Estudio de Factibilidad del Proyecto de Profundización de Lago Gatún y Corte Gaillard a 34' (10.4 mts.) PLD

Autoridad del Canal de Panamá
Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal
División de Dragado
Diciembre del 2000

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO **3**

INTRODUCCIÓN **5**

DESCRIPCIÓN **5**

NIVELES DE OPERACIÓN **6**

CONFIABILIDAD HÍDRICA **7**

PARÁMETROS GENERALES UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE LA PROFUNDIZACIÓN **9**

CAUCES DE NAVEGACIÓN 9
CRITERIO DE TOLERANCIA DE DRAGADO DE LA ACP 10
EQUIPO DE DRAGADO 11
Dragas de la ACP *11*
Nuevas Dragas *12*

ESTABILIDAD DE ESTRUCTURAS ADYACENTES A LOS CAUCES DE NAVEGACIÓN **14**

INFRAESTRUCTURAS EN GENERAL 14
TALUDES DEL CORTE GAILLARD 14
ESCLUSAS 16
REPRESA AUXILIAR DE PEDRO MIGUEL 16
OFICINAS DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA 16
MUELLE DE LAS CRUCES 17
TOMA DE AGUA DE PARAÍSO 17
MUELLE DE PARAÍSO 17
DIVISIÓN DE DRAGADO (EID) EN GAMBOA 18
LA NUEVA ESTACIÓN DE AMARRE PARA BARCOS EN TRÁNSITO 18

VOLÚMENES DE DRAGADO Y DE PERFORACIÓN Y VOLADURA **18**

DRAGADO A 34' PLD Y PERFORACIÓN Y VOLADURA A 27' PLD 18
DRAGADO A 34' PLD Y P&V A 23' PLD O 16.5' PLD 21
ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE P&V HASTA 23' Y 16.5' PLD EN LAS ÁREAS DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD SOBRE DE 34' PLD 22
ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE P&V HASTA 23' Y 16.5' PLD EN TODA EL ÁREA DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD 23
RESUMEN DE LOS DIFERENTES ESQUEMAS DE P&V PARA EL PROYECTO DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD A 34' PLD 23

SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO **24**

SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO #14 24

SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO FRIJOLES 24
DURACIÓN DEL DRAGADO Y PERFORACIÓN Y VOLADURA 25
COSTO ESTIMADO 28
COSTO DE OPERACIÓN 28
COSTO DE LOS EXPLOSIVOS 29
COSTOS UNITARIOS 30
COSTOS DE CONTINGENCIA 31
COSTO TOTAL DE LA PROFUNDIZACIÓN 31
RESUMEN DEL PROYECTO EN TÉRMINOS DE VOLÚMENES DE DRAGADO, AÑOS DE EJECUCIÓN Y COSTOS 33
ANÁLISIS ECONÓMICO 34
COSTOS ANUALES 34
BENEFICIOS ANUALES 35
BENEFICIOS ANUALES DE NAVEGACIÓN 35
BENEFICIOS ANUALES DEL INCREMENTO DE CONFIABILIDAD HÍDRICA 37
BENEFICIOS ANUALES DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD 39
RESUMEN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS 40
TASA INTERNA DE RETORNO 40
METODOLOGÍA 40
CONDICIONES ESPECIALES 41
FRAGMENTACIÓN 41
EXCAVACIÓN 42
Bordada de Gatún 42
Bordada de Peña Blanca 42
Bordada de Bohío, Buena Vista y Tabernilla 43
Bordada San Pablo, Mamei y Juan Grande 43
Bordada Gamboa y Cruces de Chagres 43
Las Bordadas del Corte Gaillard 43
Bordada de Pedro Miguel 43
MODO DE TRANSPORTE 43
MODO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO - TIERRA, AGUA 44
CRONOLOGÍA DE LOS PROYECTOS DE DRAGADO EN LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS 44
RECOMENDACIONES 45
APÉNDICES 45

RESUMEN EJECUTIVO

El recurso hídrico constituye el elemento más importantes en la planificación de los proyectos para la futura ampliación del Canal de Panamá. Su importancia está reflejada claramente en la misión de la Autoridad del Canal de Panamá en el que especifica la administración efectiva y conservación de este recurso.

La demanda por agua cruda para la operación efectiva del Canal ha tenido un crecimiento sostenido desde la construcción de la vía interoceánica en 1914. Además, el sistema hídrico del Canal satisface las necesidades de aguas municipales e industriales de las ciudades metropolitanas y aledañas al Canal. Esta creciente demanda de agua cruda propulsó a la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) a contratar los servicios del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE) para identificar fuentes adicionales de agua y analizar aquellas alternativas más viables.

Entre las alternativas que cumplían los objetivos mínimos para satisfacer temporalmente la creciente demanda de agua para esclusajes y aguas municipales e industriales estaba la profundización de los cauces de navegación del Lago Gatún y el Corte Gaillard a 34' PLD (10.4 m). Con la confiabilidad hídrica existente de 99.6%, la profundización garantizaría unos 6.22 esclusajes diarios en adición a los 38.68 esclusajes de los que el Canal dispone actualmente para sus operaciones.

Debido a que los requerimientos de la profundización son menos complejos que las otras alternativas, la ACP por medio de la Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal inició el estudio de la factibilidad del proyecto de la profundización en abril de 1999 para su posible ejecución en el año 2002. En este estudio también participó la División de Dragado, ya que serían los ejecutores principales de la obra.

La factibilidad del Proyecto de Profundización del Lago Gatún comprende la determinación de los parámetros para el análisis de la profundización; estudio de las infraestructuras existentes en los cauces de navegación; el análisis de los volúmenes de dragado a 34' PLD, tolerancia de dragado a 32' PLD y perforación y voladura a 26' PLD; la determinación de los sitios de disposición de material de dragado; la determinación de la duración del proyecto; el estimado de los costos totales del proyecto; el análisis económico del proyectos; y la metodología recomendada para la ejecución de la obra. Además, se estudió otros esquemas de perforación y voladura por debajo del

requerido, 26' PLD con el fin de preparar el suelo para su posible dragado en el futuro.

Afortunadamente, la profundización a 34' PLD afectará muy poco a las infraestructuras adyacentes a los cauces de navegación; sin embargo, es recomendable tomar medidas para evitar impactos negativos.

El volumen de dragado y tolerancia de dragado para obtener el nuevo fondo de diseño de los cauces de navegación es de **2.9 M m^3 y 3.8 M m^3**, respectivamente. Mientras que el volumen de perforación y voladura se estima en **14.5 M m^3.** Los costos unitarios de las dragas de la ACP se calcularon en **\$10.75/m^3** en el Corte Gaillard y **\$10.04/m^3** en el Lago Gatún para la draga mecánica CHRISTENSEN y **\$6.67/m^3** para la barcaza de perforación y voladura THOR. El costo total del proyecto propuesto es de **\$166.4M** más una contingencia de 15% que resultaría en un costo de **\$191.4M.**

La ejecución de los trabajos de dragado está estimada en **6 años**, mientras que la perforación y voladura tomará **9 años,** resultando en la ruta más crítica de la obra. El sitio de disposición de material de dragado designado para la profundización es el **sitio de disposición #14** y una vez llegue a su capacidad máxima, se procederá a utilizar **el sitio de disposición FRIJOLES.**

El análisis económico del proyecto propuesto resultó en una razón de **beneficio-costo de 2.41,** el cual indica que los beneficios que generará la profundización serán mayores que los costos que se incurrirán en la ejecución de la obra.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores importantes considerados en los estudios de capacidad y expansión del Canal es el recurso hídrico, que además de permitir el tráfico de barcos por el Canal, satisface las necesidades más elementales de las poblaciones adyacentes a la cuenca hidrográfica.

La importancia del agua se observó especialmente en abril de 1998 que por efectos del fenómeno meteorológico de "El Niño", el nivel del lago se redujo por debajo del nivel mínimo de operación, a 81.5' PLD. Esto provocó la imposición de restricciones de calado causando pérdidas económicas a los armadores, ya que sus barcos debían transportar menos carga para cumplir las restricciones de navegación.

La Profundización del Lago Gatún y el Corte Gaillard de 37' a 34' PLD (11.3 a 10.4m) constituye una de las alternativas para aumentar la disponibilidad hídrica del Canal. Debido a su relativa simplicidad respecto a las otras alternativas para aumentar la capacidad hídrica del Canal, la existencia de recursos propios para su ejecución y la experiencia en proyectos similares, la Autoridad del Canal de Panama (ACP) procedió a estudiar la factibilidad de este proyecto para su posible ejecución durante la primera década del 2000.

La profundización de 3' (0.91m) aumentará la disponibilidad efectiva de agua en 362.9 M m^3, lo que representa para el Canal de Panamá unos 6.22 esclusajes[1] diarios adicionales que ayudarían a aliviar temporalmente la creciente demanda de agua para uso municipal e industrial y de tránsitos de barcos a través de la vía interoceánica. Con este aumento, el Canal dispondría de un total de 45 esclusajes diarios que ayudarían a mantener por lo menos hasta el año 2010 la relativamente alta confiabilidad hídrica mínima de 99.6% que ofrece en la actualidad.

DESCRIPCIÓN

La profundización del Lago Gatún y del Corte Gaillard consiste en bajar el fondo mínimo de navegación actual de 37' a 34'PLD (de 11.3 a 10.4m.) El proyecto requiere dragar los cauces de navegación desde el sur de las Esclusas de Gatún hasta el norte de las Esclusas de Pedro Miguel. De acuerdo a las hidrografías del Lago Gatún levantadas en el año 1995 y las del Corte Gaillard en marzo de 1999, muchas de estas áreas no

[1] Cada esclusaje representa 55 millones de galones de agua.

requerirán profundización, como las áreas ensanchadas del Corte Gaillard cuyos fondos de navegación ya están a 34' PLD, y las bordadas de Gatún y Peña Blanca localizadas en el norte del Lago Gatún. Las hidrografías del Lago Gatún y Corte Gaillard están incorporadas en el apéndice # 1.

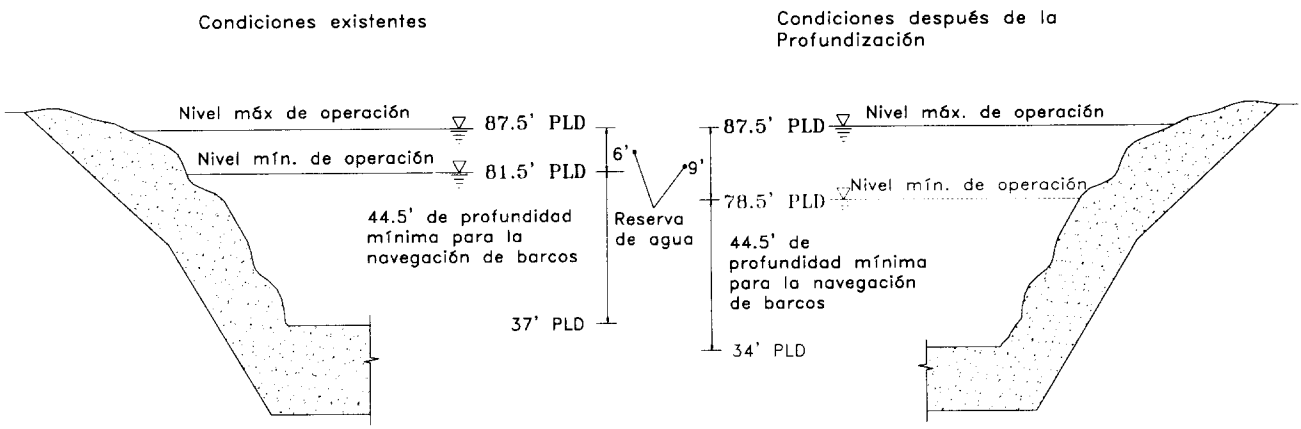
La experiencia de dragado de la ACP indica que prácticamente el 100% del Corte Gaillard requerirá perforación y voladura (P&V) para fragmentar el material rocoso y duro; mientras que un promedio de aproximadamente 35% del Lago Gatún necesitará de este proceso.

NIVELES DE OPERACIÓN

El nivel mínimo de operación en el Lago Gatún actualmente es de 81.5' PLD (24.84 m), y brinda una profundidad mínima de navegación de 44.5' (13.56 m) para permitir el tránsito de barcos con un calado máximo de 39.5' (12.04 m) y 5' (1.52 m) libres bajo la quilla.

La profundización del Lago Gatún de 37' a 34' PLD (11.3 a 10.4 m) permitiría reducir el nivel mínimo de operación actual de 81.5' a 78.5'PLD (24.84 a 23.93 m) sin afectar la navegación de los barcos Panamax, ya que se mantendría la profundización mínima de navegación de 44.5' (13.56m). El alcance de operación de la ACP en el lago sería entonces de 9' (2.74m), un incremento de 3' (0.91 m) como resultado del nivel máximo de operación de 87.5' PLD (26.7m) y el nivel mínimo de operación propuesto de 78.5' PLD (23.9m). Además, la reducción del nivel mínimo de operación a 78.5' PLD (23.93 m) disminuirá notablemente las restricciones de calado en las estaciones secas prolongadas ya que el Canal contaría con 3' adicionales de agua almacenada. La Figura # 1 ilustra los niveles de operación existentes y los propuestos.

Figura #1 NIVELES DE OPERACIÓN



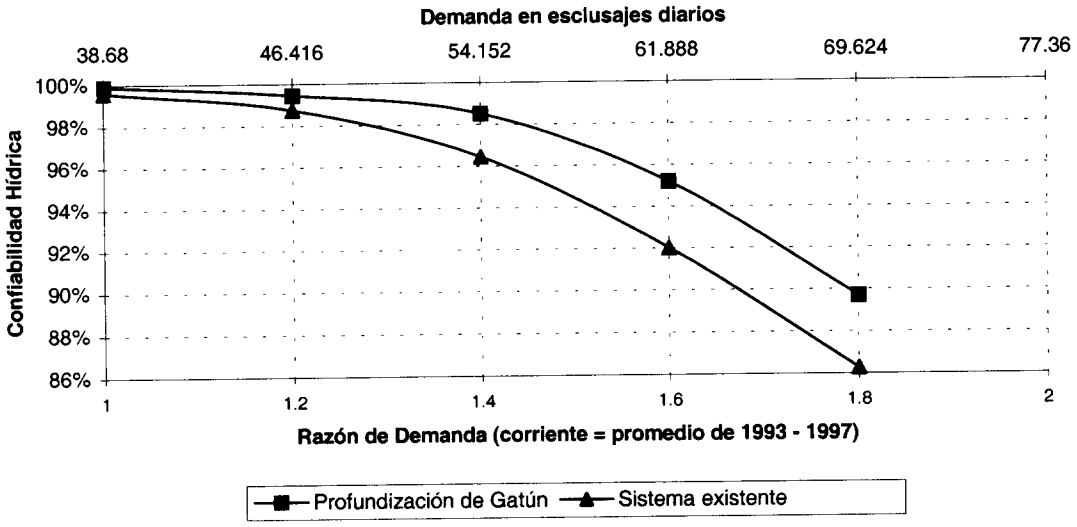
En el caso de las esclusas, una reducción del nivel mínimo de operación a 78.5' PLD (23.93 m) brindaría una profundidad de navegación de 41.17' (12.55 m) sobre los quicios de concreto de las compuertas del nivel superior de las Esclusas de Pedro Miguel (PM) y Gatún, que tienen una elevación de 37.33'PLD (11.38 m.) La holgura mínima bajo la quilla de los buques Panamax sería entonces de 1.67' (0.51 m) en los quicios de las esclusas mencionadas. Esta holgura mínima bajo la quilla de 1.67' (0.51 m) podría causar ciertas dificultades en las maniobras de salidas y entradas de los buques Panamax en el norte de las esclusas de PM y el sur de las esclusas de Gatún, ya que normalmente se ha maniobrado con un mínimo de 2' de holgura bajo la quilla. Este mínimo de 2' ((0.60 m) ocurre en el quicio del nivel inferior de las Esclusas de PM cuando el nivel del Lago de Miraflores está en 54.5' PLD.

CONFIABILIDAD HÍDRICA

La confiabilidad hídrica del Canal indica la relación que existe entre el volumen de agua requerido por la demanda y el volumen de agua suministrado por el sistema y se expresa en porcentaje. Esta demanda incluye los usos municipales e industriales y el agua requerida para el tránsito de los barcos.

La Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal (CC)desarrolló y validó un modelo de simulación de operaciones de embalses llamado HEC-5[2] con el objeto de establecer el rendimiento hídrico del sistema existente – los lagos Gatún y Alajuela - y evaluar los beneficios de las alternativas de nuevas fuentes de agua. La demanda del sistema actual se fijó en 38.68 esclusajes por día, que es el promedio de esclusajes registrado para el Canal durante los cinco años anteriores al estudio (1993- 1997). La confiabilidad del sistema existente y los rendimientos de las alternativas fueron establecidos utilizando los datos hidrológicos desde enero de 1948 hasta julio de 1998, que representa 50.5 años de duración, debido a que todas las alternativas contaban con datos disponibles durante este período. La Figura # 2 muestra la confiabilidad hídrica del Canal para los niveles de operación existentes (87.5' a 81.5' PLD) y propuestos con la profundización del lago (87.5' a 78.5' PLD).

Figura #2. Confiabilidad Hídrica del Canal de Panamá
Sistema existente y profundización del Lago Gatún a 34' PLD



Como se puede apreciar en la Figura # 2, la confiabilidad hídrica del sistema existente es de 99.6% para una demanda de 38.68 esclusajes. Si la demanda de agua aumenta en 1.8 o sea 80% más que la demanda

[2] HEC-5 es un programa informática que simula o modela el comportamiento de un embalse.

actual, la confiabilidad del sistema disminuiría a 86.3%. Con la profundización del Lago Gatún, la confiabilidad del sistema existente subiría a 99.95% y para demandas de 1.8, subiría a 89.1%.

Con la propuesta de la profundización del Lago Gatún, se incrementaría la disponibilidad de agua en un 16.1%, o sea un total de 44.9 esclusajes diarios (6.22 adicionales + 38.68 actuales) con la confiabilidad hídrica existente de 99.6%.

La profundización brindaría una confiabilidad hídrica mínima de 99.6% hasta el año 2010 para satisfacer la demanda de agua para uso municipal e industrial y para el tránsito de los barcos. Después del año 2010, la confiabilidad disminuiría con el incremento en la demanda de agua y se requeriría entonces una fuente adicional de agua para incrementar esta confiabilidad a los niveles aceptables.

PARÁMETROS GENERALES UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE LA PROFUNDIZACIÓN

CAUCES DE NAVEGACIÓN

Los siguientes parámetros fueron utilizados en el análisis de la profundización del Lago Gatún y Corte Gaillard:

- La profundización de 3' (0.91m) que consiste en dragar los cauces de navegación o bajar el fondo de navegación actual de 37' a 34' PLD (11.3 a 10.4 m). Para estimar los volúmenes de dragado, se utilizó el diseño actual de los cauces de navegación del Lago Gatún cuyas bordadas oscilan entre 650' a 1,000' (198 a 304.79 m) de ancho; y el diseño que tendrá el Corte Gaillard después del Programa de Ensanche. Los cauces de navegación del Corte Gaillard tendrán un ancho de 630' (192 m) en las bordadas rectas y un promedio de 730' (222.49 m) en las curvas después del ensanche.

- La tolerancia de dragado que consiste en remover el material **hasta 3'** debajo del nuevo fondo de navegación, **pero se planificará para un promedio de 2' (0.61 m) de tolerancia de dragado**, desde la elevación 34' a 32' PLD (11.3 a 9.45 m).

- La P&V desde la elevación actual de 37' a 27' PLD (11.3 a 7.92 m) o sea 7' (2.44 m) debajo del nuevo fondo de diseño de navegación para fragmentar el material duro y facilitar el trabajo de las dragas. No todos los fondos de navegación requieren de P&V para un

dragado efectivo. Dependiendo de la condición geológica (ver apéndice #2), el porcentaje requerido de P&V varía de acuerdo a las áreas:

- El 100% de P&V en el Corte Gaillard
- El 100% desde la Bordada Cruces de Chagres hasta la Bordada de San Pablo
- El 10% en la Bordada de Bohío
- El 0% en las Bordadas de Gatún, Peña Blanca, Buena Vista y Tabernilla.

- Se prevé que las dragas de la ACP, CHRISTENSEN y THOR, ejecutarían la mayor parte de la profundización y por lo tanto, se consideraron el costo de operación y la productividad actual de estas dragas para estimar la duración y el costo del proyecto propuesto. La adquisición o contratación de otras dragas para asistir o reemplazar los equipos de la ACP alterarían los estimados de costos y duración.

CRITERIO DE TOLERANCIA DE DRAGADO DE LA ACP

Para garantizar el nivel de diseño del fondo de los cauces de navegación, las dragas del Canal han dragado siempre un margen de **tolerancia de dragado de hasta 3'.** Sin embargo, este margen ha levantado ciertas polémicas, ya que este margen relativamente amplio representa un gran porcentaje del costo total de dragado.

CC investigó el criterio de tolerancia de dragado utilizado por las compañías internacionales de dragado y de otras entidades de dragado. El margen de tolerancia de dragado utilizado comercialmente fluctúa entre 1 y 2 pies, dependiendo de una serie de factores como el tipo de material a dragar, el tipo de dragas, la profundidad de dragado, las corrientes y mareas, el grado de contaminación del material y el tráfico de barcos. El apéndice #3 contiene un resumen de la investigación realizada.

El 30 de enero de 2001, CC se reunió con el personal de la División de Dragado (EID), la División de Ingeniería (EI) y la Sección de Políticas y Programas Ambientales (ESMP) con el propósito de discutir el criterio actual de tolerancia de dragado de la ACP y la posibilidad de modificar este margen y adaptar los criterios de dragado utilizados por la industria privada. El resumen de esta reunión está contenido en el apéndice #4.

En dicha reunión se discutió que el margen **de tolerancia de dragado de hasta 3'** utilizado por la ACP significa que el rango de tolerancia de dragado puede variar de 1 a 3 pies. Esta práctica utilizada por el Canal desde su construcción garantiza el nivel de diseño del fondo del cauce de navegación y un reservorio de sedimentación para evitar los ciclos de mantenimiento muy frecuentes y así minimizar las interferencias con el tráfico de barcos por las dragas que mantienen el Canal. El concepto de dragar un nivel totalmente plano es imposible y, por lo tanto, es necesario un margen de tolerancia de dragado para compensar la inexactitud de las dragas y los instrumentos de medición, el tipo de draga, los oleajes, las mareas y las corrientes, la experiencia de los operadores y el tipo de material. La imposición de sobre-dragar a márgenes más angostos se puede lograr, pero resulta más lento y, por ende, más costoso que sobre-dragar a un margen más amplio ya que se requeriría:

- Mayor esfuerzo de los operadores para operar con exactitud en las condiciones geológicas, geotécnicas y climatológicas no favorables del área
- Constante remoción de puntos altos (*shoals*)
- Mayor frecuencia de dragado para mantener el fondo de diseño requerido
- Constante movilización de las dragas
- Ajustes por los impactos negativos que el dragado causaría al tráfico de barcos

La División de Dragado estimó que 2' de tolerancia de dragado cubriría las imprecisiones de los equipos y los ciclos requeridos de mantenimiento de los cauces de navegación del Canal. El margen de imprecisión de la draga CHRISTENSEN y de los instrumentos de batimetría es de 1 a 1.5 pies y 0.5 pies, respectivamente. Por ende, se consideró **que en promedio se deberá planificar una tolerancia de dragado de 2', pero que el mismo puede oscilar hasta un máximo de 3'.** En otras palabras, los estimados de costos y duración de los proyectos se evaluarían sobre la base de una tolerancia de dragado promedio de 2', pero operacionalmente las dragas pudieran sobredragar hasta un máximo de 3'.

EQUIPO DE DRAGADO

Dragas de la ACP

La ACP tiene los recursos necesarios para realizar el proyecto de la profundización. Estos han mostrado ser efectivos y eficientes en el programa actual del ensanche del Corte Gaillard, a tal punto que la misma concluirá antes de lo programado.

Las dragas que participarán en este proyecto son la draga mecánica, CHRISTENSEN; la draga de corte y succión, MINDI; y la barcaza de perforación y voladura, THOR. Sin embargo, la draga hidráulica de succión MINDI estaría designada primordialmente a los proyectos de mantenimientos y mejoras a los cauces de navegación. Dependiendo de su disponibilidad, la MINDI ejecutaría parte de la profundización. La draga tipo almeja GOLIAT también puede realizar ciertos trabajos de dragado

El programa de mantenimiento y reacondicionamiento de los equipos principales de dragado, CHRISTENSEN, MINDI, THOR y las barcazas de vertedero, ha sido postergado varias veces con el fin de terminar el proyecto del Ensanche del Corte Gaillard para finales del año 2001. El cuadro # 1 presenta las fechas tentativas para el reacondicionamiento de los principales equipos de dragado. Si este programa se cumple, la THOR estaría lista para comenzar la profundización en enero del 2002, mientras que la CHRISTENSEN y por lo menos 3 barcazas entrarían en acción en mayo del 2002.

Cuadro #1 PROGRAMA DE REACONDICIONAMIENTO PARA EL EQUIPO DE DRAGADO DE LA ACP

Equipos de dragado	Probable períodos para reacondicionamiento	Lugar
THOR	julio a diciembre de 2001	División Industrial
CHRISTENSEN	enero a junio de 2002	Dique de BRASWELL
MINDI	julio de 2002 a marzo de 2003	División Industrial
BARCAZAS DE DESPOJO	enero a junio de 2002	División Industrial y Dique de BRASWELL

Actualmente, la THOR está designada para trabajar 2 turnos – 5 días (2t-5d); sin embargo, para la profundización se requerirá que opere 3 turnos – 7 días (3t-7d) con el fin de terminar el proyecto en 10 años, o antes si se adquieren los servicios de otra barcaza de perforación y voladura. El adiestramiento de personal adicional para operar la THOR finaliza en el año 2002. También se planea incorporar la cuadrilla de voladura en tierra con la THOR para obtener la mano de obra necesaria y cumplir con el requerimiento de 3t-7d.

Nuevas Dragas

La División de Dragado está proyectando para el futuro la posible adquisición de una nueva draga de cucharón y corte-succión. Esta nueva adquisición ayudaría a aliviar los trabajos asignados a la CHRISTENSEN y MINDI, y acelerar los futuros trabajos de dragado conjuntamente con la adquisición o alquiler de otra barcaza de P&V.

El mercado de excavadoras marinas de gran alcance y capacidad, 25 m de profundidad o más es bastante limitado. El propósito de adquirir una draga mucho más grande que la CHRISTENSEN obedece a los posibles proyectos futuros de profundización para el tránsito de buques Post-Panamax, que necesitarán navegar en aguas más profundas. Hasta ahora, las 3 compañías que conocemos que tienen la tecnología para fabricar excavadoras marinas de gran capacidad son LIEBHERR, P&H MINING EQUIPMENT y KOMATSU; este último adquirió la compañía DEMAG que posee la tecnología de excavadoras marinas.

La LIEBHERR ha fabricado las dragas hidráulicas de cucharón de mayor capacidad en el mundo, denominadas LIEBHERR 996. La 996 tienen un alcance máximo de dragado de 23.30 m con un balde de 8 m^3 y su costo oscila alrededor de los $20 M. Existen solamente 3 ó 4 dragas con LIEBHERR 996 a bordo. Según LIEBHERR, la próxima generación de dragas marinas, LIEBHERR 998, cuyas especificaciones se desconocen, se encuentra en etapa de investigación y desarrollo y está por lo menos a 3 años de construcción del primer prototipo. LIEBHERR ha manifestado su disposición de acelerar los estudios de la 998, siempre y cuando la ACP esté dispuesta a proveer los fondos necesarios. El tiempo de construcción de la 998 está estimado en un año incluyendo el casco de la barcaza sobre la cual la draga 998 estaría apoyada.

La P&H MINING EQUIPMENT tiene la tecnología para fabricar dragas mecánicas de cucharón de gran capacidad. El modelo P&H de mayor alcance de dragado es la P&H 5700 que tiene un alcance de dragado máximo de 21.8 m con un balde de 13.76 m^3. La última vez que P&H fabricó una draga de la serie 5700 fue alrededor del año 1985 para la compañía GREAT LAKES. Esta draga llamada CHICAGO lastimosamente se hundió en el norte durante la década de los noventa y desde entonces la CHRISTENSEN es la única draga mecánica de gran capacidad en el mundo. Según la P&H, la construcción de una P&H 5700 tomaría unos 18 meses a un costo de $20 M, sin la barcaza.

La DEMAG, adquirida por la KOMATSU, construye dragas hidráulicas de cucharón de menor capacidad que la LIEBHERR. La draga más grande que han construido hasta el momento es la AQUADIGGER, KOMATSU PC 4000 que tiene un alcance máximo de 21 m con un balde de 6 m^3.

El mercado de las barcazas de perforación y voladura tampoco es muy amplio. HAM DREDGING y GREAT LAKES DREDGING, dos de las compaís de dragado más grades del mundo poseen 1 y 3 barcazas respectivamente. ROYAL BOSKALIS, también una de las más grandes, posee una subsidiaria llamada ROCK FALL que se dedica exclusivamente a la perforación y voladura (P&V) sobre todo en el área marina. Existen varias compañías pequeñas que ejecutan P&V bajo del agua. La construcción de las barcazas de P&V y los equipos abordo no requieren una tecnología especial, y su costo de adquisición es relativamente menor que las excavadoras mecánicas o retroexcavadoras hidráulicas.

