RH-4	Dura	50 - 100
RH-5	Muy dura	100 - 200
		> 200

LÍNEAS

- Linea del centro
- Nueva línea del centro
- Linea de navegación
- Linea del prisma
- Linea costanera

LEYENDA TABLA DE LITOLOGÍA

AF	FLUJO DE CENIZA	RS o RD	SEDIMENTO DE RIO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG-T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMENTODO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RIO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		



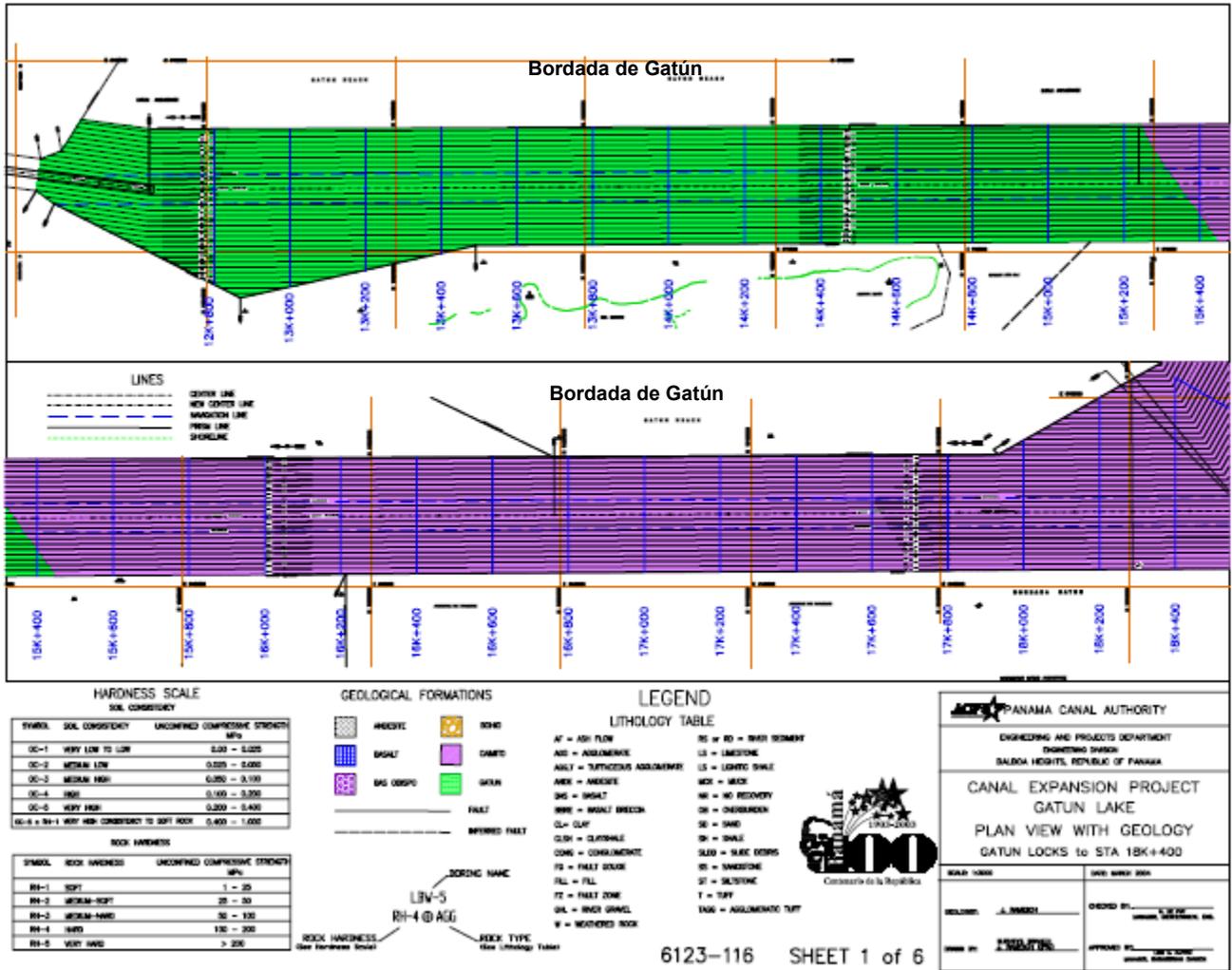
**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
LAGO GATÚN
VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
ESTACIÓN 18K+400 HASTA 24K+600**