A diferencia de las dragas mecánicas o las retroexcavadoras hidráulicas, la adquisición o alquiler de las dragas de corte-succión es bastante fácil debido a su amplia disponibilidad en el mercado. Las compañías de dragado han manifestado que generalmente ellos preparan las especificaciones para que los astilleros la construyan. Entre las compañías que se especializan en la construcción de dragas corte-succión está la IHC.

ESTABILIDAD DE ESTRUCTURAS ADYACENTES A LOS CAUCES DE NAVEGACIÓN

INFRAESTRUCTURAS EN GENERAL

Como se explicó previamente, el nivel de operación puede reducirse de 81' PLD (24.7 m) a 78.5' PLD (23.9 m). Si el nivel del lago baja a 78.5', muchas de las infraestructuras marinas podrían necesitar modificaciones para acomodar o abordar los equipos flotantes. El estudio de estas modificaciones no es imperativo para la ejecución del proyecto propuesto; aunque sí se debe considerar en el futuro el requerimiento de modificaciones de ciertas infraestructuras marinas para que funcionen adecuadamente al nivel mínimo de operación.

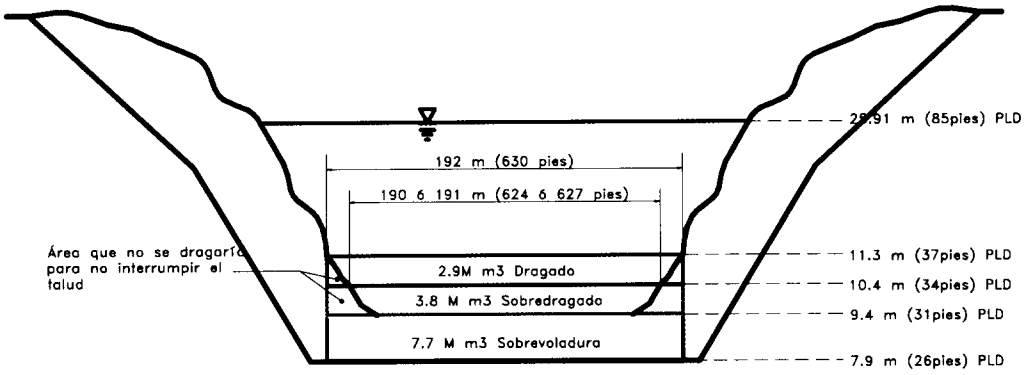
TALUDES DEL CORTE GAILLARD

Con la ampliación del Corte Gaillard de 500' a 630' (152 a 192 m), muchas de las áreas ensanchadas y adyacentes a las riberas ya tienen un fondo de diseño de 34' PLD (10.4 m) y los taludes varían de 3, 2, 1 horizontal a 1 vertical respectivamente. Las áreas a 34' PLD (10.4 m) son el oeste de las bordadas Bas Obispo, Las Cascadas, Culebra, Cucaracha, Paraíso y Pedro Miguel, y el este de las bordadas de Cunette

y Empire. Las demás áreas adyacentes a las riberas que no fueron ampliadas sí necesitarían dragarse a 34' PLD. El apéndice # 1 detalla la hidrografía del Corte Gaillard hasta marzo de 2000.

Para mantener los taludes y evitar un deslizamiento, la Sección de Geotécnica recomienda comenzar el dragado a 3' (1m) dentro de la línea prisma de navegación. Si asumimos que las áreas ampliadas del Corte no requerirán dragado, ya que deberían estar a 34' PLD, entonces el ancho total de los cauces de navegación se reduciría de 630' a 627' (192 a 191.1 m). Si se requiere dragar ambos lados de los cauces de navegación, el ancho total se reduciría de 630' a 624' (192 a 190.2m). La siguiente gráfica ilustra transversalmente el Corte Gaillard para el dragado a 34' PLD (10.4 m PLD):

Figura #3. ESQUEMA TRANSVERSAL DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL CORTE GAILLARD



El efecto de la sobrevoladura a 26'PLD es mínimo o casi insignificante en los taludes siempre y cuando no se drague el material y éste permanezca en su sitio. La alternativa de perforar y volar a 22' ó 15'PLD para preparar el suelo para futuros dragados tampoco representaría ningún problema si no se remueve el material.

Esclusas

Los quicios de concreto de las compuertas del nivel superior de las Esclusas de Pedro Miguel y Gatún tienen una elevación de 37.3'PLD (11.4 m). El nuevo fondo de navegación a 34'PLD (10.4 m)con una tolerancia de dragado a 31'PLD (9.4 m) podría afectar la estabilidad de los quicios de las compuertas del nivel superior. Por lo tanto, el fondo de navegación adyacente al quicio debe mantenerse a 37' PLD (11.3 m) y bajarse gradualmente en forma de una pendiente a 34' PLD (10.4 m).

Represa Auxiliar de Pedro Miguel

Esta represa auxiliar se encuentra en el lado oeste de la Bordada de Pedro Miguel, cerca de la entrada de las Esclusas de PM. La represa está a unos 40 m de la línea prisma de navegación y se tiene proyectado instalar unos gaviones para reforzar la infraestructura. Estos gaviones ayudarán a evitar la erosión en los taludes subacuáticos de la infraestructura de la represa. La Sección de Geotécnica no visualiza ningún impacto negativo en la base de la represa auxiliar como resultado de la profundización.

El apéndice # 5a muestra la localización de la represa auxiliar de Pedro Miguel.

Oficinas de Meteorología e Hidrología

Estas oficinas están ubicadas al norte de las Esclusas de Pedro Miguel en el sector este, adyacente a la bordada de Pedro Miguel. Su infraestructura fue reforzada alrededor de los años 1997 y 1998 debido a la erosión ocasionada por las corrientes de agua propulsadas por los remolcadores que ayudan a mantener los buques contra el muro de acercamiento de las Esclusas de PM. El refuerzo consistió en una cortina de pilares que ayudan a mantener la estabilidad de las oficinas de meteorología e hidrología. Estas oficinas se encuentran a unos 11 m de la línea prisma de navegación. El dragado a 34'PLD (10.4 m) afectará de una manera mínima o casi insignificante a la estabilidad de las bases ya reforzadas de las oficinas de Meteorología e Hidrología en Pedro Miguel.

El apéndice # 5b muestra la localización de estas oficinas.

Muelle de Las Cruces

La estación de los buses acuáticos de la ACP está localizada en el muelle de Las Cruces, adyacente a la Bordada de Pedro Miguel, sector este del Corte Gaillard. La infraestructura de esta estación está a unos 38 m de la línea prisma de navegación del Corte Gaillard. Igualmente a las demás infraestructuras, el efecto de la Profundización es mínimo o casi insignificante en este muelle debido a su relativa lejanía de la línea prisma de navegación.

La infraestructura de este muelle está fuera de los nuevos alineamientos para el tercer juego de esclusas; por lo tanto, no se requerirá P&V a 22' ó 15.5'PLD para el dragado futuro.

El apéndice # 5b muestra la localización de este muelle.

Toma de Agua de Paraíso

La toma de agua de Paraíso está ubicada en el sector este de la Bordada de Paraíso del Corte Gaillard. La toma se encuentra a unos 25 metros de la línea prisma de navegación.

La infraestructura de esta toma de agua está fuera de los nuevos alineamientos para el tercer juego de esclusas; por lo tanto, no se requerirá P&V a 22' ó 15.5'PLD para el dragado futuro.

El apéndice # 5b muestra la localización de esta toma de agua.

Muelle de Paraíso

La estación de los remolcadores está ubicada en el muelle de Paraíso, adyacente a la Bordada de Paraíso, sector este del Corte Gaillard. La infraestructura del muelle de Paraíso está a unos 6 m de la línea prisma de navegación del Corte Gaillard. Las tabla-estacas que sirven como base al muelle fueron hincadas en el suelo marino hasta alcanzar un fondo de rocas. Debido a la cercanía del muelle a la línea prisma de navegación, se requerirá un estudio más detallado para definir el dragado en estas áreas y evitar el debilitamiento de la infraestructura del muelle.

La infraestructura de este muelle está fuera de los nuevos alineamientos para el tercer juego de esclusas; por lo tanto, no se requerirá P&V a 22' ó 15.5'PLD para el dragado futuro.

El apéndice # 5c muestra la localización de este muelle.

DIVISIÓN DE DRAGADO (EID) EN GAMBOA

EID se encuentra adyacente a la Bordada de Gamboa, sector este. La infraestructura más cercana a la línea prismática de navegación está a unos 22 m.

La P&V del suelo a 26'PLD (7.9 m), 22'PLD (6.7m) ó 15.5'PLD (4.7 m) podría afectar negativamente a la infraestructura de la División de Dragado.

El apéndice # 5d muestra la localización de la División de Dragado.

LA NUEVA ESTACIÓN DE AMARRE PARA BARCOS EN TRÁNSITO

La nueva estación de amarre para barcos está ubicada en la Bordada Cucaracha, sector este. Esta estación se encuentra aproximadamente a 30 m de la línea prisma de navegación y el efecto del dragado a 34' PLD será mínimo o casi insignificante. Es importante señalar que esta estación está diseñada para barcos Panamax y no para Post-Panamax. La infraestructura de esta nueva estación no permite el dragado para acomodar barcos de mayor calado que los barcos Panamax debido a que su base no está a la profundidad requerida.

El apéndice # 5e muestra la distancia de la nueva estación de amarre con respecto a la línea prisma de navegación.

VOLÚMENES DE DRAGADO Y DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

DRAGADO A 34' PLD y PERFORACIÓN y VOLADURA A 27' PLD

La Sección de Ingeniería Geotécnica (EIEG) de EI estimó los volúmenes de dragado requeridos para garantizar un fondo de diseño de navegación de 34' PLD (10.4 m); la tolerancia de dragado de 34' a 32' PLD (10.4 a 9.75 m); y la sobrevoladura requerida de 32' a 27' PLD (9.75 a 8.22 m).

Para estimar los volúmenes de dragado del Corte Gaillard, se utilizaron los datos hidrográficos digitales levantados por la Sección de Topografía y Cartografía en marzo del 2000; mientras que para el Lago Gatún, se utilizaron los datos hidrográficos digitales levantados en junio de 1995 por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE). Con la ayuda del programa de aplicación de ingeniería civil, INROADS, EIEG estimó los volúmenes de dragado, tolerancia de dragado y P&V por estaciones a lo largo de los cauces de navegación del Lago Gatún y el Corte Gaillard. Dichos volúmenes, los cuales excluyen los volúmenes del ensanche actual del Corte a 630' (192m), se encuentran resumidos por bordadas o secciones y aparecen a continuación en el cuadro # 2.

Cuadro #2. VOLÚMENES DE DRAGADO Y VOLADURA EN m^3

AREAS	Dragado 37' a 34' PLD	Tolerancia de dragado 34' a 32' PLD	Sobrevoladura 32' a 27' PLD
Lago Gatún			
Bordada de Gatún	5,836	7,882	54,103
Bordada de Peña Blanca	23,445	81,293	687,267
Bordada de Bohío	78,584	203,614	979,327
Bordada de Buena Vista	102,647	278,609	1,210,141
Bordada de Tabernilla	203,173	523,615	2,265,427
Bordada de San Pablo	212,971	415,034	1,727,092
Curva de Mamei	157,689	231,752	882,196
Curva de Juan Grande	68,145	90,154	318,593
Bordada de Gamboa	249,686	494,508	1,592,662
Bordada del Cruce de Chagres	124,784	126,745	375,472
SUB-TOTAL	**1,226,960**	**2,453,206**	**10,092,280**
Corte Gaillard			
Bordada de Bas Obispo	308,439	320,926	1,080,975
Bordada de Cascadas	145,740	186,425	539,419
Bordada de Cunette	67,576	81,031	244,951
Bordada de Empire	100,219	156,310	478,421
Bordada de Culebra	534,127	256,178	733,559
Bordada de Cucaracha	175,815	194,168	567,107
Bordada de Paraíso	201,376	124,538	385,160
Bordada de Pedro Miguel	145,462	64,809	189,183
SUB-TOTAL	**1,678,754**	**1,384,385**	**4,218,775**
TOTAL	**2,905,714**	**3,837,591**	**14,311,055**
TOTAL - ACUMULADO	**2,905,714**	**6,743,305**	**21,054,360**

Los 21 M m^3 de P&V representa toda el área del Lago Gatún y Corte Gaillard; sin embargo, como se explicó previamente, el 100% del área del

Corte Gaillard y ciertas bordadas del Lago Gatún requieren un porcentaje menor de P&V para su dragado posterior. Bajo esta suposición, el volumen total de voladura para profundizar el lago de 37' a 34'PLD (11.3 a 10.4 m PLD) está estimado en 14.5 M m^3 como lo muestra el siguiente cuadro # 3.

Cuadro #3. VOLÚMENES DE VOLADURA REQUERIDOS EN m3

AREAS	37' a 27' PLD	% de Voladura requerida	Volumen requeridos para voladura
Lago Gatún			
Bordada de Gatún	67,821	0%	0
Bordada de Peña Blanca	792,005	0%	0
Bordada de Bohío	1,261,525	10%	126,153
Bordada de Buena Vista	1,591,397	0%	0
Bordada de Tabernilla	2,992,215	0%	0
Bordada de San Pablo	2,355,097	100%	2,355,097
Curva de Mamei	1,271,637	100%	1,271,637
Curva de Juan Grande	476,892	100%	476,892
Bordada de Gamboa	2,336,856	100%	2,336,856
Bordada del Cruce de Chagres	627,001	100%	627,001
SUB-TOTAL	**13,772,446**		**7,193,636**
Corte Gaillard			
Bordada de Bas Obispo	1,710,340	100%	1,710,340
Bordada de Cascadas	871,584	100%	871,584
Bordada de Cunette	393,558	100%	393,558
Bordada de Empire	734,950	100%	734,950
Bordada de Culebra	1,523,864	100%	1,523,864
Bordada de Cucaracha	937,090	100%	937,090
Bordada de Paraíso	711,074	100%	711,074
Bordada de Pedro Miguel	399,454	100%	399,454
SUB-TOTAL	**7,281,914**		**7,281,914**
TOTAL	**21,054,360**		**14,475,550**

Para el proyecto de profundización, se requerirá dragar **6.7 M m^3** y perforar y volar **14.4 M m^3**. Es importante señalar que el volumen de P&V de 15 M m^3 representa la condición más crítica, ya que es muy probable que se requiera menos el proceso de P&V y consiguientemente sea menor el volumen de voladura.

DRAGADO A 34' PLD y P&V A 23' PLD o 16.5' PLD

Además de la profundización del lago a 34'PLD (10.4m), se contemplan otros proyectos para profundizar más los cauces de navegación en el futuro con el fin de acomodar barcos de mayor calado que los barcos Panamax. Estos proyectos que contemplan acomodar barcos de 50' (15m) de calado son los siguientes:

- Profundización del fondo de navegación del lago a 30' PLD (9.1m) para transitar barcos Post-Panamax a un nivel mínimo de operación del lago de 85'PLD (25.9m).

- Profundización del fondo de navegación del lago a 23.5' PLD (7.2m) para transitar barcos Post-Panamax a un nivel mínimo de operación del lago de 78.5'PLD (23.9m).

La alternativa de profundizar a 30'PLD (9.14m) requerirá una P&V del fondo de navegación a 23'PLD (7m); mientras que la profundización a 23.5' requerirá una P&V del fondo de navegación a 16.5'PLD (5m). Con el propósito de maximizar el tiempo de la THOR, se sugiere que la P&V se ejecute hasta una elevación de 23' o 16.5'PLD en vez de la requerida de 27'PLD para la profundización a 34'PLD (10.4m). De esta manera el suelo estaría listo y fragmentado para los futuros proyectos de dragado.

Se contemplan dos esquemas para cada una de las alternativas de P&V a 23'PLD (7m) y 16.5'PLD (5m) respectivamente:

- Perforar y volar hasta 23' o 16.5' PLD sólo en aquellas áreas del lago que se encuentren arriba de 34' PLD (10.4 m PLD); aproximadamente un 66% del Corte Gaillard tiene una hidrografía arriba de 34' PLD (10.4 m) o sea 1.78 M m^2, y un 23% del Lago Gatún tiene una hidrografía arriba de 34' PLD (10.4 m) o sea 2.67 M m^2. Hay que señalar que estas cifras de volúmenes y áreas del Corte Gaillard están basadas en la hidrografía de marzo del 2000 y tendrán algunas variaciones, ya que el programa de Ensanche del Corte Gaillard está proyectado a finalizarse en diciembre del 2001.

- Perforar y volar toda el área del Corte Gaillard y aquellas necesarias en el Lago Gatún hasta 23' o 16.5' PLD.

El tiempo de ejecución y los costos de los dos esquemas son sustanciales. La única manera de acortar la duración del proyecto sería mediante la

adquisición de otra barcaza de P&V o la contratación de los servicios de esta operación.

ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE P&V HASTA 23' y 16.5' PLD EN LAS ÁREAS DEL LAGO GATÚN y CORTE GAILLARD SOBRE DE 34' PLD

Para estimar los volúmenes de voladura requerido sólo en las áreas sobre 34' PLD (10.4m), se estimó estas áreas por bordadas a través de INROADS y se multiplicó por la profundidad adicional de P&V: 4' (27' a 23' PLD) y 10.5' (27' a 16.5'PLD). Posteriormente se sumó estos volúmenes a los volúmenes de perforación de 37' a 27' PLD (11.3 a 8.23m) estimados previamente para la Profundización a 34' PLD (10.4m). El apéndice #6 muestra los cálculos hechos para obtener estos volúmenes. El cuadro #4 presenta un resumen de los volúmenes adicionales de P&V a 23' (7m) y 16.5' (5m) PLD, respectivamente.

Cuadro #4. VOLÚMENES EN m^3 DE VOLADURA REQUERIDOS SÓLO EN LAS ÁREAS SOBRE 34' PLD

AREAS	Voladura total de 37' a 23' PLD (m^3)	Voladura total de 37' a 16.5' PLD (m^3)	% de Voladura requerida	Voladura Neta de 37' a 23' PLD (m^3)	Voladura Neta de 37' a 16.5' PLD (m^3)
Lago Gatún					
Bordada de Gatún	76,882	91,605	0%	0	0
Bordada de Peña Blanca	873,706	1,006,471	0%	0	0
Bordada de Bohío	1,484,754	1,847,502	10%	148,475	184,750
Bordada de Buena Vista	1,931,714	2,484,729	0%	0	0
Bordada de Tabernilla	3,622,134	4,645,751	0%	0	0
Bordada de San Pablo	3,000,700	4,049,804	100%	3,000,700	4,049,804
Curva de Mamei	1,515,151	1,910,862	100%	1,515,151	1,910,862
Curva de Juan Grande	654,016	941,843	100%	654,016	941,843
Bordada de Gamboa	3,004,648	4,089,809	100%	3,004,648	4,089,809
Bordada del Cruce de Chagres	869,435	1,263,390	100%	869,435	1,263,390
SUB-TOTAL	**17,033,139**	**22,331,766**		**9,192,425**	**12,440,458**
Corte Gaillard					
Bordada de Bas Obispo	2,100,419	2,734,298	100%	2,100,419	2,734,298
Bordada de Cascadas	1,147,984	1,597,135	100%	1,147,984	1,597,135
Bordada de Cunette	528,402	747,525	100%	528,402	747,525
Bordada de Empire	1,066,442	1,605,117	100%	1,066,442	1,605,117
Bordada de Culebra	1,939,324	2,614,445	100%	1,939,324	2,614,445
Bordada de Cucaracha	1,210,881	1,655,790	100%	1,210,881	1,655,790
Bordada de Paraíso	924,281	1,270,743	100%	924,281	1,270,743
Bordada de Pedro Miguel	399,454	399,454	100%	399,454	399,454
SUB-TOTAL	**9,317,188**	**12,624,507**		**9,317,188**	**12,624,507**
TOTAL	**26,350,327**	**34,956,273**		**18,509,612**	**25,064,965**

ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE P&V HASTA 23' y 16.5' PLD EN TODA EL ÁREA DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD

Los volúmenes de P&V hasta 23' y 16.5' PLD (7 y 5 m) requeridos para el dragado de los nuevos fondos de navegación propuestos de 30' y 23.5' PLD (9.1 y 7.2m) fueron estimados a través de INROADS. El cuadro #5 presenta estos estimados para cada una de las alternativas.

Cuadro #5. VOLÚMENES EN m^3 DE VOLADURA REQUERIDOS EN TODA EL ÁREA DEL LAGO GATÚN Y EL CORTE GAILLARD HASTA 23' y 16.5' PLD

AREAS	Profundización del Lago Gatún y el Corte Gaillard				
	Volumen total de perforación y voladura*		% de Voladura requerido	Volumen Neto de perforación y voladura	
Lago Gatún	**37' a 23' PLD**	**37' a 16.5' PLD**		**37' a 23' PLD**	**37' a 16.5' PLD**
Bordada de Gatún	8,352	87,223	0%	0	0
Bordada de Peña Blanca	1,217,785	3,282,351	0%	0	0
Bordada de Bohío	1,763,277	4,227,434	10%	176,328	422,743
Bordada de Buena Vista	2,189,033	3,548,632	0%	0	0
Bordada de Tabernilla	4,101,640	7,463,954	0%	0	0
Bordada de San Pablo	3,302,380	5,888,448	100%	3,302,380	5,888,448
Curva de Mamei	1,761,506	2,857,873	100%	1,761,506	2,857,873
Curva de Juan Grande	647,892	1,148,212	100%	647,892	1,148,212
Bordada de Gamboa	3,631,860	5,670,086	100%	3,631,860	5,670,086
Bordada del Cruce de Chagres	922,226	1,409,256	100%	922,226	1,409,256
SUB-TOTAL	**19,545,952**	**35,583,467**		**10,442,193**	**17,396,617**
Corte Gaillard					
Bordada de Bas Obispo	2,546,703	3,969,880	100%	2,546,703	3,969,880
Bordada de Cascadas	1,235,244	1,938,833	100%	1,235,244	1,938,833
Bordada de Cunette	543,058	865,531	100%	543,058	865,531
Bordada de Empire	1,053,868	1,685,373	100%	1,053,868	1,685,373
Bordada de Culebra	2,006,865	2,961,366	100%	2,006,865	2,961,366
Bordada de Cucaracha	1,324,296	2,064,029	100%	1,324,296	2,064,029
Bordada de Paraíso	488,839	676,197	100%	488,839	676,197
Bordada de Pedro Miguel	145,462	145,462	100%	145,462	145462
SUB-TOTAL	**9,344,336**	**14,306,671**		**9,344,336**	**14,306,671**
GRAN-TOTAL	**28,890,287**	**49,890,137**		**19,786,528**	**31,703,288**

*Nota: Los volúmenes de tolerancia de dragado se estimaron proporcionalmente para una tolerancia de dragado de 2' basándose en la información proporcionada a 3' por la Sección de Geotécnica.

RESUMEN DE LOS DIFERENTES ESQUEMAS DE P&V PARA EL PROYECTO DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN y CORTE GAILLARD A 34' PLD

El siguiente cuadro #6 presenta un resumen de los diferentes esquemas de P&V que se podría ejecutar junto con la profundización a 34' PLD (10.4m):

Cuadro #6. RESUMEN DE LOS DIFERENTES ESQUEMAS DE P&V

Áreas	Requerido para la Profundización a 34' PLD	Sólo en Áreas del Lago y Corte arriba de 34' PLD		En todas las Áreas del Lago y Corte que se requiera	
	P&V a 27' PLD	P&V a 23' PLD	P&V a 16.5' PLD	P&V a 23' PLD	P&V a 16.5' PLD
Lago Gatún	7,193,636	9,192,425	12,440,458	10,442,193	17,396,617
Corte Gaillard	7,281,914	9,317,188	12,624,507	9,344,336	14,161,209
TOTAL	**14,475,550**	**18,509,612**	**25,064,965**	**19,786,529**	**31,557,826**

SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO

El diagrama de los sitios de disposición de material de dragado (SDMD) llenos, activos, designados y utilizables y potenciales en el Lago Gatún se encuentra en el apéndice # 7. Los SDMD en tierra y agua al sur del Lago Gatún y a lo largo del Corte Gaillard tienen muy poca capacidad residual, ya que han sido utilizados para acomodar material de dragado resultante de los proyectos de profundización y ensanche del Corte desde la década de los cincuenta.

Para la profundización, se recomiendan como sitio de disposición los SDMD # 14 y Frijoles. El SDMD # 14 se utiliza actualmente para el Programa de Ensanche del Corte Gaillard, mientras que Frijoles fue habilitado en 1998 y está disponible para su utilización como SDMD.

SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO #14

El SDMD # 14 ha sido el sitio de disposición por excelencia, ya que ha sido utilizado desde la década de los setenta cuando se profundizó los cauces de navegación del lago de 40' a 37' PLD (12.2 a 11.3m). Las hidrografías actuales indican que el SDMD # 14, localizado al oeste de la Bordada Tabernilla, tiene una capacidad residual de 2.4M m^3 y se estima que después que finalice el ensanche del Corte a 630' (192m), la capacidad residual será de 1.4M m^3.

SITIO DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DRAGADO FRIJOLES

El SDMD Frijoles está localizado al sureste de la Bordada Buena Vista y tiene actualmente una capacidad residual de 14 M m^3; sin embargo, se estima que operacionalmente el 60%, o sea 8.4 M m^3, es utilizable debido al abultamiento del material dragado y a la imprecisión del proceso de

posicionamiento de las barcazas y los remolcadores. El historial de Frijoles indica que este SDMD se ha utilizado únicamente en mayo y junio de 1998 en que se depositó solamente 122,243 m^3 de material de dragado, producto del programa de mantenimiento del Corte. Este trabajo de mantenimiento fue ejecutado por dos dragas de tolva, propiedad de un contratista.

DURACIÓN DEL DRAGADO Y PERFORACIÓN Y VOLADURA

Para estimar el tiempo que durará este proyecto se utilizaron los siguientes parámetros:

A. Draga CHRISTENSEN
   a. Productividad:
      i. Lago Gatún: 30,000 m^3/semana en el modo 3 turnos/7días (3t/7d)
      ii. Corte Gaillard: 28,000 m^3/semana en el modo 3 turnos/7días (3t/7d)
   b. Tiempo promedio fuera de servicio: 3 meses/año

B. Barcaza de Perforación y Voladura THOR
   a. Productividad: 36,000 m^3/semana en el modo 3 turnos/7días (3t/7d)
   b. Tiempo promedio fuera de servicio: 2 meses/año

La draga CHRISTENSEN tiene una productividad promedio de 2,000 m^3/semana menos en el Corte que en el Lago debido a las condiciones no muy favorables que presenta el Corte además de la interferencia del tráfico de los barcos.

Las tasas de producción están ajustadas al 80% de las tasas normales para compensar los ciclos de excavación más largos, los cierres por mantenimiento preventivo, la movilización y desmovilización, y los retrasos debido al tráfico de barcos. Es importante señalar que la THOR usualmente no opera en el modo 3t/7d sino 2t/5d; por lo tanto, se estimó proporcionalmente la producción de la THOR para 3t/7d con los datos de productividad correspondientes a 2t/5d.

Basado en los parámetros expuestos anteriormente, la ejecución del proyecto de la profundización tomaría aproximadamente unos 10 años como se muestra en el siguiente cuadro # 7:

Cuadro #7. AÑOS REQUERIDOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD

Equipo	Volúmenes requeridos de dragado y perforación (m^3)	Productividad promedio (m^3/sna)	Años requeridos para producción	Años de producción incluyendo reacondicionamiento
Draga CHRISTENSEN				
Lago Gatún	3,680,166	30,000	2.36	3.07
Corte Gaillard	3,063,139	28,000	2.10	2.73
TOTAL			4.46	**5.80**
Barcaza THOR	14,475,550	36,000	7.73	**9.35**

Nota:

1. Las tasas de producción están ajustadas al 80% de las tasas normales para compensar los ciclos más largos de excavación, las salidas de mantenimiento y los retrasos debido al tráfico de barcos.
2. El tiempo promedio de fuera de servicio de la CHRISTENSEN es de aproximadamente 3 meses del año.
3. El tiempo promedio de fuera de servicio de la THOR es de aproximadamente 2 meses del año.

Como se señaló previamente, el volumen de P&V representa la condición más crítica. Es probable que en el campo, la THOR requiera perforar y volar un volumen menor a lo estimado; por consiguiente, la duración estimada para P&V podría ser un poco menor que los 9.35 años

Según el cuadro # 1, el re-acondicionamiento de la THOR está proyectado a terminarse en diciembre del 2001 y por ende, estaría lista en enero del 2002 para iniciar el proyecto. Si la CHRISTENSEN comenzara a dragar en mayo del 2002 inmediatamente después de su re-acondicionamiento, la profundización terminaría entonces en el año 2011.

Como se explicó previamente, se formuló esquemas adicionales de P&V con el fin de preparar el suelo para futuros proyectos de dragado. Si la ACP decide aprovechar el tiempo de la THOR y ahorrar el costo de movilización y desmovilización de este equipo, el tiempo de ejecución sería más largo como lo muestra el cuadro # 8:

Cuadro #8. AÑOS REQUERIDOS DE P&V PARA DIFERENTES ESQUEMAS

Esquemas	Volúmenes requeridos de P&V (m^3)	Años requeridos de producción	Años de producción incluyendo reacondiciona-miento
P&V a 27' PLD	14,475,550	7.73	**9.35**
P&V a 23' PLD - Parcial[1]	18,509,612	9.89	**11.96**
P&V a 16.5' PLD - Parcial[1]	25,064,965	13.39	**16.19**
P&V a 23' PLD	19,786,529	10.57	**12.78**
P&V a 16.5' PLD	31,557,826	16.86	**20.39**

[1] La perforación y voladura sólo se llevaría a cabo en las áreas que tienen una elevación de 34' PLD o más.