CONSISTENCIA DEL SUELO

Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000
RH-1	Dura	1 - 25
RH-2	Medianamente blanda	25 - 50
RH-3	Medianamente dura	50 - 100
RH-4	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

LEYENDA TABLA DE LITOLOGÍA

AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RÍO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTO TODO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RÍO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ
LAGO GATÚN
VISTA DEL PLANO CON GEOLOGÍA
ESCLUSAS DE GATÚN HASTA LA ESTACIÓN 18K+400

CONSISTENCIA DEL SUELO

Simbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.02-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000

DUREZA DE LA ROCA

Simbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinar en Mpa
RH-2	Dura	1 - 25
RH-3	Medianamente blanda	25 - 50
RH-4	Medianamente dura	50 - 100
RH-5	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

LÍNEAS

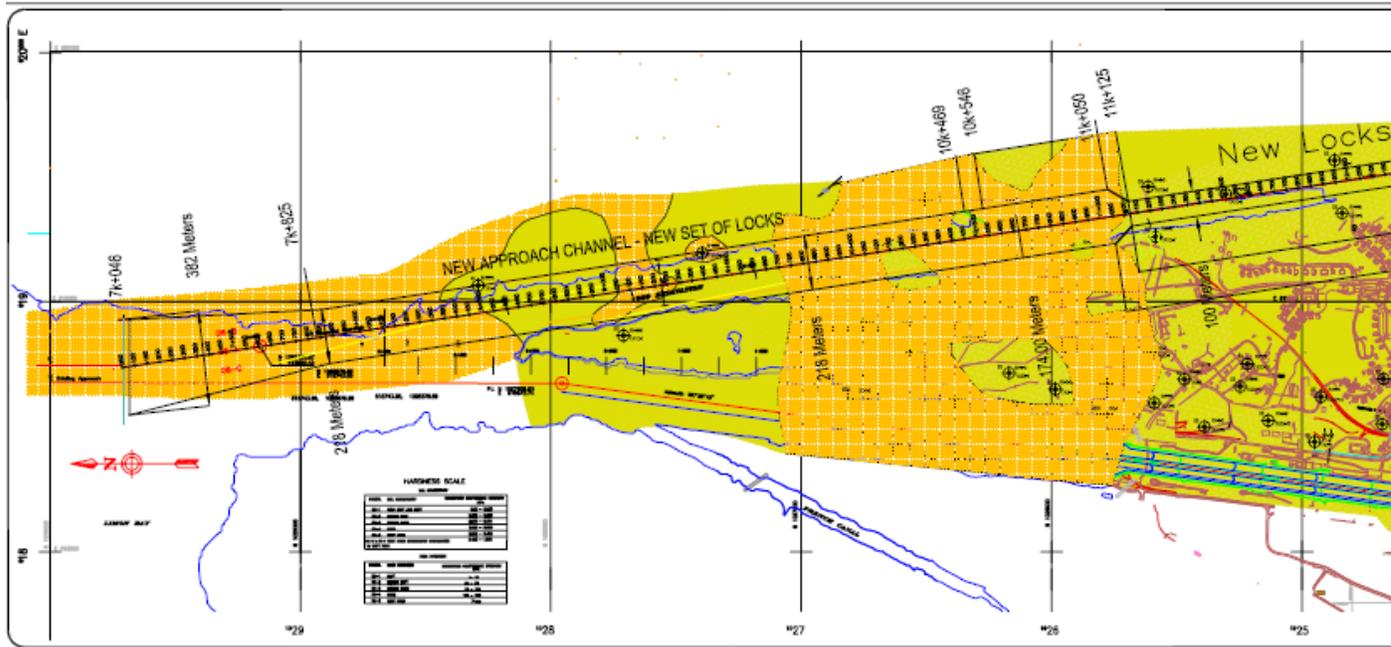
Linea	Descripción
---	Línea del centro
- - - -	Nueva línea del centro
---	Línea de navegación
---	Línea del prisma
---	Línea costanera