Notas:

- Las tasas de producción están estimadas en 36,000 m3/semana y ajustadas al 80% para compensar los cierres por mantenimiento y los retrasos debido al tráfico de barcos.
- El tiempo promedio de fuera de servicio de la THOR es de aproximadamente 2 meses por año.

Si se adquiriere los servicios de otra barcaza de P&V, y asumimos que cada barcaza tendría una producción de 1.5 M m^3 por año, entonces el tiempo de ejecución sería más corto como se presenta en el siguiente cuadro #9.

Cuadro #9. AÑOS REQUERIDOS DE P&V PARA DIFERENTES ESQUEMAS Y DIFERENTES NÚMEROS DE BARCAZAS DE P&V

Esquemas	Volúmenes requeridos de P&V (m^3)	Años de Ejecución		
		1 Barcaza de P&V	2 Barcazas de P&V	3 Barcazas de P&V
P&V a 27' PLD	14,475,550	9.65	4.83	3.22
P&V a 23' PLD - Parcial[1]	18,509,612	12.34	6.17	4.11
P&V a 16.5' PLD - Parcial[1]	25,064,965	16.71	8.35	5.57
P&V a 23 PLD	19,786,529	13.19	6.60	4.40
P&V a 16.5' PLD	31,557,826	21.04	10.52	7.01

[1] La perforación y voladura sólo se llevaría a cabo en las áreas que tienen una elevación de 34' PLD o más.

Notas:

- Las tasas de producción están estimadas en 1.5M m3/semana y ajustadas al 80% para compensar los cierres por mantenimiento y los retrasos debido al tráfico de barcos.

COSTO ESTIMADO

COSTO DE OPERACIÓN

Las tarifas capitales de los equipos de dragado por hora estimados por la Sección de Precios y Análisis Financieros (FMFR) de la División de Planificación Financiera (FMF) fueron actualizadas y utilizadas para estimar el costo del proyecto de la profundización. Estas tarifas corresponden a los gastos incurridos en los años fiscales del '95, '96, '97 y '98. Las cifras del año '99 no son confiables ya que la implementación del nuevo programa de contabilidad y finanzas de ORACLE produjo cierta confusión en la captación de datos.

Las tarifas de los equipos de dragado incluyen los siguientes rubros:

A. Costo de disponibilidad del equipo con cuadrilla
    a. Provisiones o materiales (no incluye combustible)
    b. Otros gastos directos
    c. Mantenimiento general
    d. Mantenimiento indirecto
    e. Gastos de re-acondicionamiento
    f. Seguro marítimo
    g. Depreciación
    h. Cuadrilla en espera
B. Costo de la cuadrilla de operación y del combustible
C. Costo de los equipos de apoyo

Los apéndices # 8 y # 9 detallan las tarifas por hora entre-divisiones, de capital y comercial y las tarifas de movilización estimadas con los rubros descritos arriba para la CHRISTENSEN y la THOR. Los costos totales por año fiscal que incurrió cada equipo se promedió con el número de días disponibles de la draga: 270 días para la CHRISTENSESN y 300 días para la THOR. Estos costos fueron finalmente expresados por hora.

Los apéndices # 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 muestran los cálculos para estimar el costo de la cuadrilla de la CHRISTENSEN, THOR, la tarifa de los equipos de apoyo y sus cuadrillas:

- Remolcadores grandes, pequeños y medianos
- Lanchas de pasajeros
- Lanchas de apoyo para batimetría
- Lanchas de apoyo para la disposición de material de dragado

Para evaluar el proyecto propuesto, se utilizó la tarifa capital por hora el cual aplica un 12% a la mano de obra, en el caso de EID, con el fin de cubrir todos los costos indirectos asociados con la administración de las dragas. El costo o tarifa capital de operación con equipo de apoyo es de **$1,806/hora** para la CHRISTENSEN, y **$1,014/hora** para la THOR. Es importante señalar que el costo de operación con equipo de apoyo de $1,806/hora de la CHRISTENSEN incluye los costos de operación de las 5 barcazas que transportan el material de dragado.

El siguiente cuadro # 10 presenta un resumen de las tarifas capitales de la CHRISTENSEN y THOR:

Cuadro #10. RESUMEN DE LOS COSTOS DE LAS DRAGAS Y BARCAZAS DE P&V

Rubros	Costo ($) CHRISTENSEN	THOR
Costo de disponibilidad por hora sin cuadrilla (demanda)	299	160
Costo total de disponibilidad por hora (con cuadrilla de espera)	527	256
Costo de operación por hora (sin equipo de apoyo)	948	803
Costo de operación por hora (con equipo de apoyo)	**1,806**	**1,014**

Costo de los Explosivos

Además del costo capital de operación de la THOR, hay que agregar el costo de explosivos requeridos para la P&V de los suelos. Este costo de explosivos depende del volumen de material a volar, la cantidad de patrones y profundidad de los barrenos requeridos para la voladura.

Los patrones de voladura varían de acuerdo a la geología y las condiciones estructurales del área. Para la profundización, se asumió un patrón promedio de 10' (piedra) x 12' (espaciamiento) y un promedio de 48 barrenos por patrón. Este patrón tiene un área efectiva de perforación y voladura de 100'x60' (30.5 m x 18.3 m).

Para estimar el costo total y unitario de los explosivos, se procedió a evaluar el esquema de P&V hasta 26' PLD (7.92m) requerido para garantizar un fondo de diseño a 34' PLD (10.36m). El cuadro # 11 detalla el cálculo del costo unitario de explosivos, cordón detonante y detonadores en $2.00 por metro cúbico volado.

Cuadro #11. COSTO TOTAL DE EXPLOSIVOS REQUERIDOS PARA LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD A 26' PLD - 11' DE BARRENO

		No.	Cantidad total de explosivos	Total de detonadores	Total de rollos	$/lb	$/rollo	$/ms	$
Volumen de perforación necesaria (m^3)		15,000,508							
Área total necesaria para voladura (m^2)	/1	4,474,243							
Área efectiva de voladura de cada patrón (m^2)		557							
Número de patrones requeridos	/2	8,028							
Número de barrenos por patrón		48							
Número total de barrenos requerido	/3	385,320							
Profundidad de un barreno (m)		3.35							
Profundidad del lago (m)	/4	16.76							
Factor de potencia de explosivos requerido		1.98							
Explosivos (lb)			29,701,006			0.87			**$ 25,839,876**
Cordón detonante									
Cantidad de cordón requerida (m)	/5	9,219,034							
Cantidad de cordón en un rollo (m)		305							
Cantidad de rollos requerida					30,248		97.74		**2,956,375**
Detonador									
17 ms (# / patrón)		6		48,165				2.53	**121,858**
25 ms (# / 100 lbs de explosivos)		1		297,010				2.53	**751,435**
"NLIL" (# rollo/ patrón)		1			8,028		25.63		**205,776**
COSTO TOTAL DE EXPLOSIVOS									**$ 29,875,319**
COSTO DE EXPLOSIVO POR m^3 DE MATERIAL VOLADO									**$ 1.99**

Notas

/1 Razón de volumen y la profundidad de barreno: 15,000,508 m^3/3.35m = 4.5M m^2

/2 Razón de área total de voladura y área efectiva de voladura de 557m:: 4,474,243m^2/557m = 8,028

/3 Producto del número total de patrones y 48 barrenos por patrón: 8,028*48 = 385,320

/4 Se añadió 5' a la profundidad máxima del Lago Gatún (87.5' - 37' PLD) para compensar cualquier pérdida del cordón detonante.

/5 Producto del número de barrenos requerido * (Profundidad del barreno + Profundidad del lago + Espaciamiento de 12.5' ó 3.8 m entre barrenos)

Costos Unitarios

Los costos unitarios de dragado y P&V se estimaron partiendo de los costos por hora de las dragas y las productividades promedio por semana. El costo unitario de explosivos se incluyó en el costo unitario de P&V como lo indica el cuadro # 12. El costo unitario de dragado es de **$10.75 por metro cúbico** en el Corte Gaillard y **$10.04 por metro cúbico** en el Lago Gatún, y el de P&V es de **$6.67 por metro cúbico** en el Corte y en el Lago.

Los apéndices # 18 y # 19 ilustran el proceso de estimación de los costos unitarios de dragado en forma más detallada.

Cuadro #12. COSTO UNITARIO DE DRAGADO Y PERFORACIÓN Y VOLADURA

Draga	Costo por Hora ($)	Costo por Semana ($)	Productividad Estimada por Semana	Costo por Metro Cúbico de Banco ($)
CHRISTENSEN				
Lago Gatún	1,806	301,088	30,000	**10.04**
Corte Gaillard	1,806	301,088	28,000	**10.75**
THOR	1,014	168,164	36,000	4.67
Costo de Explosivos				2.00
Costo Total de Perforación y Voladura				**6.67**

Costos de Contingencia

Todo proyecto requiere una partida de contingencia para cubrir cualquier eventualidad como un deslizamiento o cualquier daño que sufriera un equipo de dragado. La partida de contingencia de este proyecto fue establecida en 15% del costo total.

Costo Total de la Profundización

Con los costos unitarios de dragado y los volúmenes estimados para garantizar el nivel de profundización requerido, se procedió a estimar el costo total del proyecto propuesto en el siguiente cuadro # 13.

Cuadro #13. COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD

	Volúmenes Requeridos (m^3)	Costo Unitario ($/$m^3$)	Costo Total ($)	15% Contingencia($)	Gran Total ($)
DRAGADO					
Lago Gatún	3,680,166	10.04	36,948,867	5,542,330	42,491,197
Corte Gaillard	3,063,139	10.75	32,928,744	4,939,312	37,868,056
Total			**69,877,611**	**10,481,642**	**80,359,253**
PERFORACIÓN Y VOLADURA	14,475,550	6.67	**96,551,915**	**14,482,787**	**111,034,702**
TOTAL			**166,429,526**	**24,964,429**	**191,393,955**

El cuadro # 14 muestra los costos totales para las otras alternativas de P&V:

Cuadro #14. COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN A 34' PLD POR ESQUEMAS

Esquemas	Costo de dragado a 34' PLD* ($)	Costo de P&V** ($)	Costo Total ($)	15% Contingencia($)	Gran Total ($)
P&V a 26' PLD	69,877,611	96,551,915	166,429,526	24,964,429	**191,393,955**
P&V a 23' PLD - Parcial[1]	**69,877,611**	**123,459,115**	**193,336,726**	**29,000,509**	**222,337,235**
P&V a 16.5' PLD - Parcial[1]	69,877,611	167,183,315	237,060,926	35,559,139	**272,620,065**
P&V a 23' PLD	**69,877,611**	**131,976,147**	**201,853,757**	**30,278,064**	**232,131,821**
P&V a 16.5' PLD	69,877,611	210,490,700	280,368,311	42,055,247	**322,423,557**

El apéndice # 20 detalla los cálculos realizados para estimar los costos de los diferentes esquemas de P&V.

RESUMEN DEL PROYECTO EN TÉRMINOS DE VOLÚMENES DE DRAGADO, AÑOS DE EJECUCIÓN Y COSTOS

Cuadro #15. PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD POR ESQUEMAS

Esquema	Volúmenes requeridos de dragado (m^3)	Volúmenes netos requeridos de perforación (m^3)	Años de producción incluyendo reacondicionamiento y mantenimiento de las dragas[1]		Costo total de dragado[2] ($)	Costo total de perforación y voladura[3] ($)	Costo Total ($)	15% Contingencia ($)	Gran Total ($)
			Dragado	P&V					
Dragado a 34' PLD y P&V a 27' PLD	6,743,305	14,475,550	**5.80**	**9.35**	69,877,611	96,551,915	166,429,526	24,964,429	**191,393,955**
Dragado a 34' PLD y P&V a 23' PLD - Parcial[4]	6,743,305	18,509,612	**5.80**	**11.96**	69,877,611	123,459,115	193,336,726	29,000,509	**222,337,235**
Dragado a 34' PLD y P&V a 16.5' PLD - Parcial[4]	6,743,305	25,064,965	**5.80**	**16.19**	69,877,611	167,183,315	237,060,926	35,559,139	**272,620,065**
Dragado a 34' PLD y P&V a 23' PLD	6,743,305	19,786,529	**5.80**	**12.78**	69,877,611	131,976,147	201,853,757	30,278,064	**232,131,821**
Dragado a 34' PLD y P&V a 16.5' PLD	6,743,305	31,557,826	**5.80**	**20.39**	69,877,611	210,490,700	280,368,311	42,055,247	**322,423,557**

Notas:

1. El tiempo promedio de fuera de servicio de la CHRISTENSEN y THOR es de aproximadamente 3 meses y 2 meses por año respectivamente.
2. Costo unitario de dragado $10.75/$m^3$ en el Corte Gaillard y $10.04/$m^3$ en el Lago Gatún.
3. Costo unitario de perforación y voladura a $6.67/$m^3$
4. La perforación y voladura sólo se llevaría a cabo en las áreas que tienen una elevación de 34' PLD o más.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la evaluación económica del Proyecto de la Profundización, se utilizó el análisis económico realizado por USACE. Sin embargo, los costos y el volumen disponible de agua que se obtendrá después de la profundización fueron afinados y por ende, fue necesario la reevaluación de la factibilidad del proyecto propuesto.

Los siguientes parámetros fueron utilizados para estimar la inversión que requiere la ejecución del proyecto y los beneficios después de su construcción:

- Los costos y beneficios de este proyecto se muestran en el valor actual en dólares del 2000.

- El costo de capital de proyectos a largo plazo que utiliza la ACP para las evaluaciones económicas es de 14%. Este costo es conocido también como tasa de descuento y será utilizado para evaluar los costos y beneficios anuales del proyecto.

- El ciclo de vida o vida útil seleccionado es de 50 años para estimar la recuperación del capital más intereses. Este ciclo comienza una vez que el proyecto de construcción termine, o cuando el proyecto comience a producir beneficios. Generalmente los proyectos grandes como la profundización, se les determina una vida útil de 50 años para estimar la recuperación de capital.

En este informe, se presentó 5 esquemas para efectuar la operación de perforación y voladura. Sin embargo, se analizará el esquema número 1, ya que el análisis de los beneficios comprende la disponibilidad de agua y el incremento de la confiabilidad hídrica como resultado de la profundización. Los demás esquemas contemplan la preparación del fondo de navegación del lago para futuros dragados con el propósito de acomodar barcos de mayor calado.

COSTOS ANUALES

El costo inicial de la Profundización se estimó en **$191.4M,** el cual incluye un renglón de contingencia de 15%.

Se asumió que los costos anuales se realizarán mediante desembolsos iguales durante el período de ejecución del proyecto. En el apéndice #21 se detallan los desembolsos anuales requeridos para ejecutar la

profundización y los intereses estimados a la tasa de descuento de 14%. El cuadro # 16 contiene el resumen de los costos anuales de inversión en un período de 50 años:

Cuadro #16. COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN

Descripción de Costos	Esquema No.1
Costo de Operación de la Profundización	$166,429,526
Contingencia 15%	24,964,429
Costo Inicial del Proyecto de Profundización	$191,393,955
Costo Capital	198,566,871
Costo Total de Inversión	$389,960,826
CAUE en los próximos 50 años	**$54,672,593**
Costos de Operación y Mantenimiento	
Costos de Personal	0
Costos de Mantenimiento	0
Costos de Reemplazo de Equipos	0
COSTO TOTAL ANUAL DE INVERSIÓN (50 años)	**$54,672,593**

El probable aumento de los costos de operación y mantenimiento de los cauces de navegación del Lago Gatún y Corte Gaillard como resultado de la profundización se considera bastante mínimo y por lo tanto, no se consideraron en el estimado del costo total anual de inversión.

Beneficios Anuales

La profundización ofrece dos tipos de beneficios positivos y uno negativo. Los dos beneficios positivos comprenden: primero, la provisión o disponibilidad adicional de agua; y segundo, el incremento de la confiabilidad hídrica para proveer estos volúmenes adicionales de agua. La pérdida de generación de energía eléctrica debido al incremento del consumo de agua municipal e industrial representa el beneficio negativo.

Beneficios Anuales de Navegación

Como se explicó previamente, el Lago Gatún tiene actualmente la capacidad de proveer 38.68 esclusajes diarios a una confiabilidad hídrica de 99.6% para satisfacer la demanda de navegación y el agua municipal

e industrial. Con la profundización, el Lago podrá proveer 44.9 esclusajes diarios, es decir 6.22 esclusajes diarios adicionales a la misma confiabilidad hídrica existente de 99.6%.

En el futuro, la demanda de agua excederá la cantidad de agua que podrá suplir el sistema hídrico del Canal y como consecuencia existirá un déficit de esclusajes. Como la demanda de agua municipal e industrial debe suplirse primero, la navegación absorberá este déficit. La profundización aminorará el déficit de esclusajes, y por lo tanto, los beneficios anuales como resultado de la profundización se acreditan a la navegación de barcos a través del Canal.

Para estimar los beneficios anuales de navegación, se utilizaron los siguientes factores:

- Los pronósticos de consumo de agua municipal e industrial realizados en el año 2000 por HARZA Engineering Company, Inc., en asociación con el Centro de Estudios Latinoamericanos. El pronóstico está reflejado en décadas y se realizó una interpolación lineal para obtener la demanda de los años restantes. Los apéndices # 22 y # 23 contienen los pronósticos realizados por HARZA.

- Se asumió que la capacidad máxima del Canal de 40 esclusajes diarios no cambiará en los próximos 50 años después de la profundización. Por lo tanto, el Canal no podrá suplir una cantidad mayor 40 esclusajes diarios para satisfacer la creciente demanda de navegación.

- Los beneficios anuales de navegación se determinaron a partir de los peajes que pagarán los barcos por el uso de la vía interoceánica en el futuro. Debido a que los beneficios anuales de navegación se expresan en esclusajes adicionales, se utilizó el factor multiplicador 1.088 para convertir el peaje por barco a peaje por esclusaje. El apéndice # 24 muestra el estimado del factor 1.088

- Los datos históricos de tránsito de barcos de alto calado de 1990 al 2000 indican que hay un crecimiento promedio de 1.8% por año en tonelaje de arqueo bruto. Este porcentaje de 1.8% se utilizó para estimar el peaje por barco que la ACP obtendrá en los próximos 15 años. El apéndice # 25 muestra el pronóstico de peajes por esclusaje.

Para el año 2011, se estima que la ACP recibirá un promedio de $61,000 por esclusaje. Con el objetivo de ser conservadores en el estimado de

beneficios, se asumirá que la ACP percibirá como promedio $60,000 por esclusaje desde el año 2011 hasta el 2061.

Los beneficios anuales que percibirá la ACP por la disponibilidad de esclusajes adicionales después de la profundización se estiman en $136 M. El apéndice # 26 muestra en forma detallada la evaluación económica y el cuadro # 17 resume este beneficio por décadas.

Cuadro #17. BENEFICIOS ANUALES PARA NAVEGACIÓN COMO RESULTADO DE LA PROFUNDIZACIÓN

Año	Déficit de Esclusajes		Esclusajes Adicionales	
	Condiciones Existentes	Con la Profundización	Con la Profundización	Valor en $ con la Profundización
2011	6.10	-0.12	6.22	136,218,000
2012	6.84	0.62	6.22	136,218,000
2020	7.49	1.27	6.22	136,218,000
2030	8.26	2.04	6.22	136,218,000
2040	9.00	2.78	6.22	136,218,000
2050	9.67	3.45	6.22	136,218,000
2060	10.40	4.18	6.22	136,218,000
VALOR NETO PRESENTE 14%				**971,596,197**
BENEFICIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (50 años)				**136,218,000**

Beneficios Anuales del Incremento de Confiabilidad Hídrica

Los beneficios del incremento de confiabilidad hídrica se computan mediante la diferencia de la confiabilidad del sistema hídrico existente para suplir la demanda total de agua cruda y la confiabilidad del sistema propuesto para suplir la misma demanda de agua cruda.

Los beneficios económicos del incremento de la confiabilidad hídrica para la navegación como resultado de la Profundización se estiman mediante la diferencia positiva de la confiabilidad hídrica existente y el propuesto, el número de esclusajes diarios proyectados para navegación y los peajes diarios percibidos por cada esclusaje en los próximos 50 años después de la finalización del proyecto. El beneficio anual uniforme equivalente para la navegación a una tasa de descuento del 14% es de $6.1 M como lo muestra cuadro # 18. El apéndice # 27 presenta detalladamente el estimado de estos beneficios anuales.

Cuadro #18. BENEFICIOS ANUALES DEL INCREMENTO DE CONFIABILIDAD HÍDRICA PARA NAVEGACIÓN

Año	Numero de Esclusajes Diarios	Valor de los Esclusajes Diarios* ($)	Incremento de la Confiabilidad Hídrica	Beneficios Anuales para la Navegación ($)
2011	40.00	2,400,000	0.006543	5,731,230
2020	40.00	2,400,000	0.006781	5,940,522
2030	40.00	2,400,000	0.008185	7,169,900
2040	40.00	2,400,000	0.009423	8,254,299
2050	40.00	2,400,000	0.010921	9,566,991
2060	40.00	2,400,000	0.012512	10,960,315
			VALOR NETO PRESENTE 14%	**43,295,343**
			BENEFICIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (50 años)	**6,070,017**

*Nota: Para los años 2012-2061, se asume $60,000 en concepto de peaje por esclusaje.

El incremento de la confiabilidad hídrica para la navegación es el mismo para las aguas municipales e industriales, ya que el agua para ambas proviene del mismo embalse hídrico. Por lo tanto, los beneficios económicos para las aguas municipales e industriales a una tasa de descuento de 14% se estimaron en $596K anuales para los próximos 50 años. Esta cifra fue calculada partiendo del incremento de la confiabilidad hídrica como resultado de la profundización, la futura demanda de agua municipal e industrial expresada en esclusajes y el costo para procesar esta agua cruda. El cuadro # 19 presenta los beneficios anuales por década del incremento de la confiabilidad hídrica para las aguas municipales e industriales. El apéndice # 27 presenta detalladamente los cálculos de estos beneficios.

Cuadro #19. BENEFICIOS ANUALES DEL INCREMENTO DE CONFIABILIDAD HÍDRICA PARA AGUAS MUNICIPALES E INDUSTRIALES

Año	Numero de Esclusajes Diarios	Valor de los Esclusajes Diarios* ($)	Incremento de la Confiabilidad Hídrica	Beneficios Anuales para la Navegación ($)
2011	5.44	206,552	0.006543	493,249
2020	6.17	234,186	0.006781	579,661
2030	6.94	263,373	0.008185	786,816
2040	7.68	291,387	0.009423	1,002,165
2050	8.35	316,986	0.010921	1,263,584
2060	9.08	344,655	0.012512	1,573,970
			VALOR NETO PRESENTE 14%	**4,148,328**
			BENEFICIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (50 años)	**581,597**

*Nota: El costo de la ACP para procesar el agua cruda es de $0.69 por cada 1000 galones o $37,950 por esclusaje.

BENEFICIOS ANUALES DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

El aumento del consumo de agua cruda causará proporcionalmente una disminución de generación eléctrica, ya que el agua se utilizará primordialmente para satisfacer las necesidades de agua municipal e industrial y navegación.

Para estimar la pérdida de generación eléctrica causada por la profundización y el aumento de demanda de agua municipal e industrial y para navegación, se utilizó los resultados del modelo de simulación HEC-5 corrido por USACE. La pérdida neta se obtuvo a partir de la diferencia de generación eléctrica de las plantas hidroeléctricas de Gatún y Madden con las condiciones existentes versus con la profundización del lago. El apéndice # 28 muestra dichos resultados gráficamente.

La pérdida de generación eléctrica producirá un beneficio negativo anual uniforme equivalente de $537K en los próximos 50 años a una tasa de descuento del 14%. Este beneficio negativo se estimó a base del costo promedio de generación eléctrica por la ACP en $70.00/MW-h. El cuadro # 20 contempla la pérdida de generación eléctrica por década en MW-h y los beneficios negativos económicos. El apéndice # 29 presenta estos datos detalladamente.

Cuadro #20. BENEFICIOS ANUALES DE LA PÉRDIDA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEBIDO A LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y EL INCREMENTO DE DEMANDA DE AGUA

Año	Demanda de Esclusajes Diarios	Pérdida Neta de Generación (MWh)	Pérdida de Beneficio en $
2011	44.78	(6,950)	(486,524)
2020	46.17	(7,684)	(537,855)
2030	46.94	(8,257)	(578,001)
2040	47.68	(8,884)	(621,897)
2050	48.35	(9,452)	(661,641)
2060	49.08	(10,071)	(704,945)
		VALOR NETO PRESENTE 14%	**(3,787,754)**
		BENEFICIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (50 años)	**(531,044)**

RESUMEN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS

El cuadro #21 resume los costos y beneficios totales del proyecto propuesto. El apéndice #30 muestra detalladamente los beneficios netos de la profundización.

Cuadro # 21. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN

BENEFICIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE		
Disponibilidad de más esclusajes	$	136,218,000
Incremento de confiabilidad hídrica para la navegación		6,070,017
Incremento de confiabilidad hídrica para M & I		581,597
Generación de electricidad		(531,044)
Beneficios Totales	**$**	**142,338,569**
Costos anuales uniformes equivalentes		**54,672,593**
Relación Beneficio/Costo		**2.60**
Beneficios Netos		**87,665,976**

La razón beneficio-costo es mayor que uno, lo cual indica que es factible el Proyecto de la Profundización bajo el esquema 1.

TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno del proyecto está estimada en 25%. Los costos anuales representan la inversión requerida para ejecutar el proyecto, mientras que los beneficios netos anuales representan el flujo de caja que se percibirá como retorno de la inversión.

El apéndice #31 muestra el estimado de la tasa interna de retorno del proyecto propuesto.

METODOLOGÍA

La base para la metodología de dragado es desarrollar un plan que sea lo suficientemente flexible para poder realizar cambios durante la ejecución de la obra sin alterar el tiempo de finalización ni afectar los costos. La experiencia de dragado de la ACP, sobre todo en el

Programa de Ensanche del Corte Gaillard, ha demostrado que pueden ocurrir situaciones inesperadas y que un programa flexible es la clave para dar soluciones expeditas con éxito sin causar atraso en la obra.

De acuerdo con los volúmenes de dragado y voladura se muestra que la ruta crítica la impone la barcaza de voladura. Por lo tanto, se considerará dragar en algunas bordadas antes de la voladura por dos razones. Primero, para tener un conocimiento más exacto del fondo y a la vez adelantar el trabajo de dragado. Segundo, si el material es duro debajo de 34' PLD (10.4 m) y ya hemos conseguido sin explosivos el fondo de diseño, no será necesario el uso de la THOR. Esto adelantaría la fecha de finalización de la obra.

CONDICIONES ESPECIALES

El volumen en el centro del Canal amerita tener que dragar durante los períodos en que no haya tráfico de barcos, comúnmente llamado "ventanas", como lo estipula el capítulo 8 del Manual de Operaciones Marinas de la ACP.

En el caso de la cortadora de succión MINDI, esto no interrumpirá su operación debido a su facilidad de dragar hacia el centro sin mover su casco de las riberas del Canal. Es decir, la MINDI puede mover su sistema de succión de un lado a otro sin interrumpir el paso de los barcos a través de la vía interoceánica.

El dragado como método de construcción implica 4 actividades:

- Tratamiento del material – fragmentación
- Excavación
- Modo de transporte
- Modo de disposición - tierra, agua

FRAGMENTACIÓN

Como se indicó previamente, las bordadas que requerirán explosivos para la fragmentación de sus suelos son: Bohío, San Pablo, Mamei, Juan Grande, Gamboa, Cruce de Chagres, Bas Obispo, Cascadas, Cunette, Empire, Culebra, Cucaracha, Paraíso y Pedro Miguel.

Con el fin de reducir el tiempo de P&V, la MINDI podría dragar primero en el norte del Lago Gatún para obtener una descripción más exacta del tipo de fondo que existe y probablemente, sólo se requerirá perforar y volar menos áreas de lo estimado. Mientras que la THOR podría iniciar su operación en el Corte Gaillard.

La voladura provoca cierto abultamiento en el suelo, lo cual reduce la profundización existente de los cauces de navegación; sobre todo en los períodos secos. Por eso es necesario precisar el tiempo que la CHRISTENSEN deba comenzar a dragar después de la voladura.

EXCAVACIÓN

Se han considerado 2 alternativas de dragado para el proyecto propuesto: dragar las bordadas en forma completa y/o dragar primero la sección ensanchada del Corte Gaillard y luego el resto del cauce de navegación. Este último esquema tiene la flexibilidad de aprovechar las "ventanas" y poder dragar en los cortes restringidos.

El cronograma de dragado, apéndice # 30, describe gráficamente la metodología de voladura y dragado. La voladura representa la ruta crítica del trabajo.

Bordada de Gatún

De acuerdo a la hidrografía de 1995, sólo el oeste de la entrada de las esclusas de Gatún requiere dragado. La CHRISTENSEN o el GOLIAT puede ejecutar el dragado en esta bordada. Es más económico movilizar el GOLIAT que la CHRISTENSEN.

Bordada de Peña Blanca

El GOLIAT puede dragar el área entre las boyas 20 y 22 al oeste de la bordada, mientras que la MINDI puede dragar el sur de la bordada. En caso de encontrar material rocoso duro, se le asignaría a la CHRISTENSEN la tarea de dragar este material.

Bordada de Bohío, Buena Vista y Tabernilla

Por razones de tráfico y efectividad de operación, el dragado de estas bordadas deben realizarse con la MINDI.

Bordada San Pablo, Mamei y Juan Grande

La MINDI puede dragar en estas bordadas hasta topar con el material rocoso. Entonces se conocería la ubicación del material duro y la THOR fragmentaría sólo aquellas áreas necesarias.

Bordada Gamboa y Cruces de Chagres

La MINDI puede dragar en estas bordadas hasta su máxima capacidad de succión sin crear problemas mecánicos a su sistema de dragado. Es probable que no se requiera voladura en las áreas arriba de 34' PLD y por lo tanto, se agilizaría la terminación de la Profundización.

Las Bordadas del Corte Gaillard

Es la parte más crítica del proceso de voladura y dragado debido a su composición geológica y su restricción de tráfico de barcos. Casi toda el área debe ser fragmentada para su dragado posterior. La CHRISTENSEN dragaría el 85% y la MINDI el 15% del Corte Gaillard.

Bordada de Pedro Miguel

La zona alrededor de la nariz de las esclusas es rocosa, y el dragado podría afectar la estructura.

MODO DE TRANSPORTE

Se utilizarían las barcazas de despojo y las tuberías de descarga para trasladar el material dragado por la CHRISTENSEN y la MINDI

respectivamente. EID está equipado para transportar el material de dragado de un punto a otro, ya sea por agua o por tierra.

Modo de Disposición de Material de Dragado - Tierra, Agua

Como se explicó previamente, se asignó el SDMD # 14 y Frijoles como depósito de material de dragado de la profundización. Se requerirá un continuo monitoreo para el uso óptimo de la capacidad de Frijoles. Este monitoreo debe ser diario, y los resultados batimétricos de Frijoles deben estar listos por lo menos 24 horas después de la ejecución de la hidrografía.

En las bordadas como Peña Blanca, Tabernilla y Bohío, la draga MINDI puede depositar el material de dragado en las áreas adyacentes a los cauces de navegación siempre y cuando no cause problemas ambientales y no perjudique la navegación de equipos flotantes.

Todos los SDMD en tierra en el Corte Gaillard están a su máxima capacidad y requerirán ser modificados si se planea habilitarlos para la profundización.

CRONOLOGÍA DE LOS PROYECTOS DE DRAGADO EN LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS

La ACP ha programado varios proyectos de dragado de mantenimiento y mejoras en los próximos 5 años. Existen también varios proyectos de dragado en ejecución. El cuadro # 22 documenta los proyectos en ejecución y los programados para aprobación:

Cuadro #22. PROYECTOS DE DRAGADO PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS

Programa	Fecha Probable de Ejecución
Ensanche del Corte Gaillard	En ejecución
Muelle de Corozal Oeste	En ejecución
Mantenimiento del Corte Gaillard	Año fiscal 2001
Mantenimiento de la Entrada del Pacífico	Año fiscal 2001
Ensanche y Mantenimiento de la Entrada del Atlántico	Año fiscal 2001
Estación de Amarre de Paraíso	Año fiscal 2001
Anclaje del Área D en Cristóbal	Año fiscal 2002
Expansión del Anclaje de Gatún	Año fiscal 2003

Los proyectos de mejoras al anclaje del Área D en Cristóbal y la expansión del anclaje localizado en el norte del Lago Gatún están programados para ejecutarse en los años fiscales del 2002 y 2003; sin

embargo, todavía requieren ser aprobados para su ejecución. Estos 2 proyectos podrían ser realizados por la draga MINDI, mientras que la CHRISTENSEN podrá ejecutar la profundización si no ocurre ningún tipo de contratiempo.

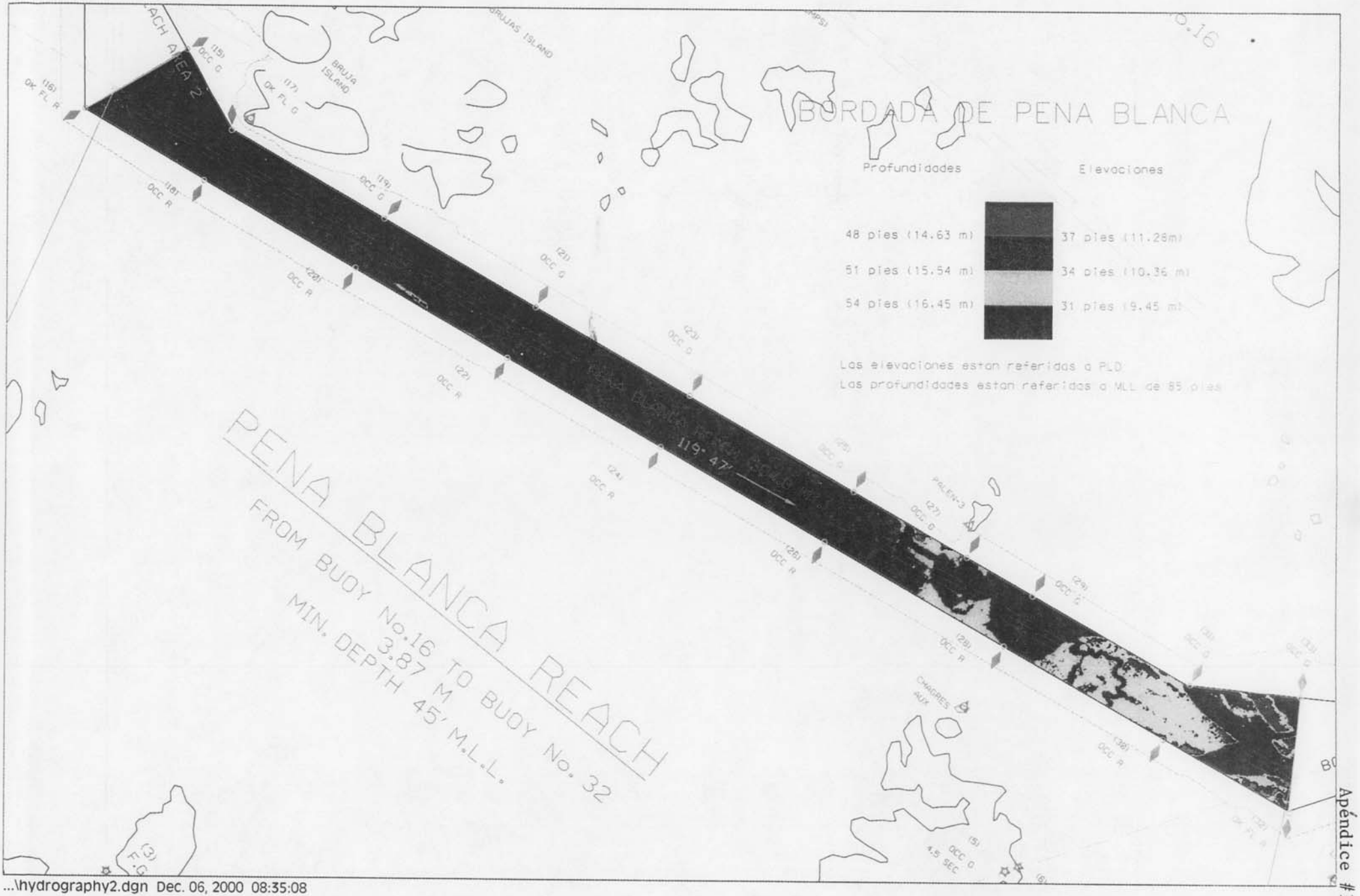
RECOMENDACIONES

1. Evaluar las infraestructuras cercanas a la línea prisma de navegación sobre todo la del Muelle de Paraíso y la División de Dragado.
2. Dar seguimiento a los programas de re-acondicionamiento de los equipos de dragado para que estos estén listos para iniciar el proyecto de la Profundización del Lago Gatún.
3. Dar seguimiento al adiestramiento del personal que integrará las cuadrillas de la THOR, la cual estará lista para inicios del 2002.
4. Dar seguimiento a los estudios de impacto ambiental que realizará la División de Administración del Medio Ambiente para el Proyecto de la Profundización.

APÉNDICES

...\hydrography1.dgn Dec. 06, 2000 07:10:42

Apéndice #1a

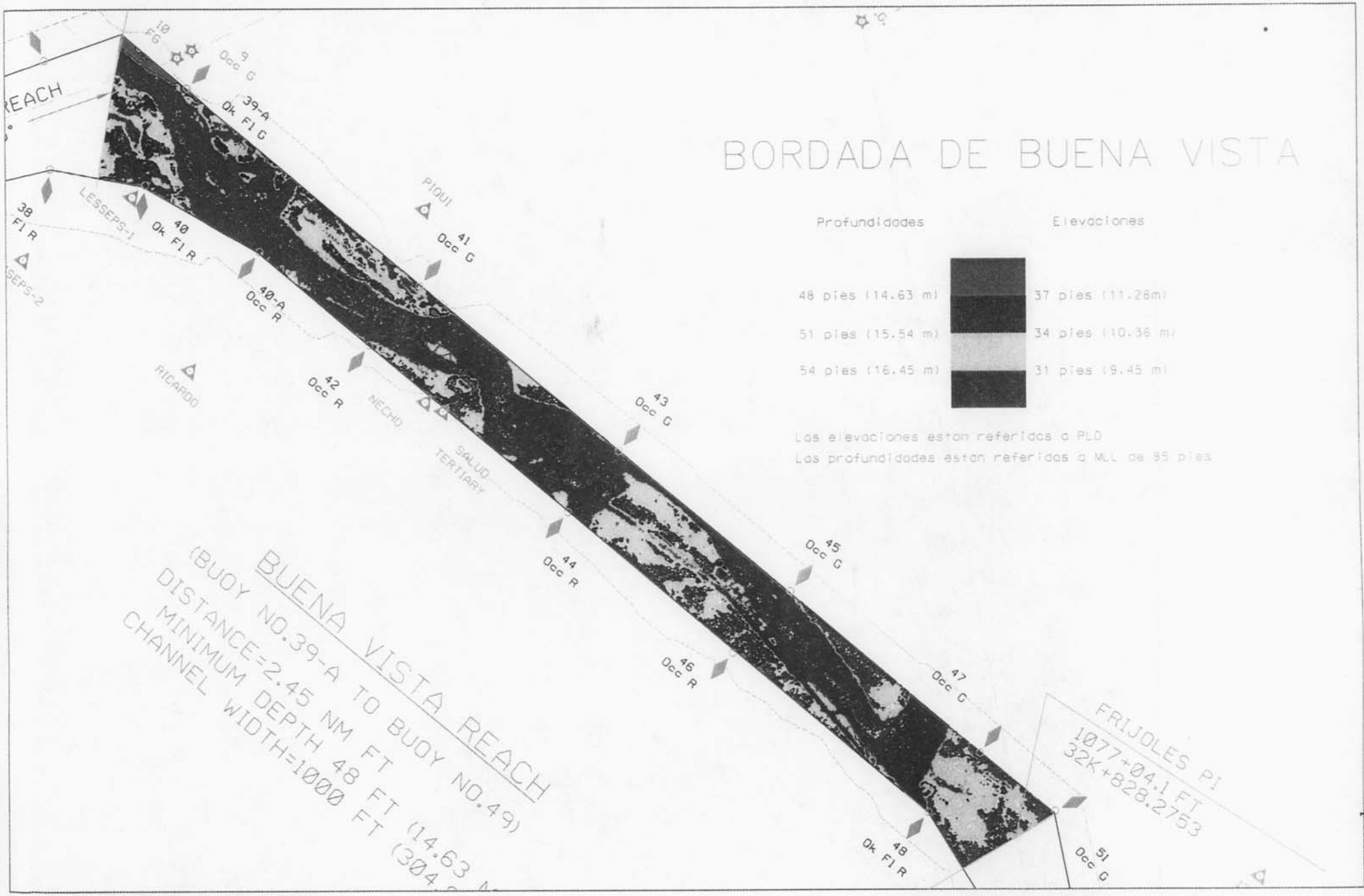


...\hydrography2.dgn Dec. 06, 2000 08:35:08

Apéndice #1b

...\hydrography1.dgn Dec. 06, 2000 07:12:07

Apéndice #1c

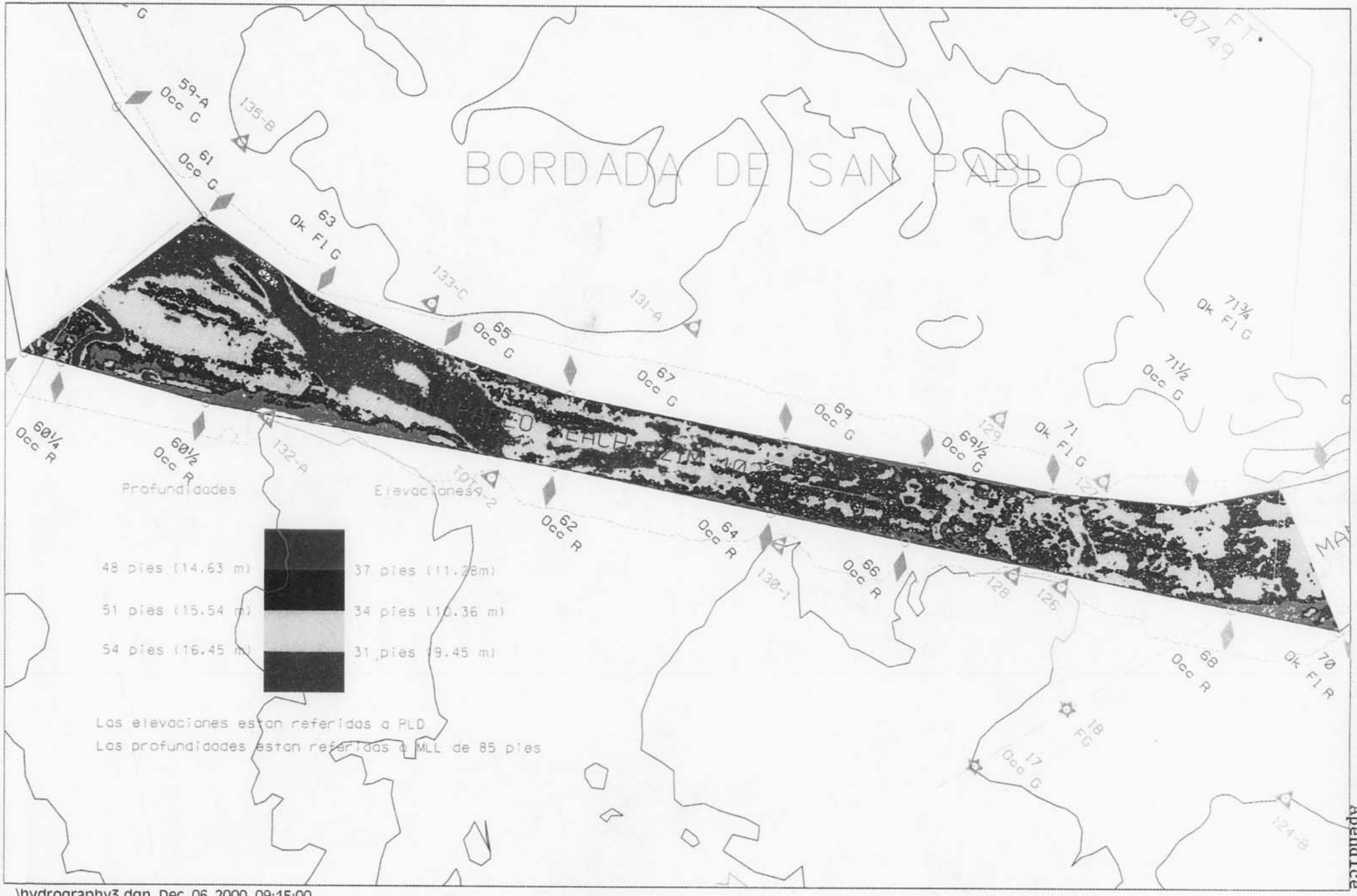


...\hydrography2.dgn Dec. 06, 2000 08:44:37

Apéndice #1d

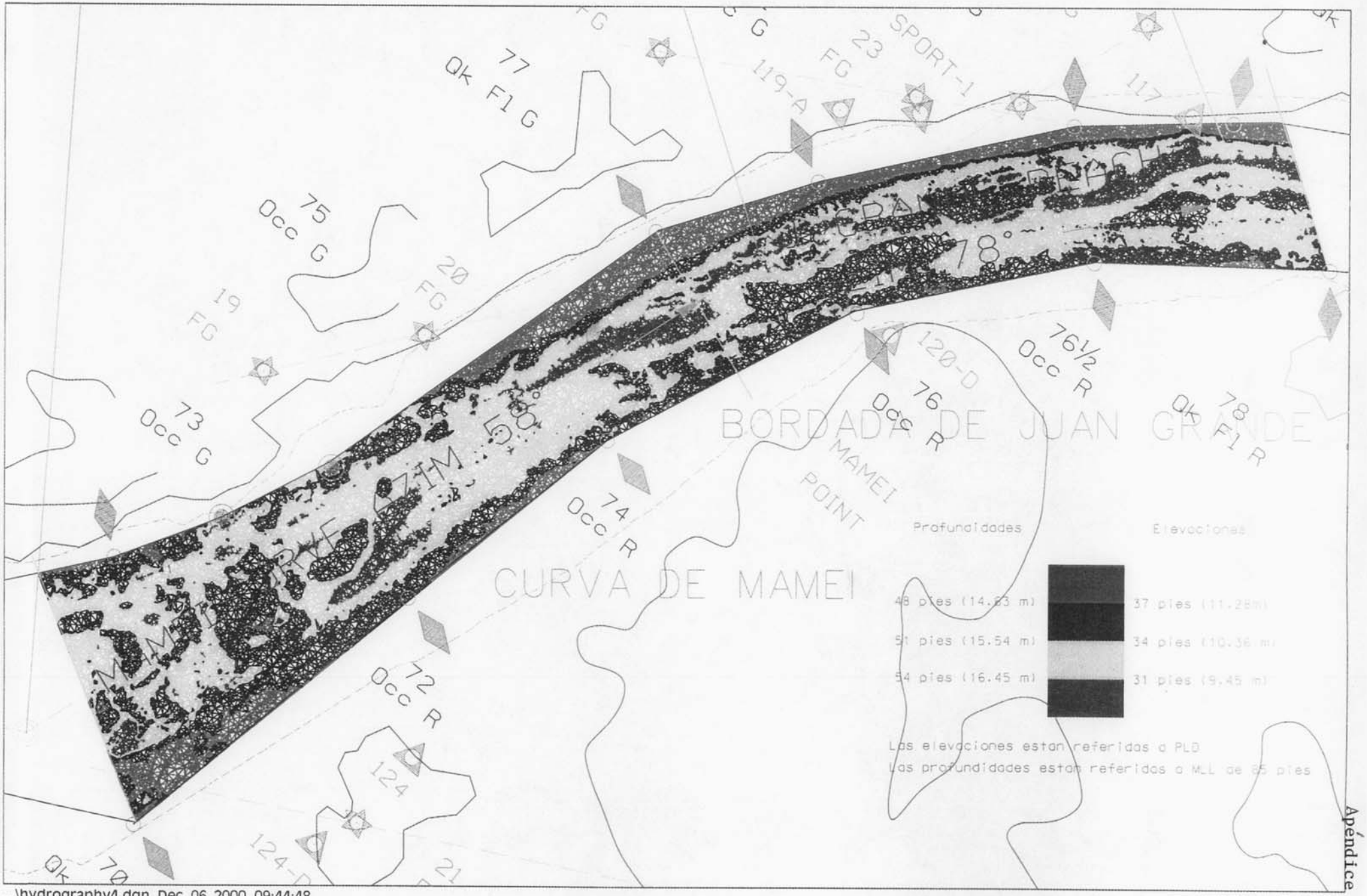
...\hydrography1.dgn Dec. 06, 2000 07:14:11

Apéndice #1e



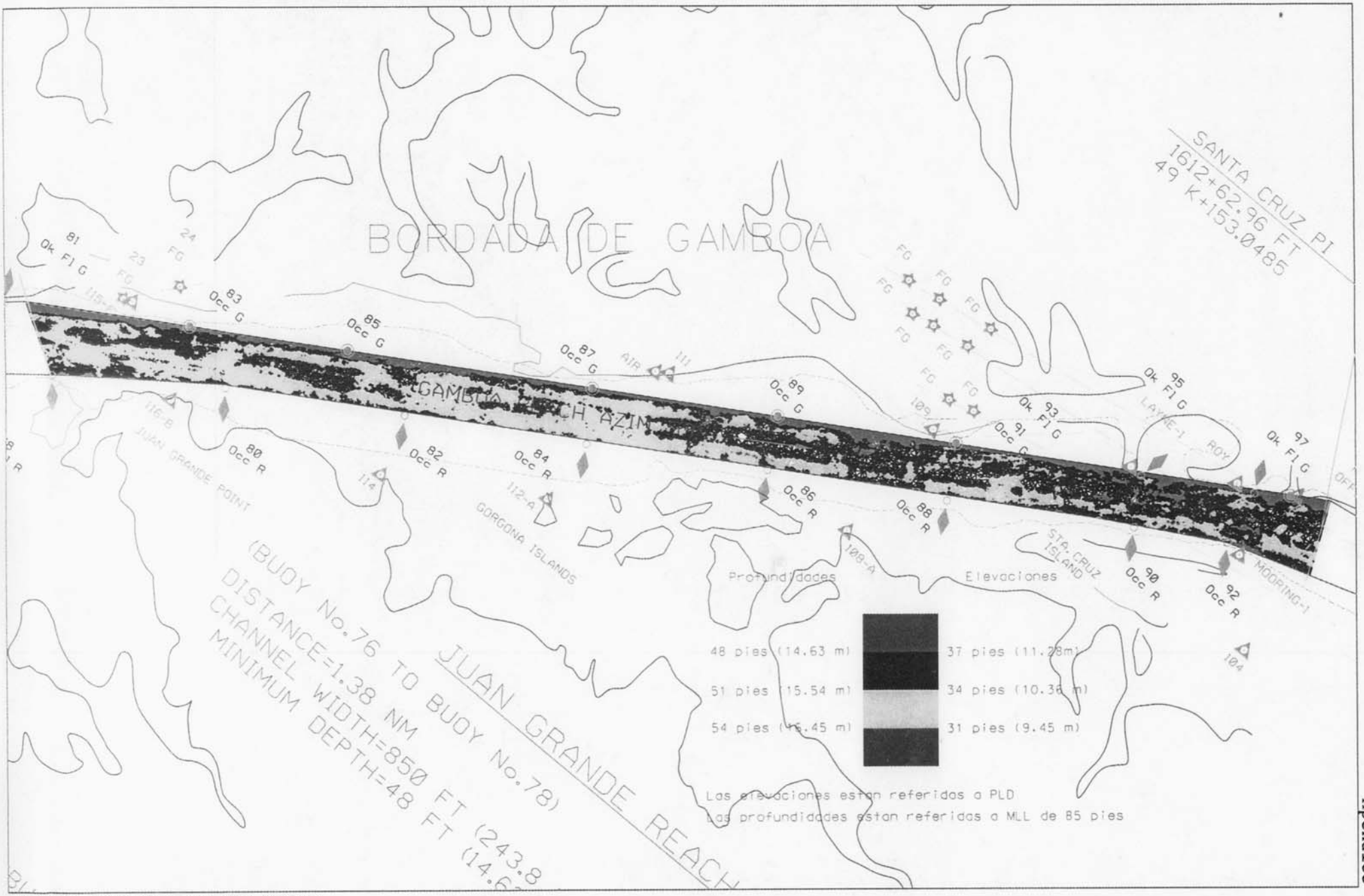
...\hydrography3.dgn Dec. 06, 2000 09:15:00

Apéndice #1f



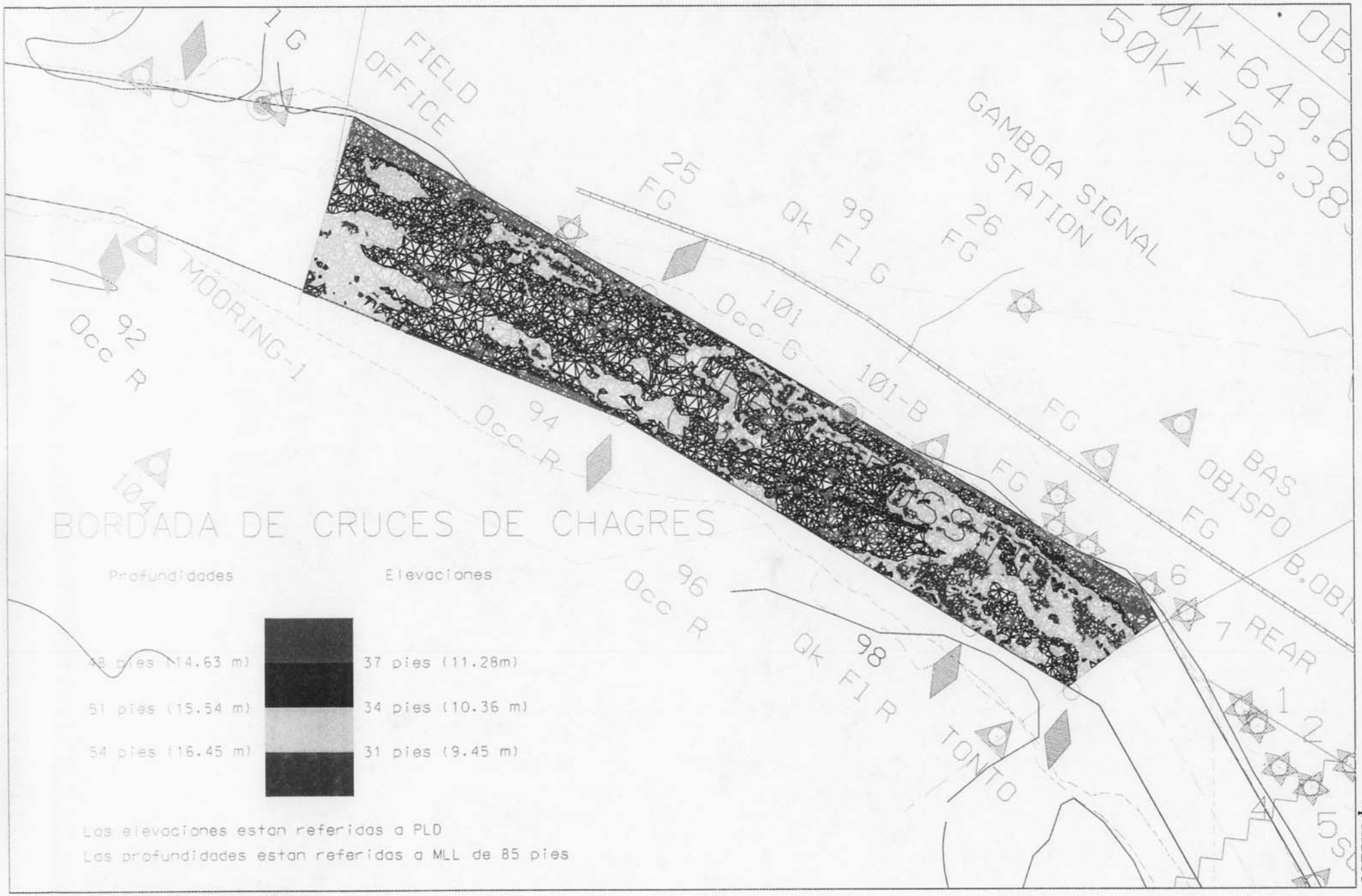
...\hydrography4.dgn Dec. 06, 2000 09:44:48

Apéndice #1g



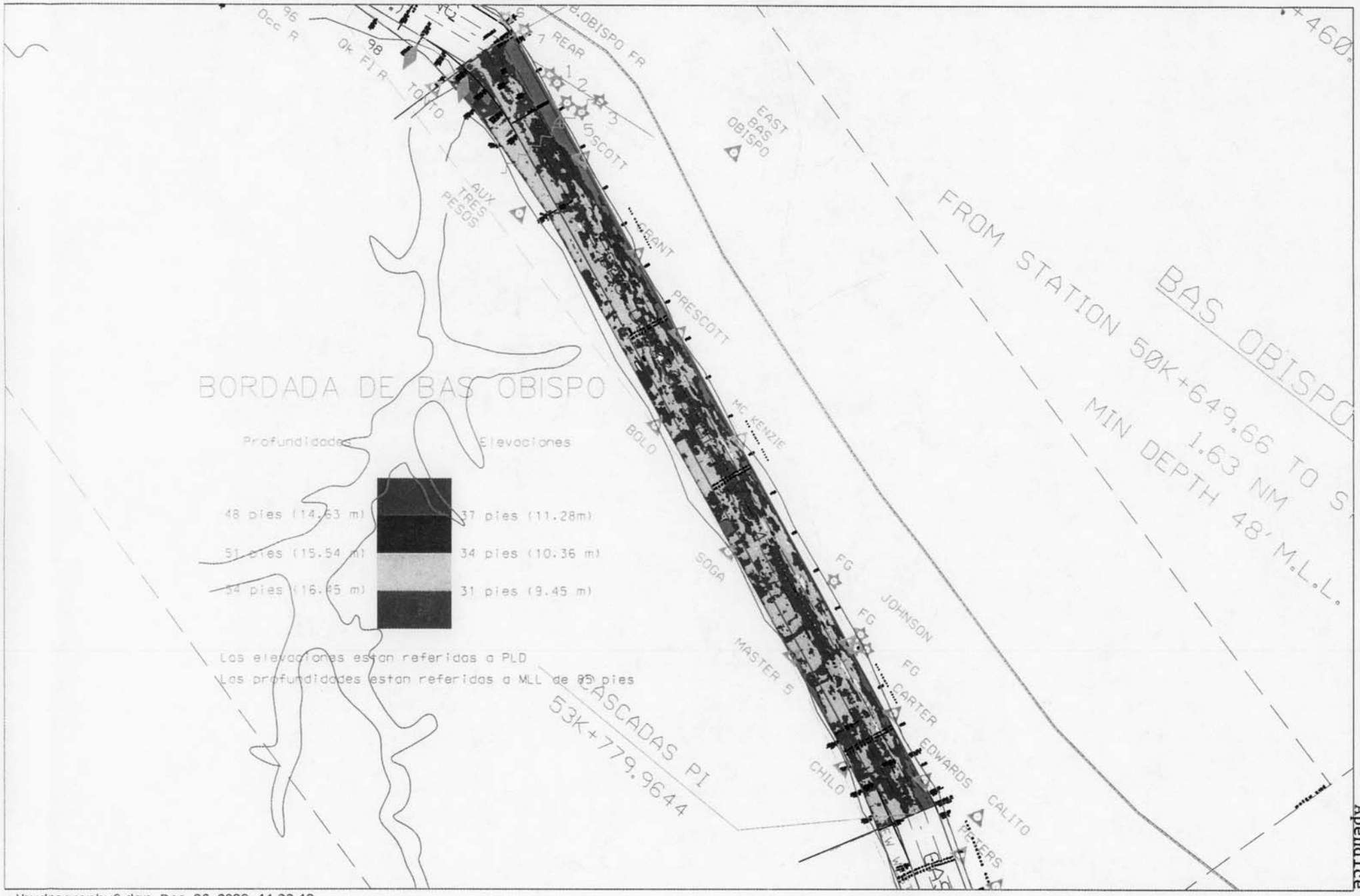
...\hydrography3.dgn Dec. 06, 2000 09:23:44