LEYENDA

TABLA DE LITOLOGÍA

SYMBOL	ROCK TYPE	SYMBOL	ROCK TYPE
AF	FLUJO DE CENIZA	RS o RD	SEDIMENTO DE RIO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	RECUBRIMIENTO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RIO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		

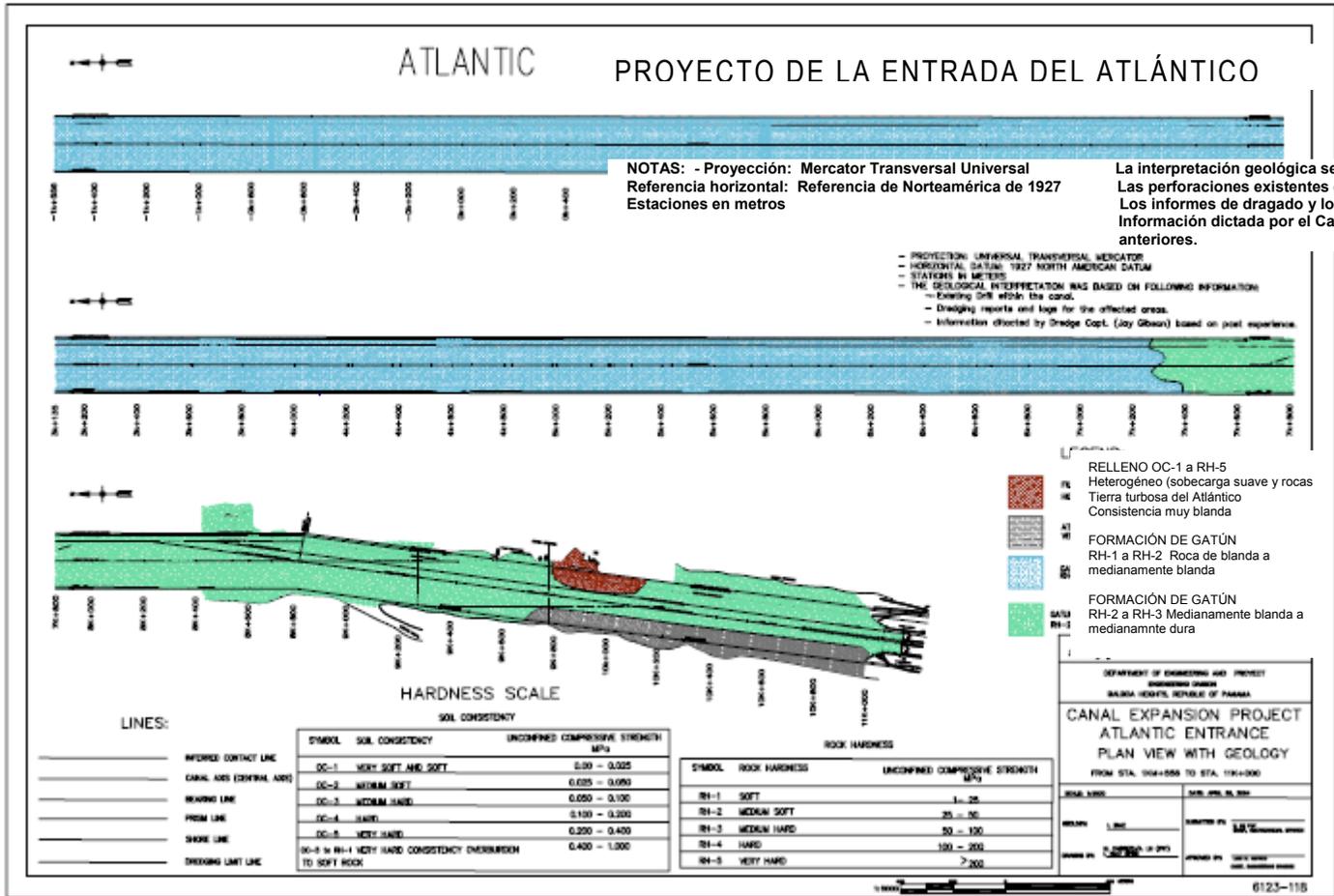




***DIVISIÓN DE CAPACIDAD DEL CANAL
AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ***

**MAPA GEOLÓGICO
SECTOR ATLÁNTICO**

CONSISTENCIA DEL SUELO		
Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000
RH-1		
DUREZA DE LA ROCA		
Símbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
	Dura	1 - 25
RH-2	Medianamente blanda	25 - 50
RH-3	Medianamente dura	50 - 100
RH-4	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL CANAL - ENTRADA DEL ATLÁNTICO PLANO CON GEOLOGÍA ESTACIÓN 1KM+556 HASTA LA ESTACIÓN 11K+000