Apéndice #1h



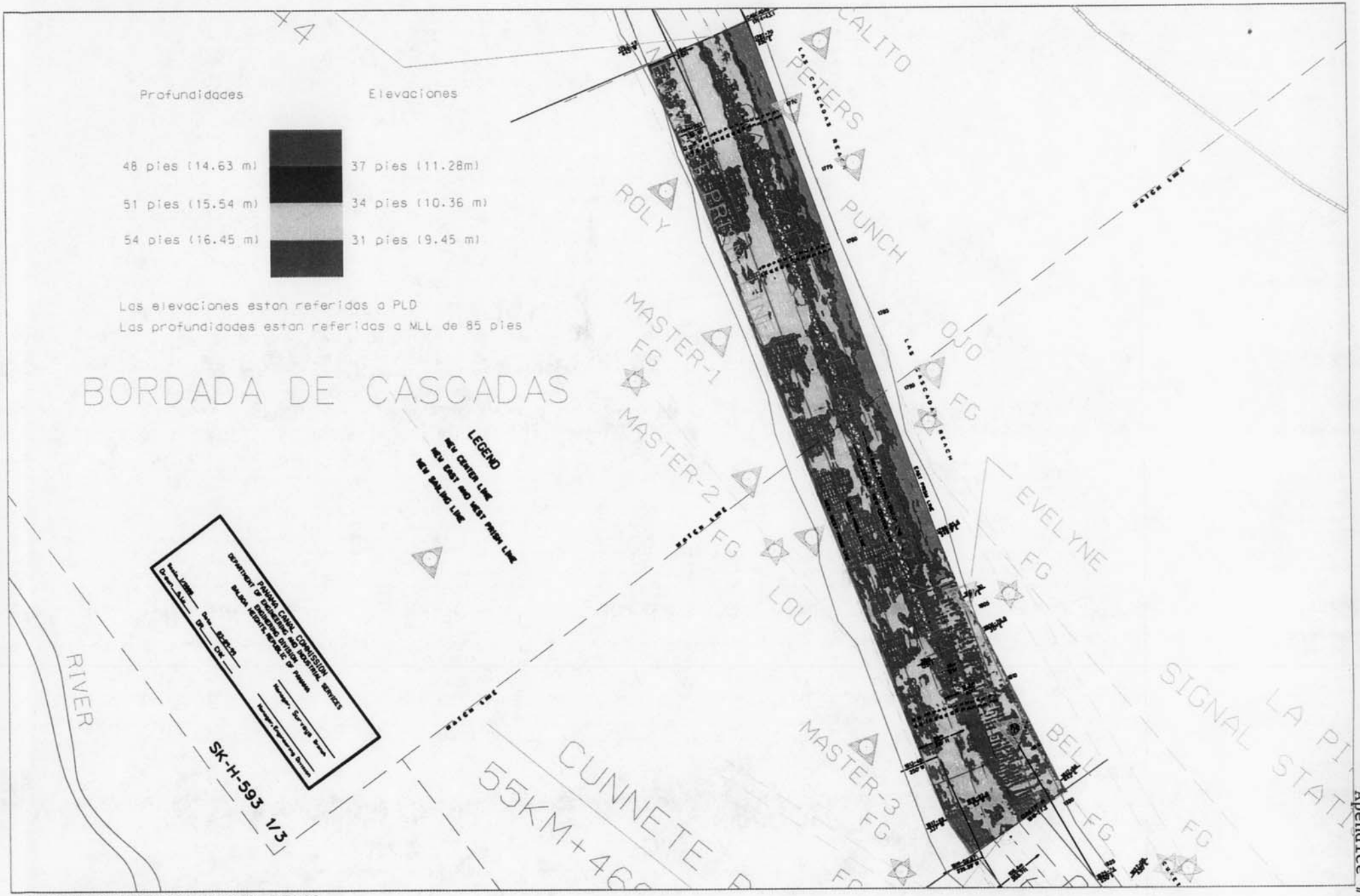
...\hydrography4.dgn Dec. 06, 2000 09:50:17

Apéndice #1i



...\hydrography6.dgn Dec. 06, 2000 11:22:10

Apéndice #1j

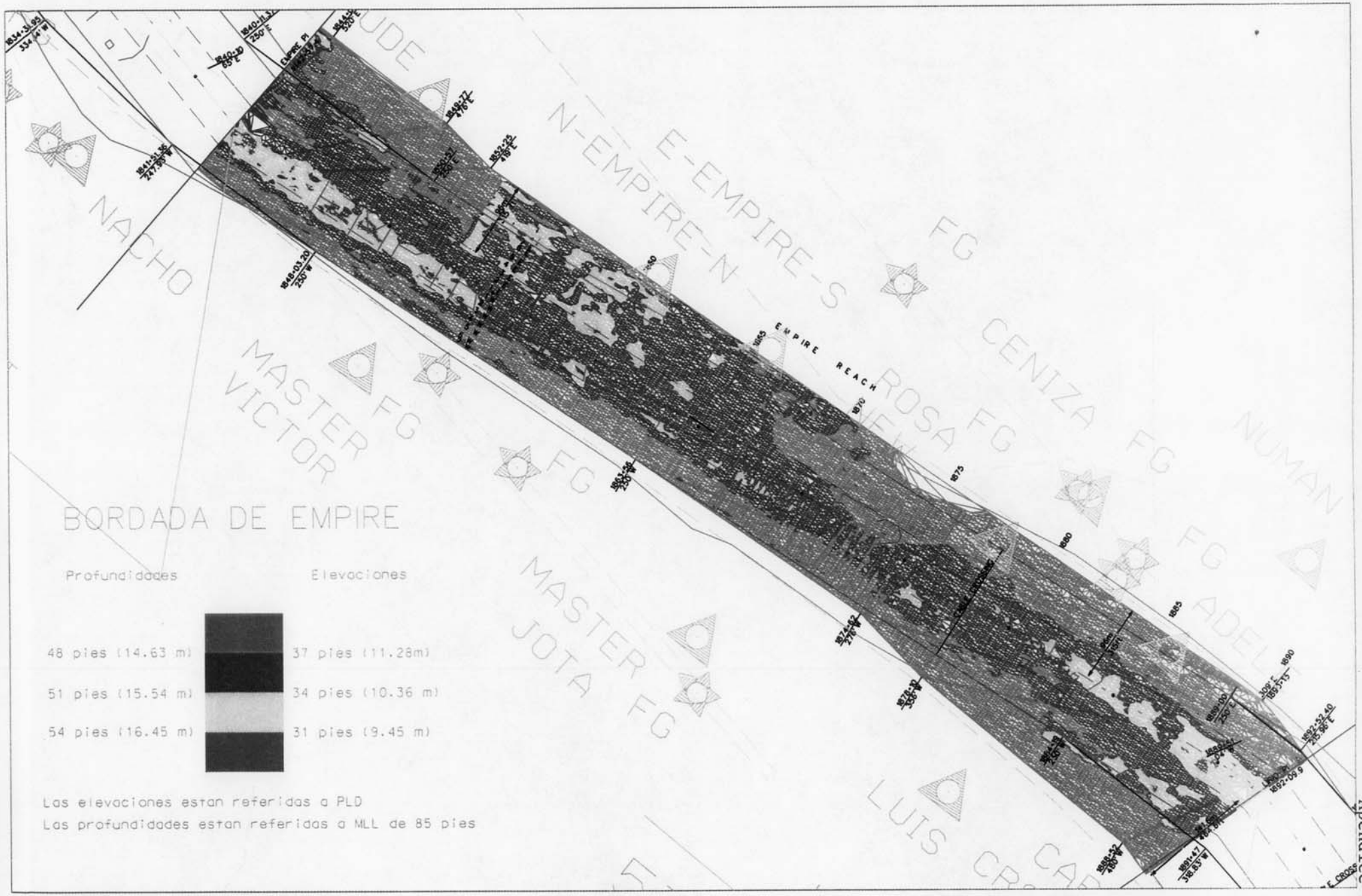


...\hydrography5.dgn Dec. 06, 2000 13:52:06

Apendice #1k

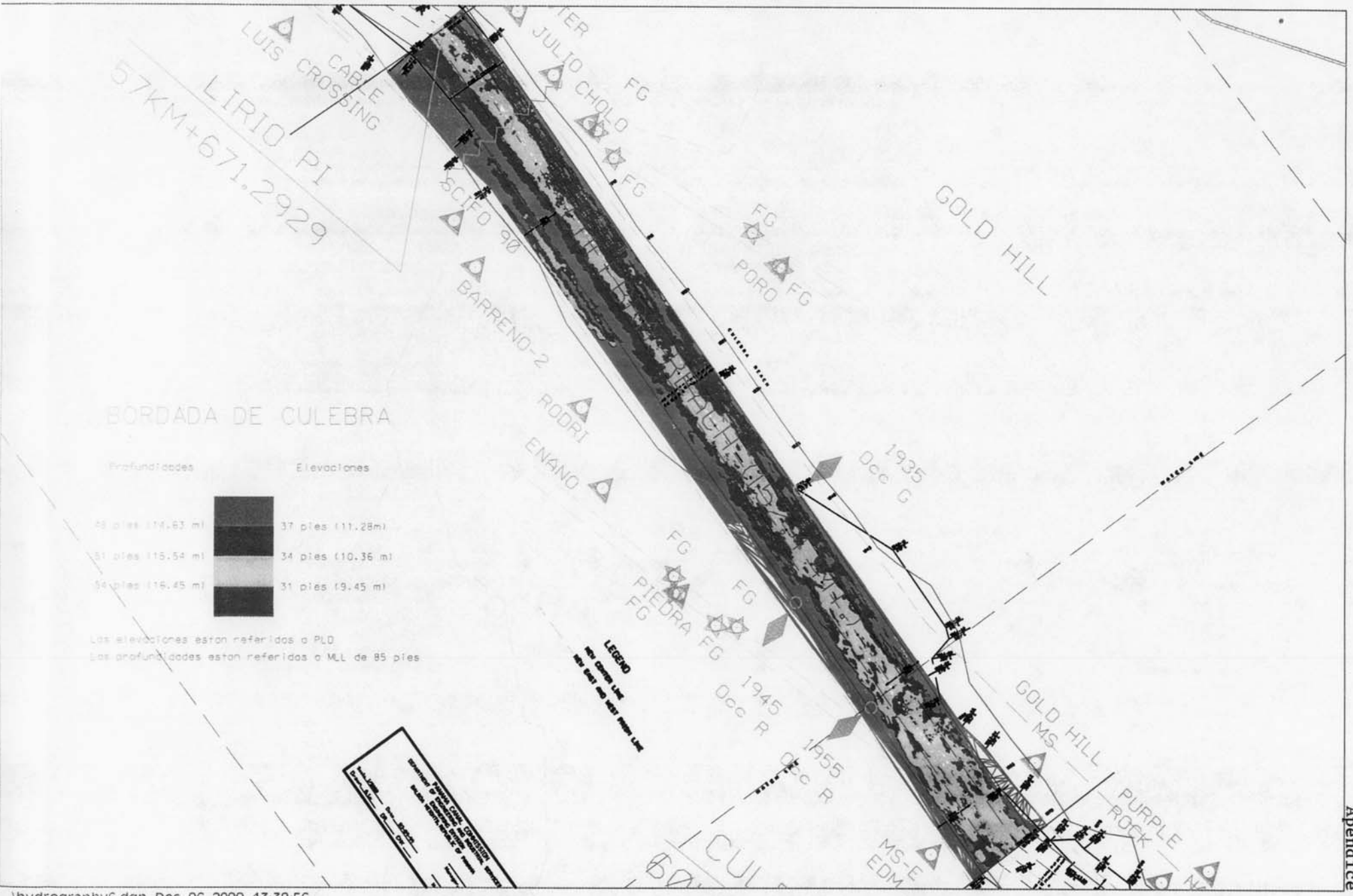
...\hydrography6.dgn Dec. 06, 2000 13:31:44

Apéndice #11



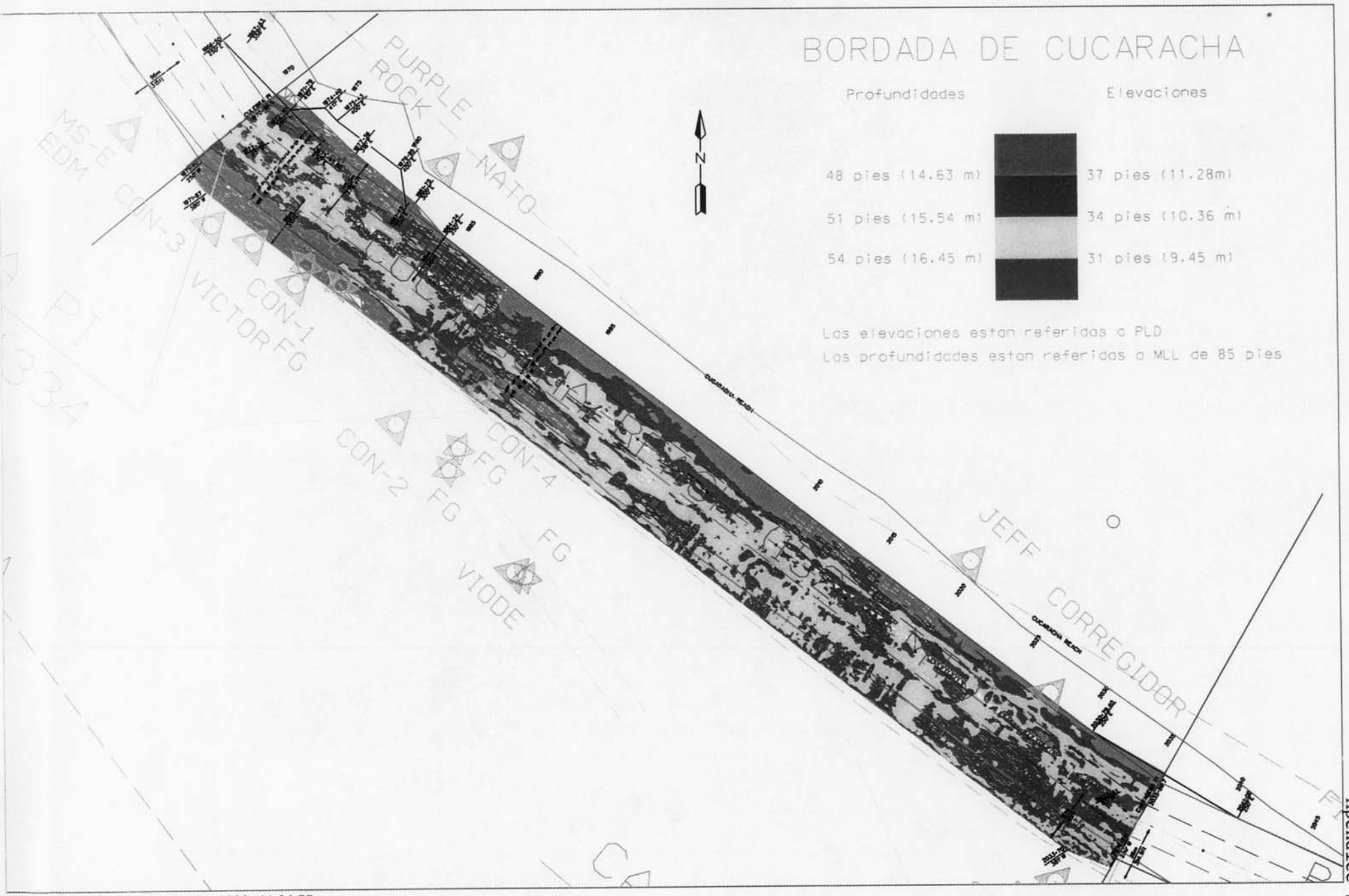
...\hydrography5.dgn Dec. 06, 2000 13:59:08

Apendice #1m



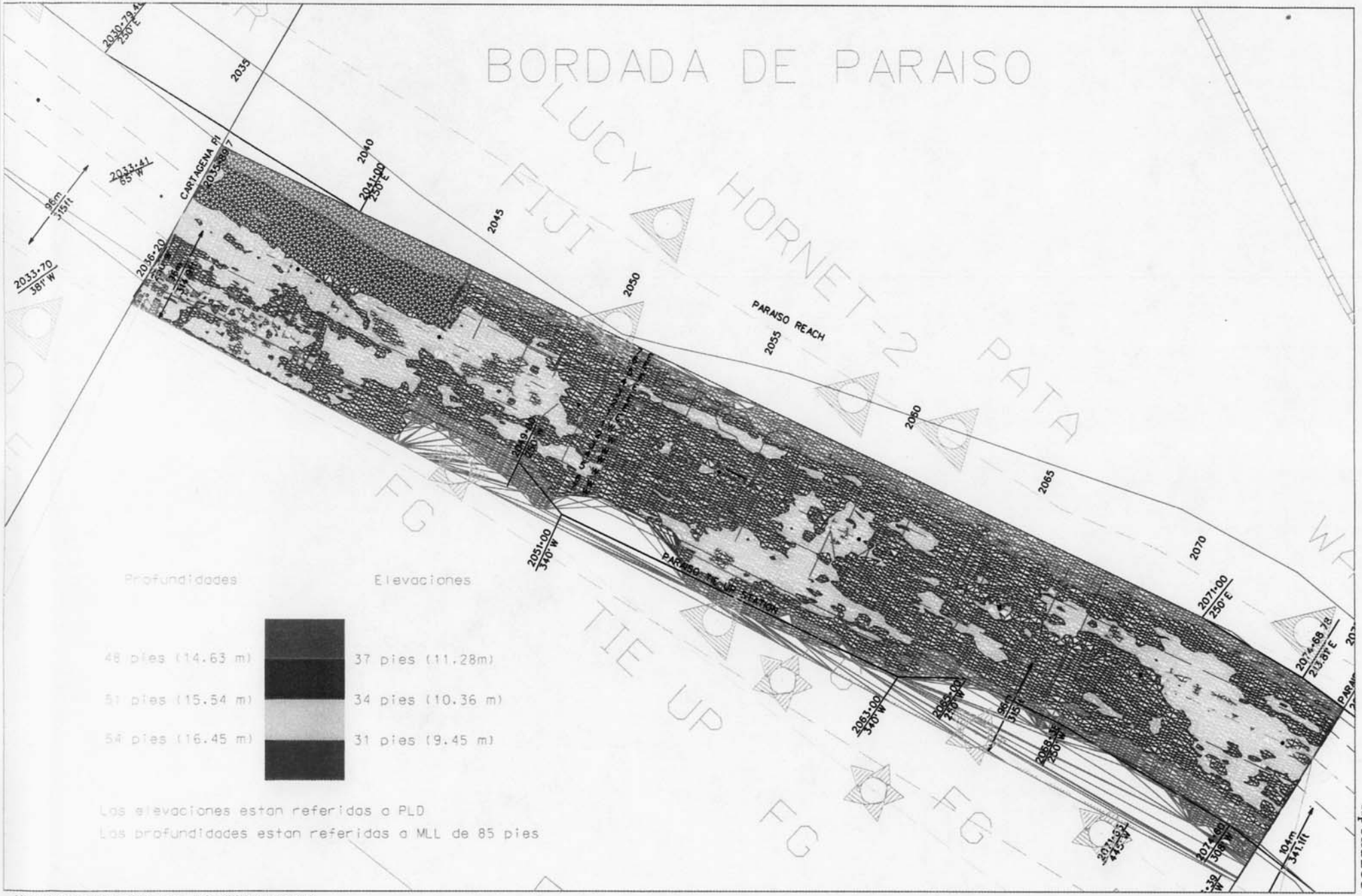
...\hydrography6.dgn Dec. 06, 2000 13:38:56

Apéndice #1n



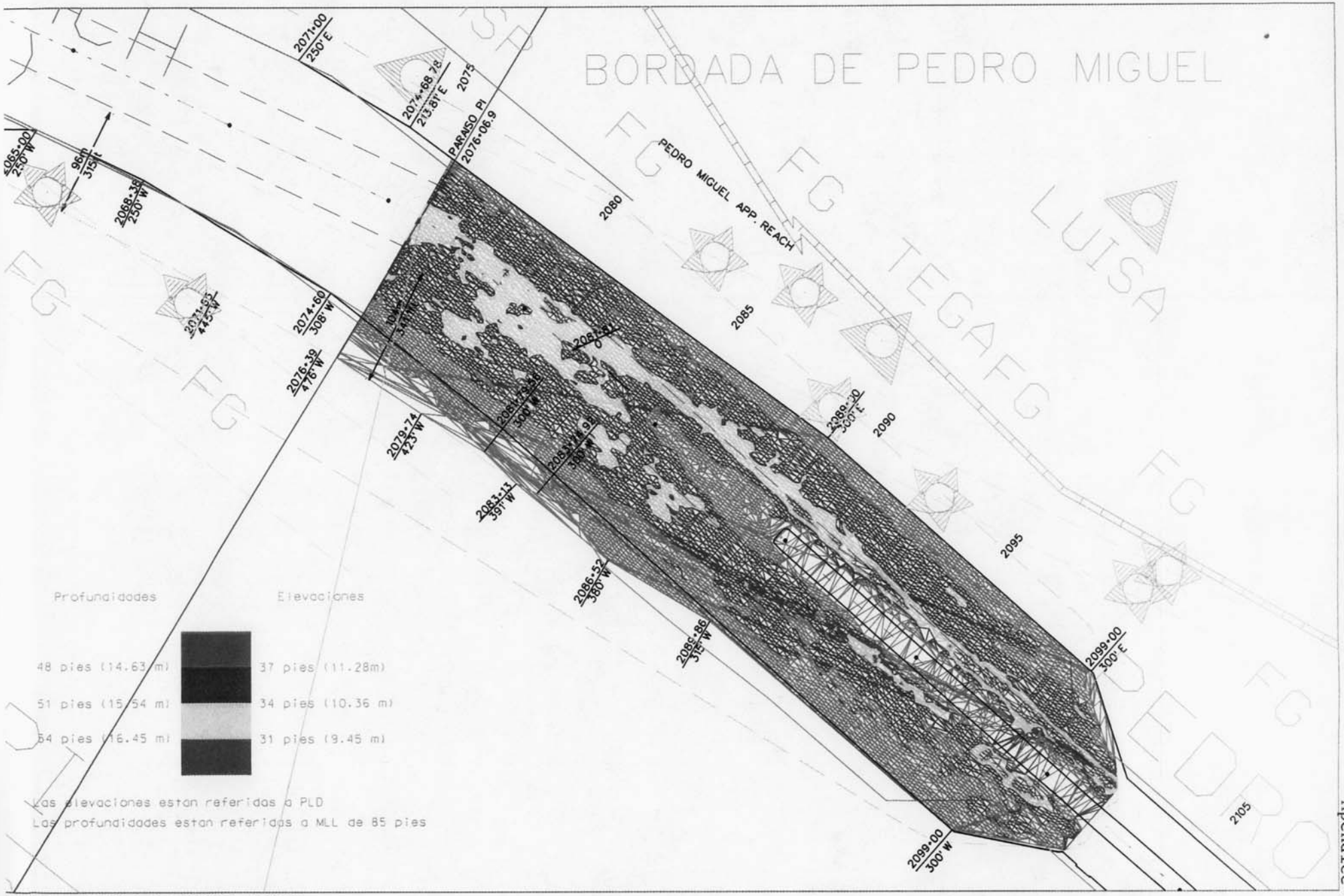
...\hydrography5.dgn Dec. 07, 2000 11:24:35

Apéndice #1o



...\hydrography6.dgn Dec. 06, 2000 13:44:12

Apéndice #1p



hydrography5.dgn Dec. 06, 2000 14:09:27

Apéndice #1q

FORMACIONES GEOLÓGICAS GENERALES EN EL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD

TIPO DE SUELO	BORDADAS - LAGO GATÚN
BASALTO	TABERNILLA OESTE
CAIMITO MEDIANAMENTE DURA	GATUN, PEÑA BLANCA. BOHIO, TABERNILLA ESTE SUAVE Y OESTE VOLCANICA
GATUNCILLO	GATUN, PEÑA BLANCA. BOHIO, BUENA VISTA
BOHIO	GAMBOA, CURVA DE BOHIO, JUAN GRANDE,MAMEI, SAN PABLO, BUENA VISTA OESTE
Formaciones de Rocas Suaves	**BORDADAS -CORTE GAILLARD**
CUCARACHA	CULEBRA, CUCARACHA, PARAISO OESTE
CULEBRA	CULEBRA, EMPIRE, PARAISO (NITRO)
LA BOCA	CASCADAS OESTE, EMPIRE, PARAISO (ESTE) Y OESTE
Formaciones de Roca Medianamente Dura	
CASCADAS	CASCADAS,EMPIRE,CUNNETTE
Formaciones Roca Dura	
PEDRO MIGUEL	CULEBRA pero NO AFLORA, EMPIRE, CUCARACHA OESTE LUIS, GOYO,PARAISO ESTE Y OESTE
BAS OBISPO	BAS OBISPO
Formaciones de Rocas muy Dura	
BASALTO	CUCARACHA EN CERRO NITRO, CULEBRA PERO NO A ORILLAS DEL CANAL,PARAISO ESTE UNA SECCIÓN DE CERRO NITRO

INVESTIGACIÓN DE CRITERIOS PARA SOBREDRAGADO (SD)

Apéndice # 3

<table>
<tr><th>FUENTE</th><th>COMENTARIOS</th><th>FECHA</th></tr>
<tr><td>ROYAL BOSKALIS - B. Bezemer</td><td>SD depende del tipo de dragado a ejecutar. Si se requiere un fondo de navegación preciso, entonces las tolerancias son mán angostas pero el dragado será más costoso porque lo que se requiere es calidad. Si se requiere un fondo de navegación mínimo, ento

La tolerancia de SD para una draga de tolva está alrededor de un metro; para una draga de corte-succión en 30 a 80 cm; para una retroexcavadora está en 50 cm. Estas tolerancias corresponden para material arenoso en el caso de la draga tolva y corte-succi</td><td>23-2-01</td></tr>
<tr><td>VAN OORD - R. van Leijen</td><td>SD está relacionado con el esfuerzo y consecuentemente con los costos para alcanzar cierto nivel de dragado. Cuando la producción es predominante y el dragado es llevado a cabo como "bulk dredging", las tolerancias son más grandes que el dragado a tolera
<table>
<tr><th>Tipo de material</th><th colspan="2">Draga de Tolva</th><th colspan="2">Draga Corte Succión</th><th colspan="2">Draga Retroexcavadora</th></tr>
<tr><th></th><th>metros</th><th>pies</th><th>metros</th><th>pies</th><th>metros</th><th>pies</th></tr>
<tr><td>Lama o lodo +/-</td><td>0.5</td><td>1.64</td><td>0.45</td><td>1.48</td><td>0.5</td><td>1.64</td></tr>
<tr><td>Arena +/-</td><td>0.6</td><td>1.97</td><td>0.45</td><td>1.48</td><td>0.6</td><td>1.97</td></tr>
<tr><td>Grava +/-</td><td>0.6</td><td>1.97</td><td>0.45</td><td>1.48</td><td>0.6</td><td>1.97</td></tr>
<tr><td>Arcilla +/-</td><td>0.7</td><td>2.30</td><td>0.45</td><td>1.48</td><td>0.6</td><td>1.97</td></tr>
<tr><td>Roca</td><td>N.A.</td><td>N.A.</td><td>0.55</td><td>1.80</td><td>0.7</td><td>2.30</td></tr>
</table>
Estas tolerancias son estándares aceptadas en Holanda. Tolerancias más angostas pueden ser ejecutadas pero a costos más altos.</td><td>6-2-01</td></tr>
<tr><td>IADC - Alma Kolenbrander</td><td>SD depende del material, la profundidad de dragado, corrientes y mareas, flujos y el tráfico de barcos.</td><td>24-1-01</td></tr>
<tr><td>HAM DREDGING - R. Beuker</td><td>
<table>
<tr><th>Tipo de Dragas</th><th colspan="2">Vertical</th><th colspan="2">Horizontal</th></tr>
<tr><th></th><th>metros</th><th>pies</th><th>metros</th><th>pies</th></tr>
<tr><td>Corte Succión +/-</td><td>0.4</td><td>1.31</td><td>1</td><td>3.28</td></tr>
<tr><td>Tolva +/-</td><td>0.6</td><td>1.97</td><td>2.5</td><td>8.20</td></tr>
<tr><td>Retroexcavadora +/-</td><td>0.3</td><td>0.98</td><td>0.75</td><td>2.46</td></tr>
</table>
Estas tolerancias se aplican en circunstancias normales; en suelos contaminados las tolerancias se reducen a + / - 0.50'</td><td>23-1-01</td></tr>
<tr><td>GREAT LAKES - W. Hansom</td><td>3' de SD es bastante generoso, el estándar industrial es de 1.64' diferencia de estándares entre empresa privada y gubernamental</td><td>20-1-01</td></tr>
<tr><td>Centro de Estudios de Oceanografía TEXAS A&M - R. Randall</td><td>No conoce de un estándar para SD. 3' parece bastante sustancial. Piensa que el rango podría estar entre 1' a 2' para materiales no contaminados; para material contaminado el SD se reduce. Sería bueno contactar a varios distritos del CORPS of ENGINEERS.</td><td>20-1-01</td></tr>
<tr><td>USACE, Mobile District - Nelson Sánchez</td><td>SD de 2' requerido para ciclos de mantenimiento largos y evitar los costos de movilización y demovilización de draga. Además se le permite al contratista un SD de 2' adicionales para compensar cualquier impresición de las dragas. USACE paga al contratis</td><td>19-1-01</td></tr>
</table>

DISCUSIÓN DEL CRITERIO DE TOLERANCIA DE DRAGADO (TD) DE LA ACP

1. El martes 30 de enero de 2001, se reunieron las siguientes personas para discutir el margen de sobredragado que utilizará la ACP para ejecutar y estimar los futuros proyectos de dragado:

Adriano Díaz	División de Dragado
Luis Santanach	División de Dragado
Jorge Solís	División de Dragado
Liriola Sandoval	División de Dragado
Gustavo Rivas	División de Dragado
Peter Marrota	División de Dragado
Dinnik Salerno	División de Dragado
Fernando Guerra	División de Investigaciones y Proyectos
Jaime Rodríguez	División de Ingeniería
Daniel Francis	División de Administración de Medio Ambiente
Agustín Arias	Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal
John Gribar	Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal
Hortensia Broce	Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal
Yolanda Chin	Oficina de Proyectos de Capacidad del Canal

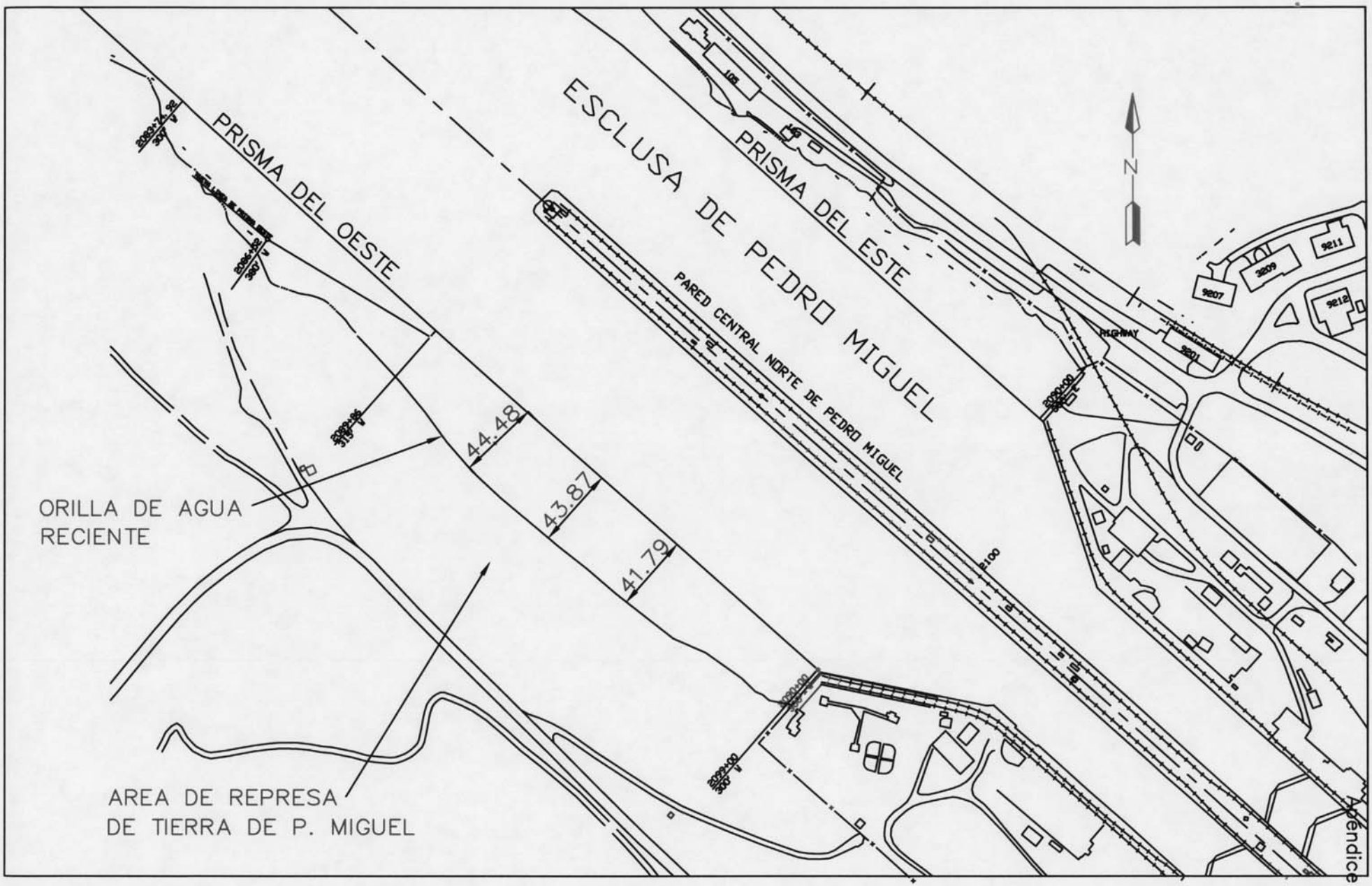
2. La Oficina de Capacidad compartió con los participantes los resultados de la investigación que se realizó para conocer el margen de TD que utilizan las compañías internacionales de dragado y otras entidades como el Cuerpo de Ingenieros de los EEUU y el Centro de Estudio de Oceanografía de Texas A&M. La investigación resultó que las compañías de dragado utilizan un rango de 1 a 2 pies de TD y que este margen depende de muchos factores como el tipo de material a dragar, el tipo de dragas, la profundidad de dragado, corrientes y mareas, el grado de contaminación del material y el tráfico de barcos.

3. Según la División de Dragado, los 3' de TD que se utiliza en los trabajos de dragados del Canal significa realmente **hasta 3' de TD**. En otras palabras, el rango de TD puede variar de 1 a 3 pies para garantizar el nivel de diseño del fondo del cauce de navegación. La experiencia de la ACP en el dragado de los cauces de navegación del Canal indica que hasta 3' de TD ha resultado ser efectivo para compensar los problemas de imprecisión de las dragas y los equipos de medición batimétrica. También existen otros factores que afectan las tolerancias de dragado como los oleajes, el tipo de material, el tipo y tamaño de las dragas, la profundidad de dragado, y la experiencia del personal de operación.

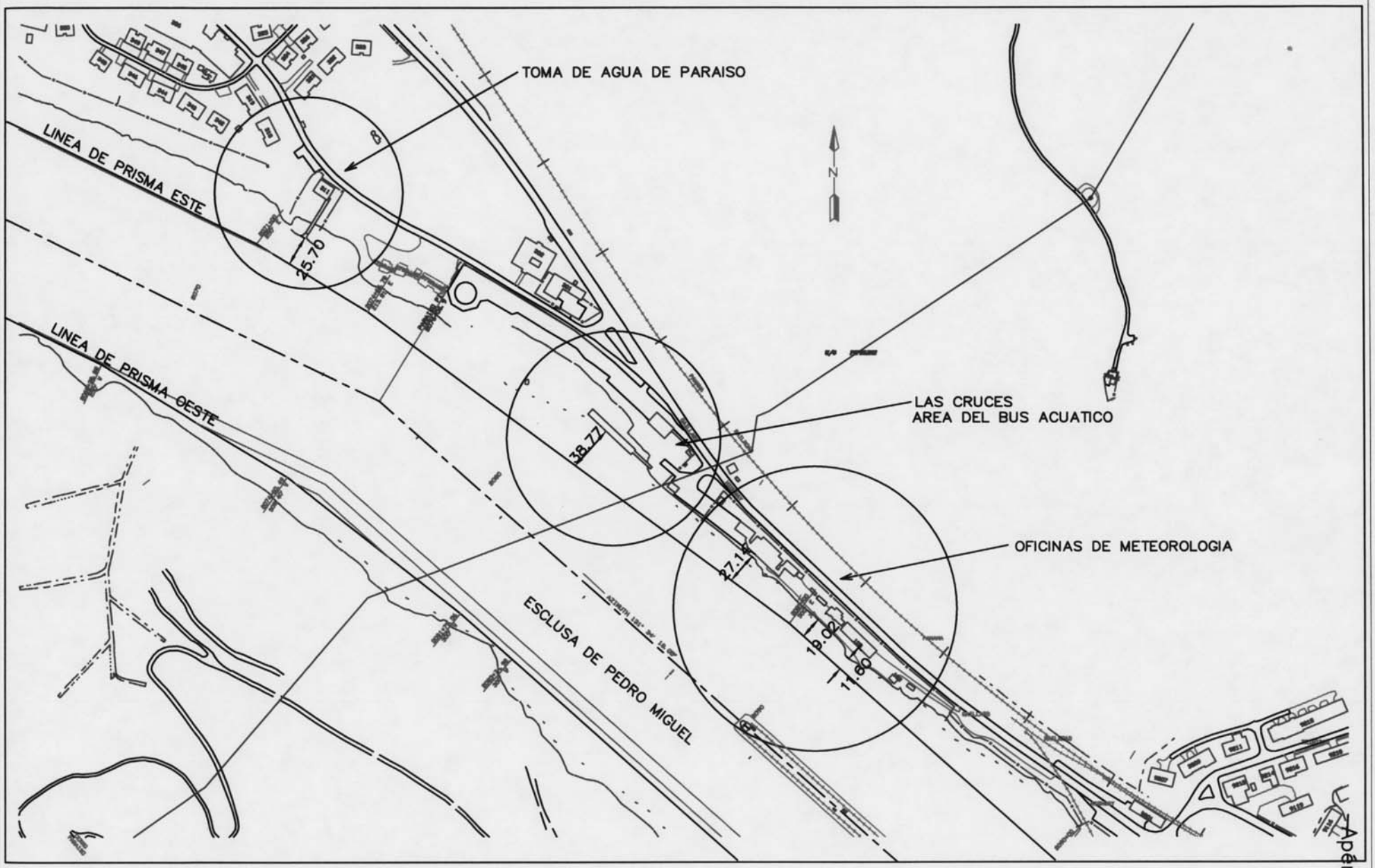
4. Se aclaró que el concepto de dragar un fondo de diseño a un nivel totalmente plano es imposible. Por lo tanto, se requiere un margen de TD para obtener una profundidad de agua que permita la navegación segura de los barcos y equipos flotantes. Un margen angosto e irrazonable de TD podría causar problemas operacionales y por consiguiente un aumento en los costos operacionales ya que la imposición de TD con precisión exigiría más esfuerzo operacional que el de TD a un margen más amplio. El esfuerzo operacional comprende el esfuerzo de los operadores para operar las grandes dragas con exactitud en las condiciones geológicas, geotécnicas y climatológicas no favorables del área, la constante remoción de puntos altos (*shoals*), la necesidad de dragar con mayor frecuencia para mantener el fondo de diseño requerido y la constante movilización y desmovilización de las dragas. Todo esto causaría impactos negativos al tráfico de barcos.

5. La División de Dragado concluyó que 2' de TD cubriría las imprecisiones de los equipos y los ciclos requeridos de mantenimiento de los cauces de navegación del Canal. El margen de imprecisión de la draga CHRISTENSEN y de los instrumentos de batimetría es de 1 a 1.5 pies y 0.5 pies respectivamente. Por ende, se consideró que en promedio se deberá planificar un TD de 2', pero que el mismo puede oscilar hasta un máximo de 3'.

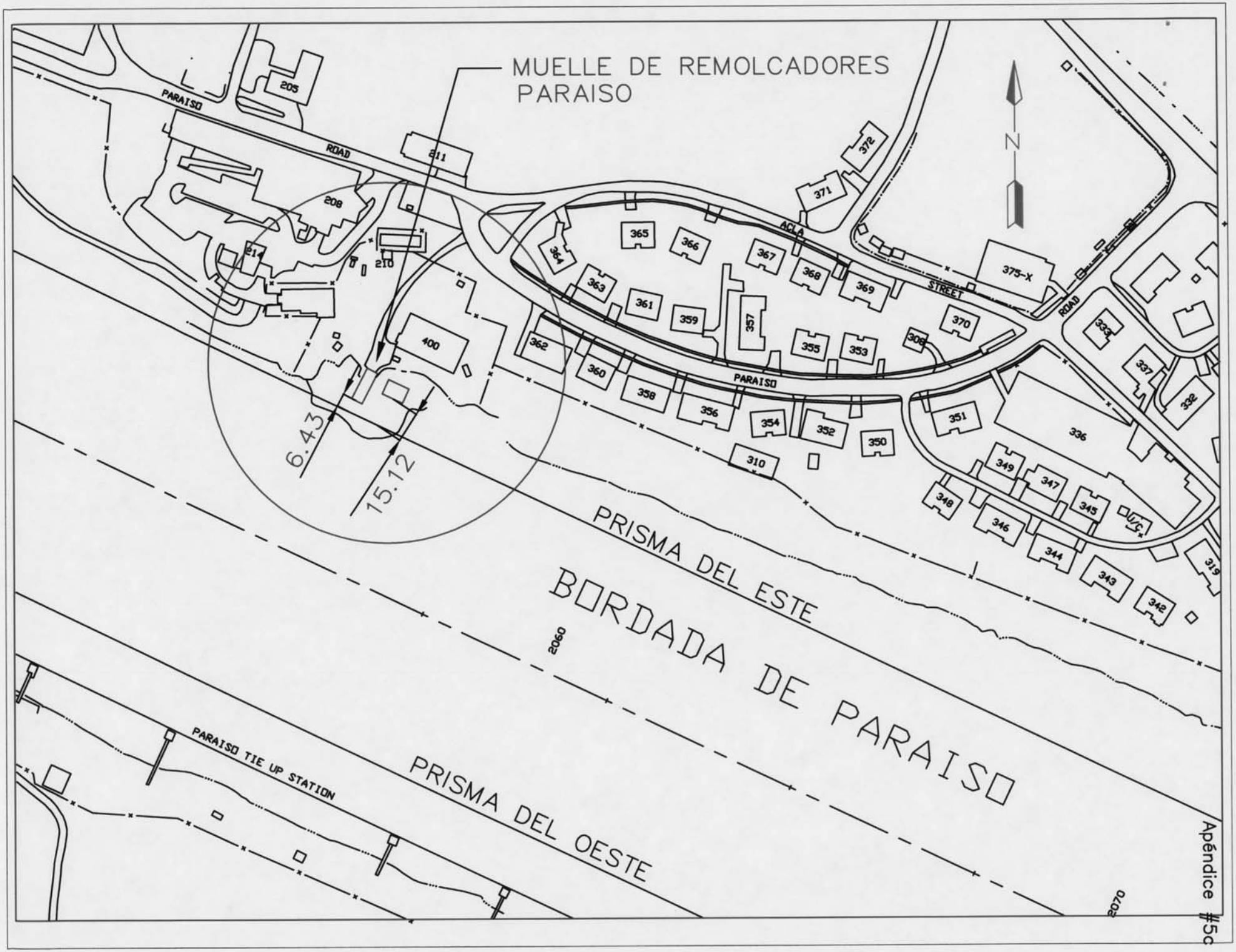
6. Los participantes finalmente concluyeron que los estimados de costos y duración de los proyectos se evaluarían en base a un sobredragado promedio de 2', pero operacionalmente las dragas pudieran sobredragar hasta un máximo de 3'.


ESCLUSA DE PEDRO MIGUEL
PRISMA DEL OESTE
PRISMA DEL ESTE
PARED CENTRAL NORTE DE PEDRO MIGUEL
44.48
43.87
41.79
ORILLA DE AGUA
RECIENTE
AREA DE REPRESA
DE TIERRA DE P. MIGUEL
N
HIGHWAY
9207
9211
9212
9201

Apéndice #5a


TOMA DE AGUA DE PARAISO
LINEA DE PRISMA ESTE
LINEA DE PRISMA OESTE
25.76
38.77
27.1
19.02
11.6
LAS CRUCES
AREA DEL BUS ACUATICO
OFICINAS DE METEOROLOGIA
ESCLUSA DE PEDRO MIGUEL
N

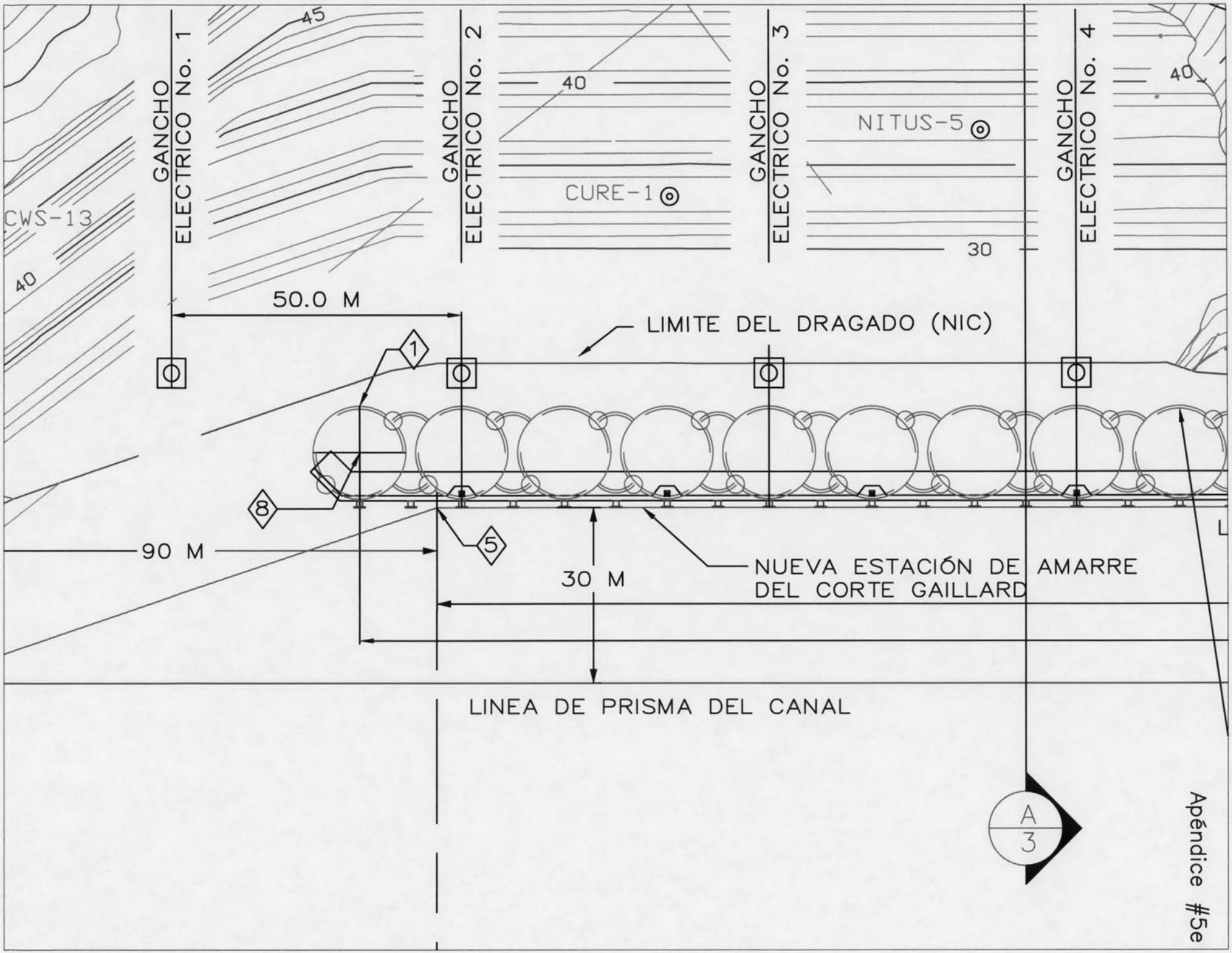
Apendice #5b


MUELLE DE REMOLCADORES
PARAISO
PARAISO ROAD
ACLA STREET
PARAISO ROAD
PARAISO
N
6.43
15.12
PRISMA DEL ESTE
BORDADA DE PARAISO
PRISMA DEL OESTE
PARAISO TIE UP STATION
2060
2070
205
211
208
214
210
400
372
371
365
366
367
368
369
364
363
361
359
357
355
353
308
370
375-X
333
337
332
362
360
358
356
354
352
350
351
336
310
349
347
345
348
346
344
343
342
319

Apéndice #5c

AREA DE DIVISION DE DRAGAS
PRISMA DEL ESTE
BORDADA DE GAMBOA
PRISMA DEL OESTE
22.26
23.65
25.35
SANTA CRUZ PI
1612+62.96
N

Apéndice #5d

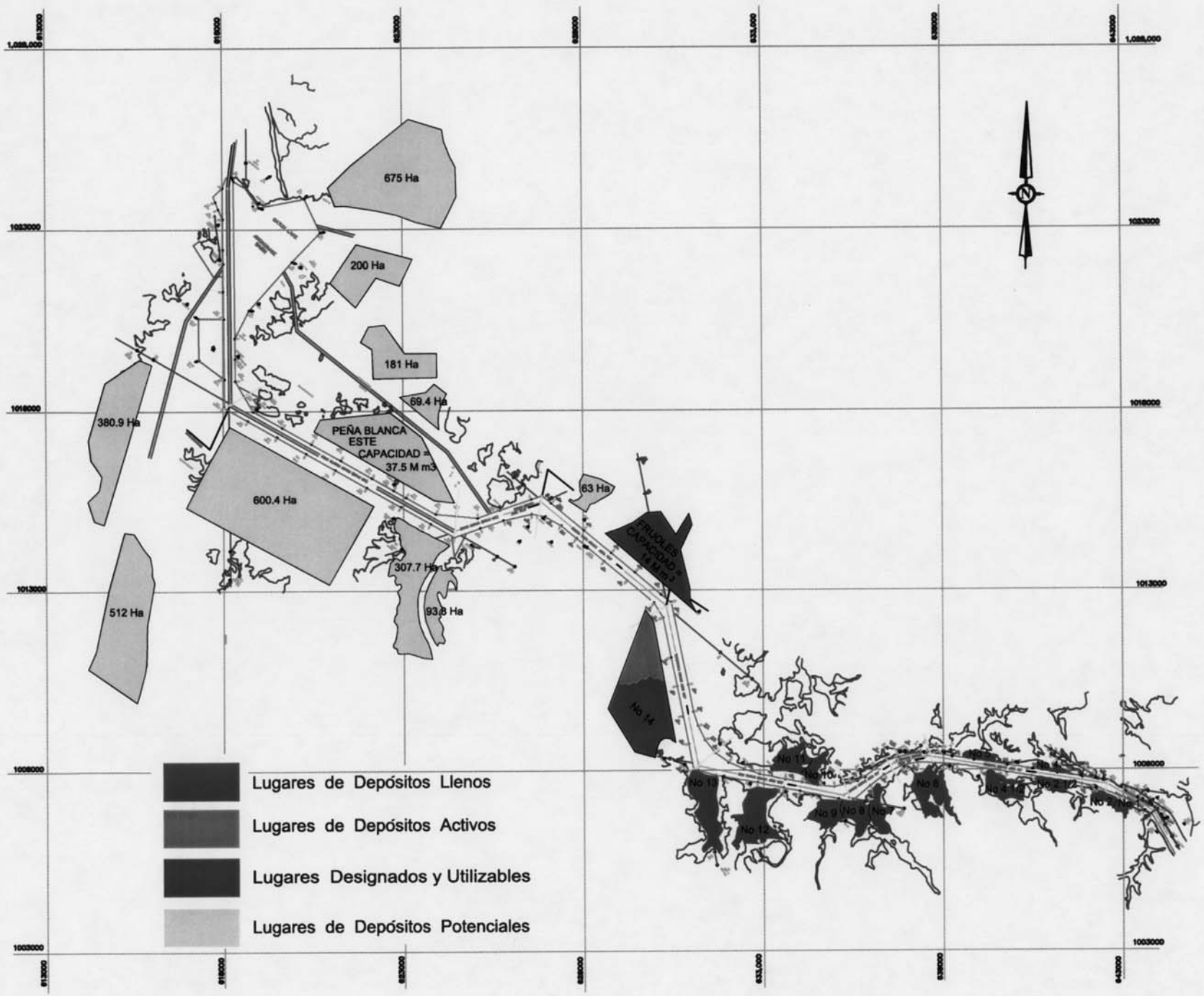

GANCHO ELECTRICO No. 1
GANCHO ELECTRICO No. 2
GANCHO ELECTRICO No. 3
GANCHO ELECTRICO No. 4
45
40
40
40
30
CWS-13
CURE-1
NITUS-5
50.0 M
LIMITE DEL DRAGADO (NIC)
1
8
5
90 M
30 M
NUEVA ESTACIÓN DE AMARRE
DEL CORTE GAILLARD
LINEA DE PRISMA DEL CANAL
A
3

Apéndice #5e

VOLÚMENES EN m^3 DE VOLADURA REQUERIDOS SÓLO EN LAS ÁREAS QUE ESTÁN ARRIBA DE 34' PLD

AREAS	A > 34' PLD (m^2)	Perforación de 27' a 23' PLD (m)	Perforación de 27' a 16.5' PLD (m)	Voladura de 27' a 23' PLD (m^3)	Voladura de 27' a 16.5' PLD (m^3)	Voladura de 37' a 27' PLD (m^3)	Voladura total de 37' a 23' PLD (m^3)	Voladura total de 37' a 16.5' PLD (m^3)	% de Voladura requerida	Voladura Neta de 37' a 23' PLD (m^3)	Voladura Neta de 37' a 16.5' PLD (m^3)
Lago Gatún											
Bordada de Gatún	7,432	1.22	3.20	9,061	23,784	67,821	76,882	91,605	0%	0	0
Bordada de Peña Blanca	67,015	1.22	3.20	81,701	214,466	792,005	873,706	1,006,471	0%	0	0
Bordada de Bohío	183,104	1.22	3.20	223,229	585,977	1,261,525	1,484,754	1,847,502	10%	148,475	184,750
Bordada de Buena Vista	279,145	1.22	3.20	340,317	893,332	1,591,397	1,931,714	2,484,729	0%	0	0
Bordada de Tabernilla	516,691	1.22	3.20	629,919	1,653,536	2,992,215	3,622,134	4,645,751	0%	0	0
Bordada de San Pablo	529,556	1.22	3.20	645,603	1,694,707	2,355,097	3,000,700	4,049,804	100%	3,000,700	4,049,804
Curva de Mamei	199,743	1.22	3.20	243,514	639,225	1,271,637	1,515,151	1,910,862	100%	1,515,151	1,910,862
Curva de Juan Grande	145,286	1.22	3.20	177,124	464,951	476,892	654,016	941,843	100%	654,016	941,843
Bordada de Gamboa	547,756	1.22	3.20	667,792	1,752,953	2,336,856	3,004,648	4,089,809	100%	3,004,648	4,089,809
Bordada del Cruce de Chagres	198,856	1.22	3.20	242,434	636,389	627,001	869,435	1,263,390	100%	869,435	1,263,390
SUB-TOTAL	**2,674,584**			**3,260,693**	**8,559,320**	**13,772,446**	**17,033,139**	**22,331,766**		**9,192,425**	**12,440,458**
Corte Gaillard											
Bordada de Bas Obispo	319,963	1.22	3.20	390,079	1,023,958	1,710,340	2,100,419	2,734,298	100%	2,100,419	2,734,298
Bordada de Cascadas	226,717	1.22	3.20	276,400	725,551	871,584	1,147,984	1,597,135	100%	1,147,984	1,597,135
Bordada de Cunette	110,606	1.22	3.20	134,844	353,967	393,558	528,402	747,525	100%	528,402	747,525
Bordada de Empire	271,906	1.22	3.20	331,492	870,167	734,950	1,066,442	1,605,117	100%	1,066,442	1,605,117
Bordada de Culebra	340,781	1.22	3.20	415,460	1,090,581	1,523,864	1,939,324	2,614,445	100%	1,939,324	2,614,445
Bordada de Cucaracha	224,577	1.22	3.20	273,791	718,700	937,090	1,210,881	1,655,790	100%	1,210,881	1,655,790
Bordada de Paraíso	174,883	1.22	3.20	213,207	559,669	711,074	924,281	1,270,743	100%	924,281	1,270,743
Bordada de Pedro Miguel	113,023	1.22	3.20			399,454	399,454	399,454	100%	399,454	399,454
SUB-TOTAL	**1,782,456**			**2,035,274**	**5,342,593**	**7,281,914**	**9,317,188**	**12,624,507**		**9,317,188**	**12,624,507**
TOTAL	**4,457,039**			**5,295,967**	**13,901,913**	**21,054,360**	**26,350,327**	**34,956,273**		**18,509,612**	**25,064,965**

Apéndice #6


675 Ha
200 Ha
181 Ha
69.4 Ha
380.9 Ha
PEÑA BLANCA
ESTE
CAPACIDAD =
37.5 M m3
600.4 Ha
63 Ha
FRIJOLES
CAPACIDAD =
14 M m3
307.7 Ha
93.8 Ha
512 Ha
No 14
No 13
No 12
No 11
No 10
No 9
No 8
No 7
No 6
No 5
No 4
No 3
No 2
No 1
Lugares de Depósitos Llenos
Lugares de Depósitos Activos
Lugares Designados y Utilizables
Lugares de Depósitos Potenciales

Apéndice #7

Gastos fijos de la División 12%

División de DragaDredging Division - Christensen Dipper Dredge-

Gastos	AF 1995 Actual	AF 1996 Actual	AF 1997 Actual	AF 1998 Actual	Estimated Annual	
Mano de Obra	$ -	$ -			$ -	
Provisiones/Materiales (sin combustible)	286,583	407,158	1,031,000	835,000	639,935	
Otros Gastos Directos	9,352	270,295			139,823	
Mantenimiento General	96,786	197,600	331,000	593,000	304,597	
Mantenimiento Indirecto CC 556					79,200	1/
Gastos de Reacondicionamier	16,375	596,588			306,482	
Seguro Marítimo					39,020	2/
Depreciación	442,720	432,317	417,209	415,198	426,861	3/
Total	$ 851,816	$1,903,958	$ 1,779,209	$ 1,843,198	$ 1,935,918	

Estimado total annual	$ 1,935,918
Número de días disponible	270
Costo de disponibilidadpor día sin cuadrilla (demanda)	$ 7,170
Costo de disponibilidad por hora sin cuadrilla (demanda)	**$ 299**

	Entre-Divisiones	Capital (con Ovh. De Div.)	Comer-cial (c/RGG)
Costo de disponibilidad por hora	$ 299	$ 299	$ 406
Cuadrilla en espera por hora	$ 204	$ 229	$ 311
Costo total de disponibilidad por hora	**$ 503**	**$ 527**	**$ 717**
Costo de disponibilidad por hora	$ 299	$ 299	$ 406
Cuadrilla de operación - costo por hora	$ 531	$ 595	$ 809
Costo de combustible por hora	$ 55 4/	$ 55	$ 75
Costo de operación por hora (sin equipo de apoyo)	**$ 885**	**$ 948**	**$ 1,290**
Apoyo de remolcador grande	$ 332	$ 354	$ 482
Apoyo de remolcador pequeño	$ 106	$ 112	$ 152
Apoyo de remolcador mediano	$ 202	$ 217	$ 295
Apoyo de bote de guardia o de pasajeros	$ 68	$ 74	$ 100
Apoyo de lanchas para disposición de material de dragado	$ 77	$ 87	$ 118
Apoyo de servicios de hidrografía (2 días a la semana - turno diurno)	$ 13	$ 14	$ 18
Costo de operación por hora (con equipo de apoyo)	**$ 1,683**	**$ 1,806**	**$ 2,456**

Tarifa de movilización

Costo de diponibilidad por hora (sin cuadrilla)	$ 299	$ 299	$ 406
Costo de cuadrilla de operación por hora	$ 531	$ 595	$ 809
Costo de piloto por hora (necesario para movilizar la draga)	$ 45	$ 51	$ 69
Costo de un remolcador grande para movilizar la draga	$ 332	$ 354	$ 482
Costo de un remolcador pequeño para movilizar la draga	$ 106	$ 112	$ 152
Costo de un remolcador mediano para movilizar las barcazas	$ 202	$ 217	$ 295
Tarifa total por hora de movilización	**$ 1,515**	**$ 1,628**	**$ 2,214**

1/ Distribución de apoyo de "other 554" está basada en una asignación de 58% de los costos en el centro de costos. Este porcentaje fue determinado basado en el esfuerzo del 556 para el 554 según el informe en JCS.