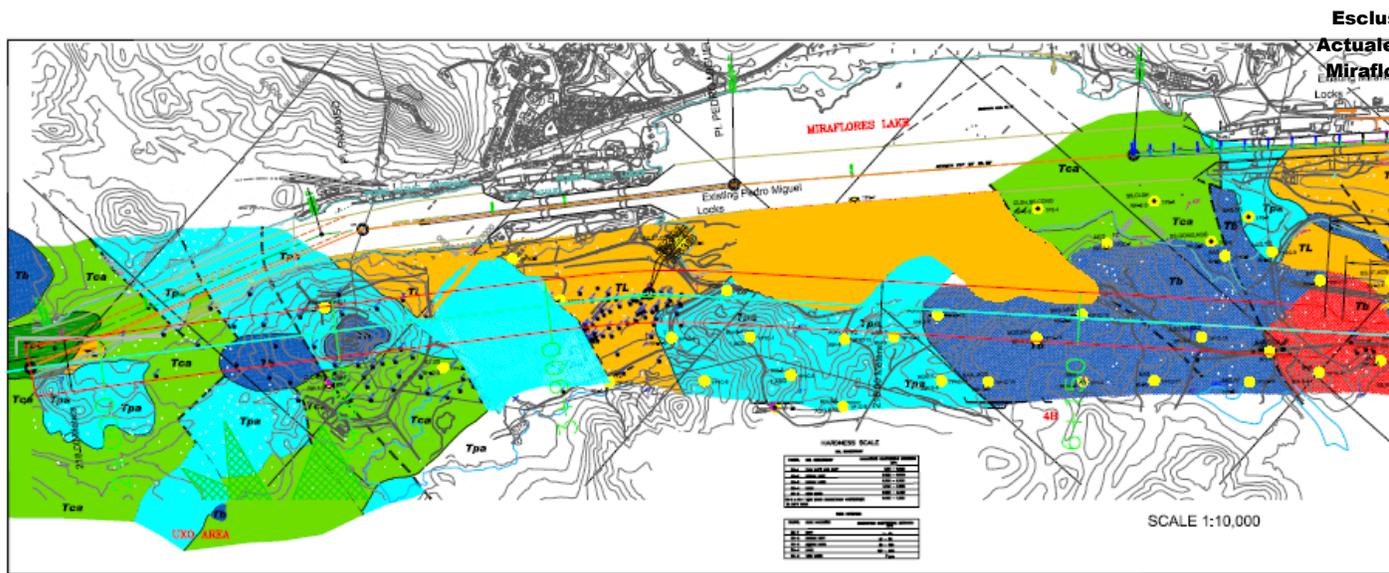
PROYECTO DE AMPLIACIÓN VISTA DEL DESDE LA

CONSISTENCIA DEL SUELO		
Símbolo	Consistencia del suelo	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
OC-1	De muy baja a baja	0.00-0.025
OC-2	Medianamente baja	0.025-0.050
OC-3	Medianamente alta	0.050-0.100
OC-4	Alta	0.100-0.200
OC-5	Muy alta	0.200-0.400
OC-6 a RH-1	De consistencia muy alta a roca blanda	0.400-1.000
DUREZA DE LA ROCA		
Símbolo	Dureza de la roca	Resistencia a la compresión sin confinamiento en Mpa
	Dura	1 - 25
RH-2	Medianamente blanda	25 - 50
RH-3	Medianamente dura	50 - 100
RH-4	Dura	100 - 200
RH-5	Muy dura	> 200

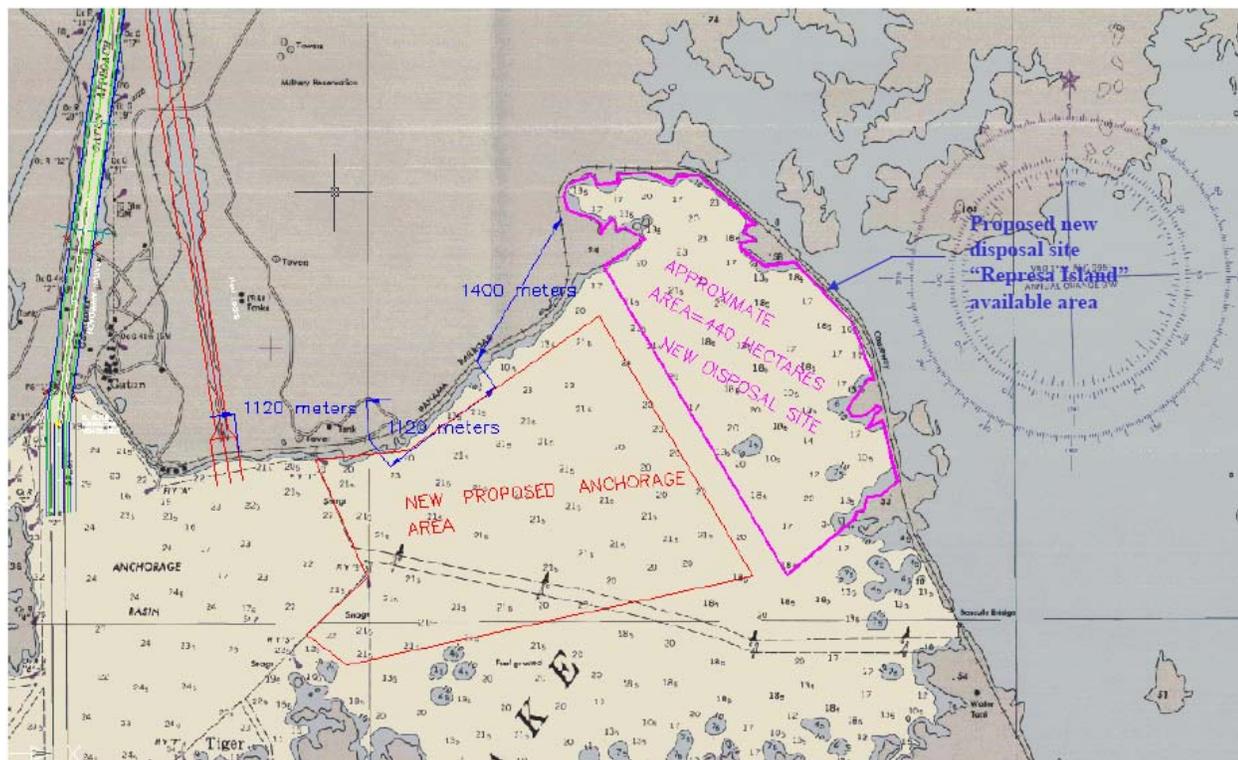
LEYENDA TABLA DE LITOLOGÍA			
AF	FLUJO DE CENIZA	RS ó RD	SEDIMENTO DE RÍO
AGG	AGLOMERADO	LS	PIEDRA CALIZA
AGG.T	AGLOMERADO TOBÁCEO	LS	PIZARRA LIGNÍTICA
ANDE	ANDESITA	MCK	TIERRA TURBOSA
BAS	BASALTO	NR	SIN RECUPERACIÓN
BBRE	BRECHA DE BASALTO	OS	SOBRECARGADO
CL	ARCILLA	SD	ARENA
CLSH	PIZARRA DE ARCILLA	SH	PIZARRA
CONG	CONGLOMERADO	SLDB	DETRITO DE DESLIZAMIENTO
FG	BANDAS DE FALLAS	SS	ARENISCA
FILL	RELLENO	ST	LIMONITA
FZ	ZONA DE FALLA	T	TOBA
GVL	GRAVA DE RÍO	TAGG	TOBA AGLOMERÁTICA
WR	ROCA ALTERADA		

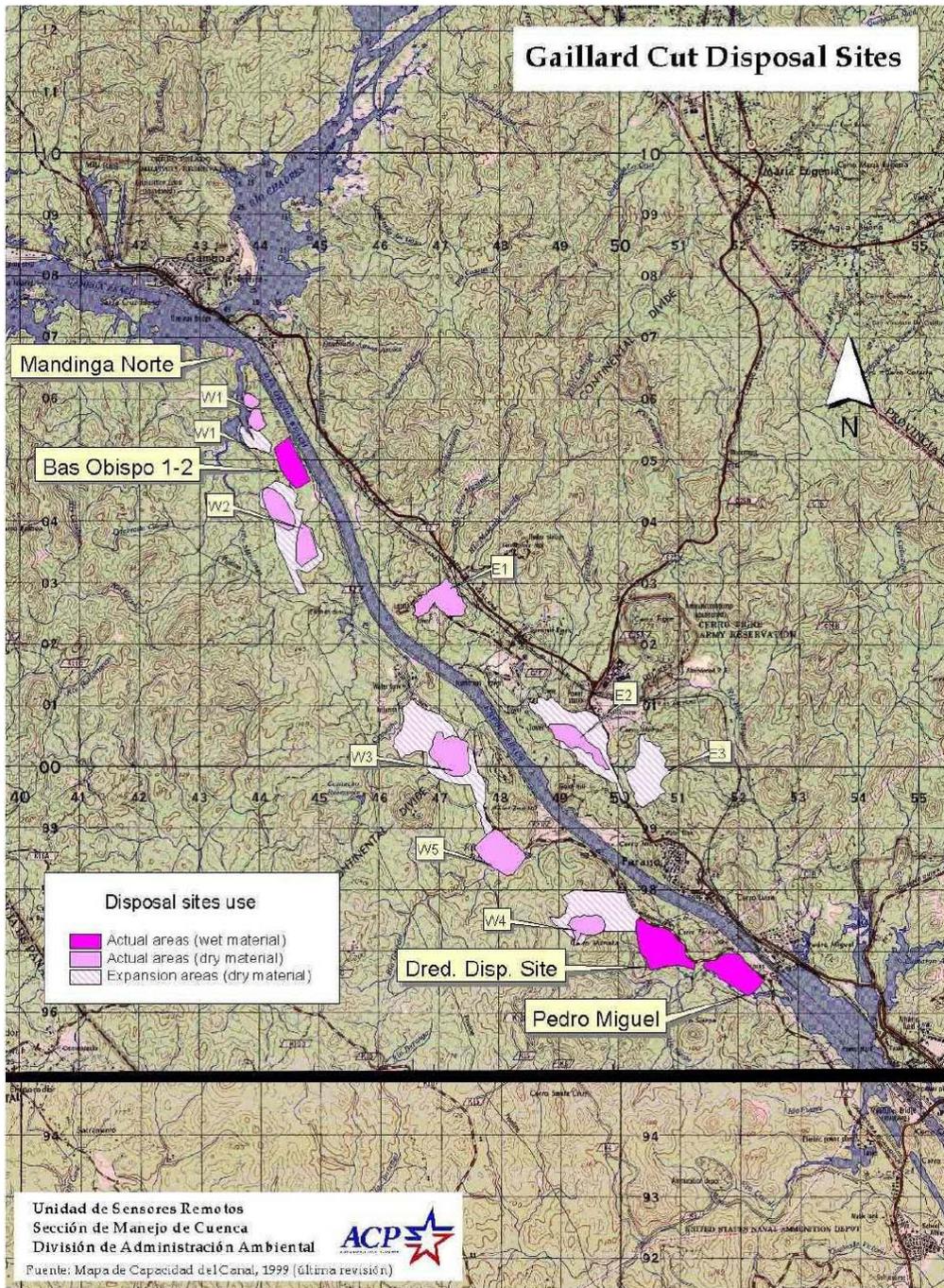


MAPA GEOLÓGICO SECTOR PACÍFICO









SITIOS DE DESECHO DEL CORTE CULEBRA

- Áreas específicas (material húmedo)
- Áreas específicas (material seco)
- Áreas de la ampliación (material seco) Sitio de desecho del material dragado