2/ Se asignó proporcionalmente el costo del seguro marítimo pagado por la ACP en el 2000 a todos los equipos flotantes asegurados.

3/ La drepreciación incluye la draga y sus mejoras, y las 5 barcazas de disposición de material de dragado.

4/ Consumo promedio de 50 galones/hora, $1.10/galón

Dredging Division - Drill Boat Thor

Gastos Fijo Generales "overhead" de la Div. De Draga **12%**

	AF 1995	AF 1996	AF 1997	AF 1998	Estimado Annual	
Provisiones/Materiales (sin combustible)	$276,104	*	$158,000	$936,000	$ 456,701	
Otros Gastos Directos	$ 7,119	*			$ 7,200	
Mantenimiento General	$103,643	$189,896	$321,000	$416,000	$ 257,635	
Gastos de Reacondicionamiento	$ -	$ -			$ 320,000	
Seguro Marítimo					$ 16,648	
Depreciación (THOR está totalmente depreciado)	$ -	$ -	$ 19,861	$ 20,375	$ 20,118	
Mantenimiento Indirecto CC 556		$ 73,080			$ 73,080	1/
Gastos Totales	$386,866	$189,896			$ 1,151,383	

Gasto total annual		$ 1,151,383
Disponibilidad (en días)	÷	300
Costo de disponibilidad por día sin cuadrilla (demanda)		$ 3,838
Costo de disponibilidad por hora sin cuadrilla (demanda)		$ 160

		Entre-Divisiones	Capital (con Ovh. De Div.)	Comercial (c/RGG)
Costo de disponibilidad por hora		$ 160	$ 160	$ 217
Cuadrilla en espera por hora	+	$ 86	$ 96	$ 130
Costo total de disponibilidad por hora		**$ 245**	**$ 256**	**$ 348**
Costo de disponibilidad por hora		$ 160	$ 160	$ 217
Cuadrilla de operación 2g/5d - costo por hora		$ 466	$ 522	$ 710
Cuadrilla de operación 3g/5d - costo por hora		$ 558	$ 625	$ 850
Cuadrilla de operación 3g/7d - costo por hora		$ 527	$ 590	$ 802
Costo de combustible por hora	+	$ 53 2/	$ 53	$ 72
Costo de operación por hora 2g/5d (sin equipo de apoyo)		**$ 679**	**$ 735**	**$ 999**
Costo de operación por hora 3g/5d (sin equipo de apoyo)		**$ 770**	**$ 837**	**$ 1,139**
Costo de operación por hora 3g/7d (sin equipo de apoyo)		**$ 740**	**$ 803**	**$ 1,092**
Apoyo de remolcador pequeño		$ 106	$ 112	$ 152
Apoyo de bote de guardia o pasajeros		$ 94	$ 99	$ 135
Costo de operación por hora 2g/5d (con equipo de apoyo)		**$ 879**	**$ 946**	**$ 1,287**
Costo de operación por hora 3g/5d (con equipo de apoyo)		**$ 970**	**$ 1,049**	**$ 1,426**
Costo de operación por hora 3g/7d (con equipo de apoyo)		**$ 940**	**$ 1,014**	**$ 1,379**

Tarifa de movilización

Costo de piloto por hora (necesario para movilizar la draga)		$ 45	$ 51	$ 69
Costo de un remolcador grande para movilizar la draga		$ 332	$ 354	$ 482
Costo de disponibilidad por hora		$ 160	$ 160	$ 217
Costo por hora de cuadrilla de operación	+	$ 466	$ 522	$ 710
Tarifa total por hora de movilización		**$ 1,003**	**$ 1,087**	**$ 1,479**

1/ Distribución de apoyo de "other 554" está basado en una asignación de 58% de los costos en el centro de costos. Este porcentaje fue determinado basado en el esfuerzo del 556 para el 554 según el informe en JCS.

2/ Consumo promedio de 48 galones/hora, $1.10/galón

DRAGA "CHRISTENSEN"

Gastos fijos generales	12%
Prestaciones Laborales	38%
Diferencial de noche	10%
Domingo complementario	25%
Sobretiempo	50%

CUADRILLA DIURNA

Departamento de Cubierta:	Grado	No.	Tarifa por hora	Tarifa total por hora	Tarifa por año	Con prestaciones por año	10 hrs c/a 2 snas con prestaciones por año	8 hrs sobretiempo c/a sna con prestaciones por año
Capitán encargado	FE-17	1	$ 34.21	$ 34.21	$ 71,157	$ 98,211	$ 18,414	$ 29,463
Soldador	MG-10	1	17.56	17.56	36,525	50,412	9,452	15,123
Obrero	MG-03	1	5.75	5.75	11,960	16,507	3,095	4,952
Marino	MG-07	2	6.96	13.92	28,954	39,962	7,493	11,989
Subtotal		**5**		**$ 71.44**	**148,595**	**205,091**	**38,455**	**61,527**
Departamento de Máquinas:								
Maquinista jefe	ME-16	1	$ 32.02	$ 32.02	$ 66,602	$ 91,924	$ 17,236	$ 27,577
Maquinista subjefe	ME-15	1	29.99	29.99	62,379	86,096	16,143	25,829
Electricista	FE-11	1	24.35	24.35	50,648	69,904	13,107	20,971
Mecácnico tornero	MG-10	1	17.56	17.56	36,525	50,412	9,452	15,123
Mecánico de maquinarias naúticas	MG-10	1	17.56	17.56	36,525	50,412	9,452	15,123
Reparador de equipo eléctrico	MG-09	1	11.12	11.12	23,130	31,923	5,986	9,577
Subtotal		**6**		**132.60**	**275,808**	**380,670**	**71,376**	**114,201**
TOTAL- CUADRILLA DIURNA		**11**		**$ 204.04**	**424,403**	**585,761**	**109,830**	**175,728**
CUADRILLA DE ROTACIÓN								
Departamento de cubierta:								
Operador de dragas	FE-14	1	$ 28.15	$ 28.15	$ 58,552	$ 80,813	$ 15,153	$ 24,244
Oficial de dragas	FE-11	1	24.35	24.35	50,648	69,904	13,107	20,971
Líder marinero de dragas	ML-08	1	9.74	9.74	20,259	27,962	5,243	8,389
Operador de cabrestrante	MG-08	1	8.25	8.25	17,160	23,684	4,441	7,105
Marinero de draga	MG-07	4	6.96	27.84	57,907	79,924	14,986	23,977
Subtotal		**8**		**$ 98.33**	**204,526**	**282,287**	**52,929**	**84,686**
Departamento de Máquinas:								
Maquinista de dragas	ME-14	1	$ 28.15	$ 28.15	$ 58,552	$ 80,813	$ 15,153	$ 24,244
Aceitero	MG-08	2	8.25	16.50	34,320	47,368	8,882	14,211
Subtotal		**3**		**$ 44.65**	**92,872**	**128,182**	**24,034**	**38,455**
SUBTOTAL- CUADRILLA ROTACIÓN		**11**		**$ 142.98**	**297,398**	**410,469**	**76,963**	**123,141**
ESTACIÓN DE BARCAZAS								
Departamento de Cubierta:								
Líder marinero de dragas	ML-08	1	$ 9.74	$ 9.74	$ 20,259	$ 27,962	$ 5,243	$ 8,389
Marinero de draga	MG-07	2	6.96	13.92	28,954	39,962	7,493	11,989
Departamento de Máquinas:								
Reparadores	MG-09	5	$ 11.12	$ 55.60	$ 115,648	$ 159,617	$ 29,928	$ 47,885
SUBTOTAL- CUADRILLA ROTACIÓN		**8**		**$ 79.26**	**164,861**	**227,541**	**42,664**	**68,262**
TOTAL - CUADRILLA DE ROTACION		**19**		**$ 222.24**	**462,259**	**638,010**	**119,627**	**191,403**
TOTAL - 4 CUADRILLAS DE ROTACIÓN					**1,849,037**	**2,552,041**	**588,338**	**941,341**
TOTAL - 5 CUADRILLAS DE ROTACION					**2,311,296**	**3,190,051**		
TOTAL CON 4 CUADRILLAS, 1 DIURNA Y SOBRETIEMPO							**3,247,632**	**4,254,871**
							371	**486**
TOTAL CON 5 CUADRILLAS, 1 DIURNA Y SIN SOBRETIEMPO						**3,775,812**		
						431		

Tarifa promedio total con cargas - 4 cuadrillas de rotación y 8 horas de horas extraordinarias por semana para c/a cuadrilla

Lunes a viernes	547.37	
Sábado	425.34	
Domingo	531.68	
Tarifa promedio total por hora	**$ 527.70**	**4,622,632**

BARCAZA DE PERFORACION "THOR"

Prestaciones Laborales	38%
Diferencial nocturno	10%
Domingo complementario	25%
Sobretiempo	50%

CUADRILLA DIURNA

Departamento de Cubierta:	**Grado**	**No.**	**Tarifa por hora**	**Tarifa total por hora**
Departamento de cubierta				
Capitán encargado	FE-16	1	$ 32.02	$ 32.02
Departamento de máquinas				
Maquinista jefe encargado	ME-15	1	29.99	29.99
Cuadrilla de apoyo en tierra				
Ingeniero supervisor de minas	NM-11	1	23.80	23.8
Operador de explosivos	MG-06	6	6.52	39.12
TOTAL DE CUADRILLA DIURNA		**9**		**$ 124.93**

CUADRILLA DE ROTACION

Departamento de cubierta				
Oficial	FE-14	1	$ 28.15	$ 28.15
Dinamitero	FE-09	1	22.98	22.98
Departamento de máquinas				
Maquinista de dragas	ME-14	1	28.15	28.15
Operador de equipo de perforación	MG-10	4	17.56	70.24
Operador de equipo de perforación	MG-08	9	8.25	74.25
Aceitero	MG-08	2	8.25	16.5
Operador de explosivos	MG-06	1	6.52	6.52
TOTAL DE CUADRILLA DE ROTACION		**19**		**$ 246.79**

2g/5d sin sobretiempo	
Lunes a Jueves	$ 443.80
Domingo	554.75
Tarifa promedio - 2g/5d	**$ 465.99**
3g/5d con sobretiempo	
Lunes a jueves	$ 531.19
Domingo	663.98
Tarifa promedio - 3g/5d	**$ 557.75**
3g/7d con sobretiempo	
Lunes a viernes	$ 531.19
Sábado	$ 458.63
Domingo	$ 573.29
Tarifa promedio - 3g/7d	**$ 526.84**

Nota: Se consideró 7 horas de sobretiempo para cada persona por semana.

División de Draga - Tarifa para Remolcadores

Gastos fijos generales de la Div. **12%**

Gastos		Remolcadores Grande	Mediano	Pequeño
Provisiones/Materiales (sin combustible)		$ 54,872	$ 53,258	$ 53,258
Otros Gastos Directos		15,580	15,121	15,121
Mantenimiento General		79,109	50,732	40,735
Mantenimiento Indirecto CC 556	1/	72,300	43,380	36,150
Seguro Marítimo	2/	20,811	8,844	
Depreciación		194,532	97,824	27,108
Total		$ 437,204	$ 269,159	$ 172,372
Número de Remolcadores		2	2	2
Costo Promedio por Remolcador		$ 218,602	$ 134,580	$ 86,186
Gasto Annual Estimado de Reacondicionamiento		182,500	97,250	97,250
Costo de Disponibilidad por Remolcador		$ 401,104	$ 231,832	$ 183,438
Número de días disponibles		300	300	300
Costo de disponibilidad por día		$ 1,337	$ 773	$ 611
Costo de disponibilidad por hora (24 hrs/día)		$ 56	$ 32	$ 25
Más tarifa de cuadrilla por hora (sin gastos fijos generales d		$ 188	$ 126	$ 48
Más gastos de combustible por hora	3/	$ 88	$ 44	$ 33
Costo total de Operación (sin gastos fijos generales de l		**$ 332**	**$ 202**	**$ 106**
Más un "Ovhd" Divisional (12%)		$ 23	$ 15	$ 6
Tarifa de Remolcador por hora (Trabajo Capital)		**$ 354**	**$ 217**	**$ 112**
Tarifa de Remolcador por hora (Trabajo Comercial)		**$ 482**	**$ 295**	**$ 152**

1/ La distribución de apoyo del 556 al 555 del sistema anterior de cómputo está basado en la asignación de 10% (remolcadores grandes), 6% (remolcadores medianos), y 5% (remolcadores pequeños) del sistema central de costos. Estos porcentajes fueron determinados de los trabajos realizados por la 556 a la 555 reportado en el sistema anterior de cómputo JCS.

2/ Se asignó proporcionalmente el costo del seguro marítimo pagado por la ACP en el 2000 a todos los equipos flotantes asegurados. Los remolcadores pequeños no están asegurados.

3/ Consumo promedio de 80, 40 y 30 galones de combustible para remolcadores grandes, medianos, y pequenos, respectivamente. $1.10/galón

División de Draga - Tarifa para Lanchas

		Gastos fijos generales de la Div.			12%
			Lanchas		
Gastos		**Clase B**	**Clase C**	**Clase D**	
Provisiones/Materiales (sin combustible)		62,973	24,220	33,908	
Otros Gastos Directos		89,813	34,543	48,361	
Mantenimiento General		287,146	69,107	156,431	
Mantenimiento Indirecto CC 556	1/	253,050	57,840	137,370	
Depreciación		180,024	22,020	13,200	
Total		$ 873,006	$ 207,730	$ 389,270	
Número de Lanchas		13	5	14	
Costo Promedio por Lancha		$ 67,154	$ 41,546	$ 27,805	
Gasto Annual Estimado de Reacondicionamiento		26,500	22,500	22,500	
Costo de Disponibilidad por Lancha		$ 93,654	$ 64,046	$ 50,305	
Número de días disponibles		300	300	300	
Costo de disponibilidad por día		$ 312	$ 213	$ 168	
Costo de disponibilidad por hora (24 hrs/día)		$ 13	$ 9	$ 7	
Más tarifa de cuadrilla por hora (sin gastos fijos de la Div)		$ 48	$ 48	$ 48	
Más gastos de combustible por hora	2/	$ 33	$ 17	$ 13	
Costo total de Operación (sin gastos fijos de la Div.)		**$ 94**	**$ 73**	**$ 68**	
Más un "Ovhd" Divisional (12%)		$ 6	$ 6	$ 6	
Tarifa de Lancha por hora (Trabajo Capital)		**$ 99**	**$ 79**	**$ 74**	
Tarifa de Lancha por hora (Trabajo Comercial)		**$ 135**	**$ 107**	**$ 100**	

1/ La distribución de apoyo del 556 al 555 del sistema anterior de cómputo está basado en la asignación de 10% (clase B), 8% (clase C), y 19% (clase D) del sistema central de costos. Estos porcentajes fueron determinados de los trabajos realizados por la 556 a la 555 reportado en el sistema anterior de cómputo JCS.

2/ Consumo promedio por hora de 30, 15 y 12 galones de combustible para lanchas de Clase B, C y D, respectivamente. Un barril equivale a 42 galones.

EQUIPOS DE APOYO PARA LAS DRAGAS

Gastos fijos generales	12%
Prestaciones Laborales	38%
Diferencial nocturno	10%
Domingo complementario	25%
Sobretiempo	50%

1 remolcador grande "GAMBOA" & "CHAGRES"

	Grado	No.	Tarifa por hora	Tarifa Total por hora
Capitán responsable	FE-16	1	27.44	$ 27.44
Maquinista jefe encargado	ME-15	1	29.99	29.99
Líder marinero	ML-07	1	8.32	8.32
Marinero	MG-07	3	6.96	20.88
Aceitero	MG-08	1	8.25	8.25
Subtotal				**94.88**

Tarifa promedio total con cargas - 4 cuadrillas de rotación y 8 horas extraordinarias por semana para c/a cuadrilla

Lunes a viernes	181.59
Sábado	181.59
Domingo	226.99
Tarifa promedio total por hora	**$ 188.07**

1 remolcador mediano "GORGONA" & "CULEBRA"

Capitán de motonaves	FE-12	1	25.22	$ 25.22
Maquinista auxiliar	ME-11	1	24.35	24.35
Marinero	MG-07	2	6.96	13.92
Subtotal				**63.49**

Tarifa promedio total con cargas - 4 cuadrillas de rotación y 8 horas extraordinarias por semana para c/a cuadrilla

Lunes a viernes	121.51
Sábado	121.51
Domingo	151.89
Tarifa promedio total por hora	**$ 125.85**

1 remolcador pequeño "CHAME", "DIABLO", clase "ULUA"

Operador de lanchas de motor	MG-10	1	17.56	$ 17.56
Marinero	MG-06	1	6.52	6.52
Subtotal				**24.08**

Tarifa promedio total con cargas - 4 cuadrillas de rotación y 8 horas extraordinarias por semana para c/a cuadrilla

Lunes a viernes	46.09
Sábado	46.09
Domingo	57.61
Tarifa promedio total por hora	**$ 47.73**

1 bote de guardia o pasajeros "MARLIN", "CALAMAR", "GAVILAN"

Operador de lanchas de motor	MG-10	1	17.56	$ 17.56
Marinero	MG-06	1	6.52	6.52
Subtotal				**24.08**

Tarifa promedio total con cargas - 4 cuadrillas de rotación y 8 horas extraordinarias por semana para c/a cuadrilla

Lunes a viernes	46.09
Sábado	46.09
Domingo	57.61
Tarifa promedio total por hora	**$ 47.73**

1/ Prestaciones laborales de 1.3802 fueron incluídas en los salarios por hora

Sección de Topografía y Cartografía

		Gastos fijos generales de la División	14%
Lancha - Apoyo para Disposición de Material de Dragado			
Gastos		**Año 2000**	
Provisiones/Materiales (sin combustible)		$ 25,000	
Otros Gastos Directos		-	
Mantenimiento General		8,500	
Mantenimiento Indirecto CC 556		-	
Seguro Marítimo		-	
Depreciación		$ 18,582	
Total		52,082	
Gasto annual estimado de reacondicionamiento		$ 12,500	
Costo de disponibilidad anual		64,582	
Número de días disponibles		$ 300	
Costo de disponibilidad por día		215	
Costo de disponibilidad por hora (24 horas por día)		$ 9	
Más tarifa de cuadrilla por hora (sin costos fijos de la Div)		67	
Más gastos de combustible por hora	1/	1	
Costo total de Operación (sin costos fijos de la Div.)		**77**	
Más costos fijos divisional (14%)		$ 9	
Tarifa de Lancha por hora (Trabajo Capital)		**$ 87**	
Tarifa de Lancha por hora (Trabajo Comercial)		**$ 118**	

Nota:

1/ Consumo promedio por hora de 1 galón de combustible para las lanchas de hidrografía. $1.00 por galón

Sección de Topografía y Cartografía

Costos fijos de la div. **14%**

Lancha - Apoyo para hidrografias para la CHRISTENSEN
2 días a la semana - turno diurno

Gastos		**Año 2000**
Provisiones/Materiales (sin combustible)		$ 25,000
Otros Gastos Directos		-
Mantenimiento General		8,500
Mantenimiento Indirecto CC 556		-
Seguro Marítimo		-
Depreciación		18,582
Total		52,082
Gasto annual estimado de reacondicionamiento		$ 12,500
Costo de disponibilidad anual		64,582
Número de días disponibles		$ 300
Costo de disponibilidad por día		215
Costo de disponibilidad por hora (24 horas por día)		$ 9
Más tarifa de cuadrilla por hora (sin costos fijos de la Div)		3
Más gastos de combustible por hora	1/	1
Costo total de Operación (sin costos fijos de la Div.)		**13**
Más costos fijos divisional (14%)		0.44
Tarifa de Lancha por hora (Trabajo Capital)		**$ 14**
Tarifa de Lancha por hora (Trabajo Comercial)		**$ 18**

Nota:

1/ Consumo promedio por hora de 1 galón de combustible para las lanchas de hidrografía. $1.00 por galón

Estas tarifas están promediadas para 24 horas - 7 días a la semana

EQUIPOS DE BATIMETRÍA PARA LAS DRAGAS

Costos fijos	12%
Prestaciones Laborales	38%
Diferencial nocturno	10%
Domingo complementario	25%
Sobretiempo	50%

Cuadrilla de apoyo a la CHRISTENSEN en los sitios de disposición de material de dragado

	Grado	No.	Tarifa por hora	Tarifa Total por hora
Técnico agrimensor	NM-8	1	17.81	17.81
Operador de lancha	MG-8	1	8.25	8.25
Ayudante agrimensor	NM-3	1	7.95	7.95
Subtotal		**3**		**34.01**

Tarifa promedio total con cargas - 4 cuadrillas de rotación y 8 horas extraordinarias por semana para c/a cuadrilla

Lunes a viernes	65.09
Sábado	65.09
Domingo	81.36
Tarifa promedio total por hora - 24 horas	**$ 67.42**

Cuadrilla de apoyo a la CHRISTENSEN para sondeos hidrográficos

Técnico agrimensor	NM-8	2	17.81	35.62
Operador de lancha	MG-8	1	8.25	8.25
Ayudante agrimensor	NM-3	1	7.95	7.95
Cartógrafo	NM-9	1	19.67	19.67
Subtotal		**5**		**71.49**

Tarifa promedio total con cargas - 2 días a la semana, turno diurno

Lunes a viernes	32.89
Tarifa promedio total por hora - 24 horas	**$ 3.13**

Cuadrilla de apoyo para la MINDI en posicionamiento, hidrografías, y avances

Técnico agrimensor	NM-8	1	17.81	17.81
Operador de lancha	MG-8	1	8.25	8.25
Ayudante agrimensor	NM-3	1	7.95	7.95
Subtotal		**3**		**34.01**
Cartógrafo	NM-9	1	19.67	**19.67**

Tarifa promedio total con cargas - 5 días a la semana, turno diurno

Lunes a viernes	15.65

Tarifa promedio total con cargas - 8 horas por semana

Lunes a viernes	9.05
Tarifa promedio total por hora - 24 horas	**$ 4.16**

TARIFA DE DRAGADO DE LA "CHRISTENSEN" DISTANCIA DE ACARREO HASTA 20 KM

Costos fijos de la div. 12%

		Costos Totales		Costos Marginales
Costo de disponibilidad por hora	$	299	n.a.	
Costo de mano de obra por hora		531		531
Costos indirectos aplicados a mano de obra		64		64
Costo promedio de combustible por hora		55		55
Apoyo de remolcador grande		354 /1		354
Apoyo de remolcador mediano		217		217
Apoyo de remolcador pequeño		112		112
Apoyo de bote de guardia o pasajeros		74		74
Apoyo de lancha para sitios de despojo		87		87
Apoyo de lancha para hidrografías		14		14
Sub-total de apoyo		857		857
Total	**$**	**1,806**	**$**	**1,507**
Costo por Turno				
Costo de disponibilidad por 8 horas	$	2,390	n.a.	
Costo de mano de obra por 8 horas		4,758		4,758
Consumo de combustible por 6 horas		330 /2		330
Apoyo por 8 horas		6,860		6,860
Costo Total por Turno	**$**	**14,338**		**11,947**
Costo por Día				
Costo de disponibilidad		7,170	n.a.	
Costo de mano de obra		14,274		14,274
Consumo de combustible		990		990
Apoyo		20,579		20,579
Costo Total por Día	**$**	**43,013**		**$35,842**
Costo por Semana				
Costo de disponibilidad		50,190	n.a.	
Costo de mano de obra		99,915		99,915
Consumo de combustible		6,930		6,930
Apoyo		144,052		144,052
Costo Total por Semana	**$**	**301,088**		**$250,897**

Volumen de Excavación Estimada por Semana (Metros Cúbicos de Banco)	
Lago Gatún	**30,000**
Corte Gaillard	**28,000**
Entrada del Pacífico	**30,000**

Costo por Metro Cúbico de Banco			
Lago Gatún	**$**	**10.04**	**$8.36**
Corte Gaillard	**$**	**10.75**	**$8.96**
Entrada del Pacífico	**$**	**10.04**	**$8.36**

1/ Consumo promedio de 50 galones/hora, $1.10/galón

2/ Se asumió que la CHRISTENSEN estaría desocupada un promedio de 6 horas diarias; por lo tanto, la draga consume combustible durante 18 horas diariamente o un promedio de 6 horas por turno.

TARIFA DE LA "THOR"

Ovhd de la Div. 12%

		Costos Totales		Costos Marginales
Costo de disponibilidad por hora	$	160		n.a.
Costo de mano de obra por hora		527		527
Costos indirectos aplicados a mano de obra		63		63
Costo promedio de combustible por hora		53 1/		53
Apoyo de remolcador pequeño		112		112
Apoyo de bote de guardia o pasajeros		99		99
Sub-total de apoyo		211		211
Total	**$**	**1,014**	**$**	**854**
Costo por Turno				
Costo de disponibilidad por 8 horas	$	1,279		n.a.
Costo de mano de obra por 8 horas		4,720		4,720
Consumo de combustible por 6 horas		317 2/		317
Apoyo por 8 horas		1,691		1,691
Costo Total por Turno	**$**	**8,008**		**6,729**
Costo por Día -3g				
Costo de disponibilidad		3,838		n.a.
Costo de mano de obra		14,161		14,161
Consumo de combustible		950		950
Apoyo		5,074		5,074
Costo Total por Día	**$**	**24,023**		**$20,186**
Costo por Semana - 3g/7d				
Costo de disponibilidad		26,866		n.a.
Costo de mano de obra		99,130		99,130
Consumo de combustible		6,653		6,653
Apoyo		35,516		35,516
Costo Total por Semana	**$**	**168,164**		**$141,299**
Volúmen de Excavación Estimada por Semana (Metros Cúbicos de Banco)		**36,000**		**36,000**
Costo por Metro Cúbico de Banco sin Explosivos	**$**	**4.67**	**$**	**3.92**
Costo de Explosivos por Metro Cúbico de Banco	**$**	**2.00**	**$**	**2.30**
Costo Total por Metro Cúbico	**$**	**6.67**	**$**	**6.22**

Notas:

1/ Consumo promedio de 48 galones/hora, $1.10/galón

2/ Se asumió que la THOR estaría desocupada un promedio de 6 horas diarias; por lo tanto, la barcaza consume combustible durante 18 horas diariamente o un promedio de 6 horas por turno.

COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN Y CORTE GAILLARD POR ESQUEMAS

	Volumen (m^3)	Costo Unitario ($/$m^3$) Dragado	P&V
Lago Gatún	3,680,166	10.04	6.67
Corte Gaillard	3,063,139	10.75	6.67

Esquema	Volúmenes requeridos de dragado (m^3)	Volúmenes netos requeridos de perforación (m^3)	Costo total de dragado ($)	Costo total de perforación y voladura ($)	Costo Total ($)	15% Contingencia ($)	Gran Total ($)
Dragado a 34' PLD y P&V a 26' PLD	6,743,305	14,475,550	69,877,611	96,551,915	166,429,526	24,964,429	**191,393,955**
Dragado a 34' PLD y P&V a 22' PLD - Parcial[1]	6,743,305	18,509,612	69,877,611	123,459,115	193,336,726	29,000,509	**222,337,235**
Dragado a 34' PLD y P&V a 15' PLD - Parcial[1]	6,743,305	25,064,965	69,877,611	167,183,315	237,060,926	35,559,139	**272,620,065**
Dragado a 34' PLD y P&V a 22' PLD	6,743,305	19,786,529	69,877,611	131,976,147	201,853,757	30,278,064	**232,131,821**
Dragado a 34' PLD y P&V a 15' PLD	6,743,305	31,557,826	69,877,611	210,490,700	280,368,311	42,055,247	**322,423,557**

Notas:

1. La perforación y voladura sólo se llevaría a cabo en las áreas que tienen una elevación de 34' PLD o más.

Apéndice # 20

PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN
Desembolsos Anuales para la Ejecución del Proyecto

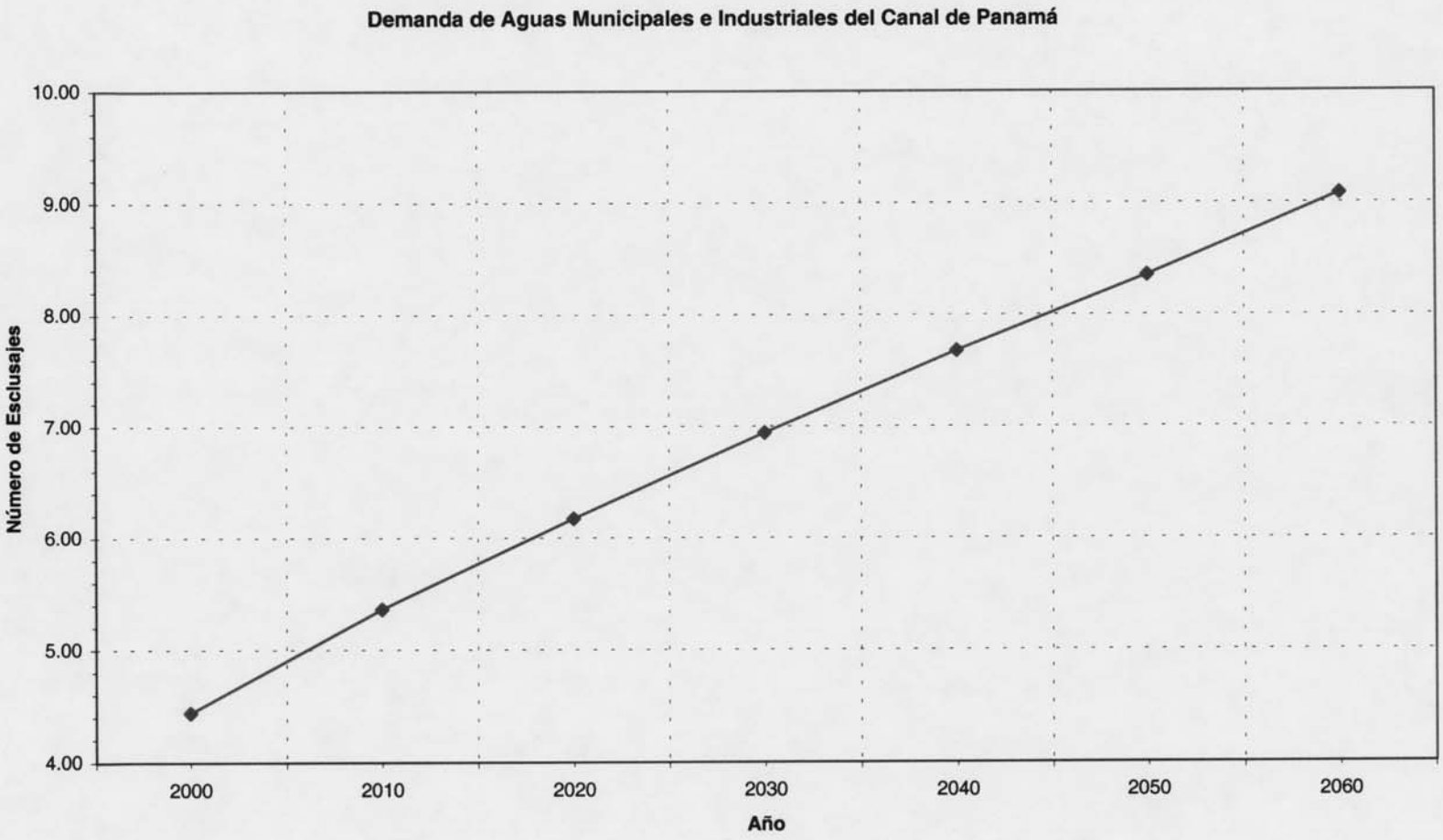
Vida Útil = 50 años
Tasa de Descuento = 14%

Esquema No. 1 Dragar a 34' PLD y Perforar a 26' PLD

Costo Estimado Inicial = 191,393,955

	Año	Porcentaje de Desembolso	Desembolso Anual ($)	Costo Capital al 14% ($)	Desembolso Anual + Intereses ($)
1	2002	11%	21,265,995	47,889,926	69,155,921
2	2003	11%	21,265,995	39,397,094	60,663,089
3	2004	11%	21,265,995	31,947,241	53,213,236
4	2005	11%	21,265,995	25,412,282	46,678,277
5	2006	11%	21,265,995	19,679,862	40,945,857
6	2007	11%	21,265,995	14,651,423	35,917,418
7	2008	11%	21,265,995	10,240,512	31,506,507
8	2009	11%	21,265,995	6,371,292	27,637,287
9	2010	11%	21,265,995	2,977,239	24,243,234
TOTAL		**100%**	**191,393,955**	**198,566,871**	**389,960,826**
			CAUE en 50 años =		**54,672,593**

Pronóstico de Demanda de Agua por HARZA			
Año	Demanda de agua probable (mgd) proporcionado por HARZA	Demanda de agua probable (mgd)	Demanda de agua probable (esclusajes diarios)
2000	244.20	244.20	4.44
2001		249.27	4.53
2002		254.34	4.62
2003		259.41	4.72
2004		264.48	4.81
2005		269.55	4.90
2006		274.62	4.99
2007		279.69	5.09
2008		284.76	5.18
2009		289.83	5.27
2010	294.90	294.90	5.36
2011		299.35	5.44
2012		303.80	5.52
2013		308.25	5.60
2014		312.70	5.69
2015		317.15	5.77
2016		321.60	5.85
2017		326.05	5.93
2018		330.50	6.01
2019		334.95	6.09
2020	339.40	339.40	6.17
2021		343.63	6.25
2022		347.86	6.32
2023		352.09	6.40
2024		356.32	6.48
2025		360.55	6.56
2026		364.78	6.63
2027		369.01	6.71
2028		373.24	6.79
2029		377.47	6.86
2030	381.70	381.70	6.94
2031		385.76	7.01
2032		389.82	7.09
2033		393.88	7.16
2034		397.94	7.24
2035		402.00	7.31
2036		406.06	7.38
2037		410.12	7.46
2038		414.18	7.53
2039		418.24	7.60
2040	422.30	422.30	7.68
2041		426.01	7.75
2042		429.72	7.81
2043		433.43	7.88
2044		437.14	7.95
2045		440.85	8.02
2046		444.56	8.08
2047		448.27	8.15
2048		451.98	8.22
2049		455.69	8.29
2050	459.40	459.40	8.35
2051		463.41	8.43
2052		467.42	8.50
2053		471.43	8.57
2054		475.44	8.64
2055		479.45	8.72
2056		483.46	8.79
2057		487.47	8.86
2058		491.48	8.94
2059		495.49	9.01
2060	499.50	499.50	9.08
2061		503.51	9.15


Demanda de Aguas Municipales e Industriales del Canal de Panamá
Número de Esclusajes
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
Año

Apéndice # 23

Razón de Tránsito de Barcos y Esclusajes

Año Fiscal	Número Total de Tránsitos de Alto Calado	Número de Esclusajes	Razón de Tránsito de Barcos y Esclusajes	Número Total de Tránsito de Alto Calado	Número de Esclusajes	Razón de Tránsito de Barcos y Esclusajes
1983	11,846	11,149	1.063	11,846	11,149	1.063
1984	11,384	10,639	1.070	11,384	10,639	1.070
1985	11,654	10,664	1.093	11,654	10,664	1.093
1986	12,023	10,943	1.099	12,023	10,943	1.099
1987	12,313	11,250	1.094	12,313	11,250	1.094
1988	12,318	11,454	1.075	12,318	11,454	1.075
1989	12,075	11,265	1.072	12,075	11,265	1.072
1990	12,052	11,015	1.094	12,052	11,015	1.094
1991	12,763	11,748	1.086	12,763	11,748	1.086
1992	12,636	11,523	1.097	12,636	11,523	1.097
1993	12,257	11,086	1.106	12,257	11,086	1.106
1994	12,478	11,361	1.098	12,478	11,361	1.098
1995	13,631	12,439	1.096	13,631	12,439	1.096
1996	13,721	12,491	1.098	13,721	12,491	1.098
1997	13,158	12,034	1.093	13,158	12,034	1.093
1998	13,024	11,441	1.138			
1999	12,588	11,583	1.087	12,588	11,583	1.087
2000	12,303	11,468	1.073	12,303	11,468	1.073
	PROMEDIO INCLUYENDO 1998			**PROMEDIO EXCLUYENDO 1998**		
	12,466	**11,417**	**1.091**	**12,431**	**11,415**	**1.088**

Nota: El año de 1998 fue un año irregular para el tránsito de barcos de alto calado ya que se impusieron restricciones de calado debido al fenómeno del NIÑO. La falta de lluvia alargó la estación seca y el Lago Gatún estuvo debajo del nivel mínimo de operación que permite la navegación de barcos Panamax.

La razón 1.078 que excluye los datos de tránsito de 1998 es más realista, ya que refleja la operación actual del Canal.

Pronóstico de Tráfico de Barcos por el Canal

Año Fiscal	Número Total de Tránsitos de Alto Calado	Ingreso Total de Tránsito $	Reconstruídas Netas CP/SUAB	Peaje Promedio por Barco de Alto Calado $	Peaje Promedio por Esclusaje $	Tasa Anual de Crecimiento de Peaje		CP/SUAB por Barco de Alto Calado	Tasa anual de Crecimiento de CP/SUAB	
1986	11,654	300,807,914	170,141,227	25,812	28,081			14,599		
1987	12,023	322,734,202	183,517,260	26,843	29,203	1.040		15,264	1.046	
1987	12,131	486,551,325	228,205,379	40,108	43,634	1.494		18,812	1.232	
1988	12,318	493,412,031	217,474,891	40,056	43,578	0.999		17,655	0.939	
1989	12,075	329,765,626	186,828,878	27,310	29,711	0.682		15,472	0.876	
1990	12,052	329,781,264	182,495,977	27,363	29,769	1.002	1.002	15,142	0.979	0.979
1991	12,763	374,624,737	192,760,362	29,352	31,933	1.073	1.073	15,103	0.997	0.997
1992	12,636	368,662,504	189,890,079	29,176	31,741	0.994	0.994	15,028	0.995	0.995
1993	12,257	400,884,033	187,371,843	32,707	35,582	1.121	1.121	15,287	1.017	1.017
1994	12,478	419,218,757	195,224,596	33,597	36,550	1.027	1.027	15,646	1.023	1.023
1995	13,631	462,754,053	216,331,167	33,949	36,933	1.010	1.010	15,871	1.014	1.014
1996	13,721	486,688,265	228,272,828	35,470	38,589	1.045	1.045	16,637	1.048	1.048
1997	13,158	493,583,167	217,563,492	37,512	40,810	1.058	1.058	16,535	0.994	0.994
1998	13,024	545,705,841	222,566,973	41,900	45,584	1.117	1.117	17,089	1.034	1.034
1999	12,588	568,862,491	227,557,595	45,191	49,164	1.079	1.079	18,077	1.058	1.058
2000	12,303	574,227,659	229,905,189	46,674	50,777	1.033	1.033	18,687	1.034	1.034
				PROMEDIO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS			**1.051**	**PROMEDIO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS**		**1.018**
				Pronósticos de Peajes basados en un incremento de 1.018 por año						
2001					51,670					
2002					52,579					
2003					53,503					
2004					54,444					
2005					55,401					
2006					56,375					
2007					57,366					
2008					58,375					
2009					59,401					
2010					60,445					
2011					61,508					
2012					62,589					
2013					63,690					
2014					64,810					
2015					65,949					
2016										
2017										
2018										
2019										

Apéndice # 25

PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN

Beneficios de la Disponibilidad de Más Esclusajes como Resultado de la Profundización del Lago Gatún

Apéndice # 26

Predicciones de Peajes

Años	**Peaje**
2012-2061	60,000

Tasa de Descuento 14%

Año	**Número de Esclusajes Diarios**						**Valor en $ de los Esclusajes Adicionales Obtenidos con la Profundización**
	M&I	**Navegación**	**Total**	**Demanda de Navegación NO Suplida SIN la Profundización**	**Demanda de Navegación NO Suplida CON la Profundización**	**Demanda de Navegación Suplida CON la Profundización**	
2000	4.44	32.31	36.75				
2010	5.36	38.68	44.04	5.36	-0.86	6.22	
2011	5.44	39.34	44.78	6.10	-0.12	6.22	136,218,000
2012	5.52	40.00	45.52	6.84	0.62	6.22	136,218,000
2013	5.60	40.00	45.60	6.92	0.70	6.22	136,218,000
2014	5.69	40.00	45.69	7.01	0.79	6.22	136,218,000
2015	5.77	40.00	45.77	7.09	0.87	6.22	136,218,000
2016	5.85	40.00	45.85	7.17	0.95	6.22	136,218,000
2017	5.93	40.00	45.93	7.25	1.03	6.22	136,218,000
2018	6.01	40.00	46.01	7.33	1.11	6.22	136,218,000
2019	6.09	40.00	46.09	7.41	1.19	6.22	136,218,000
2020	6.17	40.00	46.17	7.49	1.27	6.22	136,218,000
2021	6.25	40.00	46.25	7.57	1.35	6.22	136,218,000
2022	6.32	40.00	46.32	7.64	1.42	6.22	136,218,000
2023	6.40	40.00	46.40	7.72	1.50	6.22	136,218,000
2024	6.48	40.00	46.48	7.80	1.58	6.22	136,218,000
2025	6.56	40.00	46.56	7.88	1.66	6.22	136,218,000
2026	6.63	40.00	46.63	7.95	1.73	6.22	136,218,000
2027	6.71	40.00	46.71	8.03	1.81	6.22	136,218,000
2028	6.79	40.00	46.79	8.11	1.89	6.22	136,218,000
2029	6.86	40.00	46.86	8.18	1.96	6.22	136,218,000
2030	6.94	40.00	46.94	8.26	2.04	6.22	136,218,000
2031	7.01	40.00	47.01	8.33	2.11	6.22	136,218,000
2032	7.09	40.00	47.09	8.41	2.19	6.22	136,218,000
2033	7.16	40.00	47.16	8.48	2.26	6.22	136,218,000
2034	7.24	40.00	47.24	8.56	2.34	6.22	136,218,000
2035	7.31	40.00	47.31	8.63	2.41	6.22	136,218,000
2036	7.38	40.00	47.38	8.70	2.48	6.22	136,218,000
2037	7.46	40.00	47.46	8.78	2.56	6.22	136,218,000
2038	7.53	40.00	47.53	8.85	2.63	6.22	136,218,000
2039	7.60	40.00	47.60	8.92	2.70	6.22	136,218,000
2040	7.68	40.00	47.68	9.00	2.78	6.22	136,218,000
2041	7.75	40.00	47.75	9.07	2.85	6.22	136,218,000
2042	7.81	40.00	47.81	9.13	2.91	6.22	136,218,000
2043	7.88	40.00	47.88	9.20	2.98	6.22	136,218,000
2044	7.95	40.00	47.95	9.27	3.05	6.22	136,218,000
2045	8.02	40.00	48.02	9.34	3.12	6.22	136,218,000
2046	8.08	40.00	48.08	9.40	3.18	6.22	136,218,000
2047	8.15	40.00	48.15	9.47	3.25	6.22	136,218,000
2048	8.22	40.00	48.22	9.54	3.32	6.22	136,218,000
2049	8.29	40.00	48.29	9.61	3.39	6.22	136,218,000
2050	8.35	40.00	48.35	9.67	3.45	6.22	136,218,000
2051	8.43	40.00	48.43	9.75	3.53	6.22	136,218,000
2052	8.50	40.00	48.50	9.82	3.60	6.22	136,218,000
2053	8.57	40.00	48.57	9.89	3.67	6.22	136,218,000
2054	8.64	40.00	48.64	9.96	3.74	6.22	136,218,000
2055	8.72	40.00	48.72	10.04	3.82	6.22	136,218,000
2056	8.79	40.00	48.79	10.11	3.89	6.22	136,218,000
2057	8.86	40.00	48.86	10.18	3.96	6.22	136,218,000
2058	8.94	40.00	48.94	10.26	4.04	6.22	136,218,000
2059	9.01	40.00	49.01	10.33	4.11	6.22	136,218,000
2060	9.08	40.00	49.08	10.40	4.18	6.22	136,218,000
						VALOR NETO PRESENTE	**971,596,197**
						BENEFIO ANNUAL UNIFORME EQUIVALENTE	**136,218,000**

PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN

Beneficios del Incremento de la Confiabilidad Hídrica Como Resultado de la Profundización del Lago Gatún

Apéndice # 27

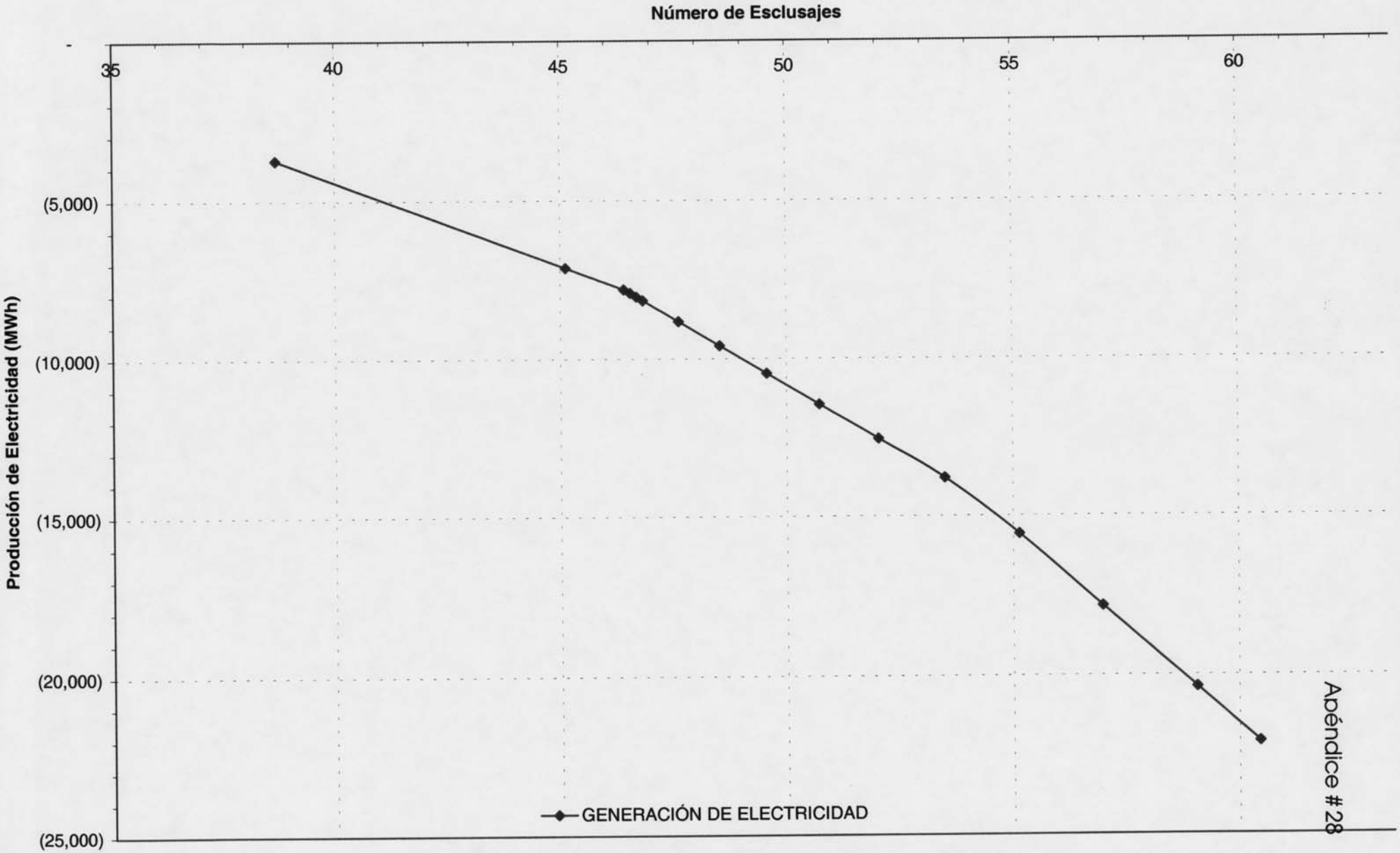
Costo de agua para cada 1000 galones	$ 0.69
Costo de un esclusaje (55 M gal) para M&I	$37,950.00

Predicciones de Peajes	
Año	**Peaje por Esclusaje**
2012-2061	60,000

Tasa de Descuento	14%

Año	Número de Esclusajes Diarios			Valor Diario en $ de Esclusajes			Cofiabilidad Hídrica del Lago			Beneficios en $ del Incremento de la Confiabilidad Hídrica	
	Navegación Restringido por la Capacidad del Canal	M & I	TOTAL	Navegación Restringido	M & I	Total	Sin la Profundización	Con la Profundización	Diferencia	Beneficios Anual de Navegación	Beneficios Anual de M & I
2011	40	5.44	45.44	2,400,000	206,552	2,606,552	0.9888	0.9953	0.0065	5,731,230	493,248
2012	40.00	5.52	45.52	2,400,000	209,622	2,609,622	0.9887	0.9953	0.0066	5,754,166	502,583
2013	40.00	5.60	45.60	2,400,000	212,693	2,612,693	0.9887	0.9953	0.0066	5,777,102	511,978
2014	40.00	5.69	45.69	2,400,000	215,763	2,615,763	0.9886	0.9952	0.0066	5,802,906	521,688
2015	40.00	5.77	45.77	2,400,000	218,834	2,618,834	0.9885	0.9952	0.0067	5,825,842	531,204
2016	40.00	5.85	45.85	2,400,000	221,904	2,621,904	0.9885	0.9951	0.0067	5,848,778	540,778
2017	40.00	5.93	45.93	2,400,000	224,975	2,624,975	0.9884	0.9951	0.0067	5,871,714	550,411
2018	40.00	6.01	46.01	2,400,000	228,045	2,628,045	0.9883	0.9951	0.0067	5,894,650	560,102
2019	40.00	6.09	46.09	2,400,000	231,116	2,631,116	0.9883	0.9950	0.0068	5,917,586	569,852
2020	40.00	6.17	46.17	2,400,000	234,186	2,634,186	0.9882	0.9950	0.0068	5,940,522	579,661
2021	40.00	6.25	46.25	2,400,000	237,105	2,637,105	0.9881	0.9949	0.0068	5,963,458	589,152
2022	40.00	6.32	46.32	2,400,000	240,023	2,640,023	0.9881	0.9949	0.0068	5,983,527	598,411
2023	40.00	6.40	46.40	2,400,000	242,942	2,642,942	0.9880	0.9949	0.0069	6,007,711	608,136
2024	40.00	6.48	46.48	2,400,000	245,861	2,645,861	0.9877	0.9947	0.0070	6,148,974	629,913
2025	40.00	6.56	46.56	2,400,000	248,780	2,648,780	0.9874	0.9946	0.0072	6,310,856	654,171
2026	40.00	6.63	46.63	2,400,000	251,698	2,651,698	0.9872	0.9946	0.0074	6,492,889	680,937
2027	40.00	6.71	46.71	2,400,000	254,617	2,654,617	0.9869	0.9945	0.0077	6,703,623	711,190
2028	40.00	6.79	46.79	2,400,000	257,536	2,657,536	0.9866	0.9945	0.0079	6,919,245	742,480
2029	40.00	6.86	46.86	2,400,000	260,454	2,660,454	0.9863	0.9944	0.0081	7,056,850	765,828
2030	40.00	6.94	46.94	2,400,000	263,373	2,663,373	0.9861	0.9943	0.0082	7,169,900	786,816
2031	40.00	7.01	47.01	2,400,000	266,174	2,666,174	0.9859	0.9942	0.0083	7,268,819	806,156
2032	40.00	7.09	47.09	2,400,000	268,976	2,668,976	0.9856	0.9941	0.0084	7,381,870	827,310
2033	40.00	7.16	47.16	2,400,000	271,777	2,671,777	0.9854	0.9940	0.0085	7,480,789	847,128
2034	40.00	7.24	47.24	2,400,000	274,579	2,674,579	0.9852	0.9939	0.0087	7,593,839	868,794
2035	40.00	7.31	47.31	2,400,000	277,380	2,677,380	0.9850	0.9938	0.0088	7,692,758	889,091
2036	40.00	7.38	47.38	2,400,000	280,181	2,680,181	0.9848	0.9937	0.0089	7,791,677	909,618
2037	40.00	7.46	47.46	2,400,000	282,983	2,682,983	0.9845	0.9936	0.0090	7,904,727	932,042
2038	40.00	7.53	47.53	2,400,000	285,784	2,685,784	0.9843	0.9935	0.0091	8,003,647	953,048
2039	40.00	7.60	47.60	2,400,000	288,586	2,688,586	0.9841	0.9934	0.0092	8,102,566	974,285
2040	40.00	7.68	47.68	2,400,000	291,387	2,691,387	0.9839	0.9933	0.0094	8,254,299	1,002,165
2041	40.00	7.75	47.75	2,400,000	293,947	2,693,947	0.9837	0.9932	0.0096	8,391,446	1,027,767
2042	40.00	7.81	47.81	2,400,000	296,507	2,696,507	0.9835	0.9932	0.0097	8,509,001	1,051,240
2043	40.00	7.88	47.88	2,400,000	299,067	2,699,067	0.9833	0.9932	0.0099	8,646,148	1,077,406
2044	40.00	7.95	47.95	2,400,000	301,627	2,701,627	0.9831	0.9931	0.0100	8,783,295	1,103,865
2045	40.00	8.02	48.02	2,400,000	304,187	2,704,187	0.9829	0.9930	0.0102	8,920,442	1,130,616
2046	40.00	8.08	48.08	2,400,000	306,746	2,706,746	0.9827	0.9930	0.0103	9,037,996	1,155,155
2047	40.00	8.15	48.15	2,400,000	309,306	2,709,306	0.9825	0.9929	0.0105	9,175,143	1,182,471
2048	40.00	8.22	48.22	2,400,000	311,866	2,711,866	0.9823	0.9929	0.0106	9,312,290	1,210,079
2049	40.00	8.29	48.29	2,400,000	314,426	2,714,426	0.9821	0.9928	0.0108	9,449,437	1,237,979
2050	40.00	8.35	48.35	2,400,000	316,986	2,716,986	0.9819	0.9928	0.0109	9,566,991	1,263,584
2051	40.00	8.43	48.43	2,400,000	319,753	2,719,753	0.9816	0.9927	0.0111	9,723,731	1,295,496
2052	40.00	8.50	48.50	2,400,000	322,520	2,722,520	0.9814	0.9927	0.0113	9,860,877	1,325,137
2053	40.00	8.57	48.57	2,400,000	325,287	2,725,287	0.9812	0.9926	0.0114	9,994,456	1,354,610
2054	40.00	8.64	48.64	2,400,000	328,054	2,728,054	0.9810	0.9926	0.0116	10,127,025	1,384,253
2055	40.00	8.72	48.72	2,400,000	330,821	2,730,821	0.9808	0.9925	0.0117	10,278,532	1,416,812
2056	40.00	8.79	48.79	2,400,000	333,587	2,733,587	0.9806	0.9924	0.0119	10,411,101	1,447,088
2057	40.00	8.86	48.86	2,400,000	336,354	2,736,354	0.9804	0.9924	0.0120	10,543,670	1,477,670
2058	40.00	8.94	48.94	2,400,000	339,121	2,739,121	0.9801	0.9923	0.0122	10,695,177	1,511,234
2059	40.00	9.01	49.01	2,400,000	341,888	2,741,888	0.9799	0.9923	0.0124	10,827,746	1,542,449
2060	40.00	9.08	49.08	2,400,000	344,655	2,744,655	0.9797	0.9922	0.0125	10,960,315	1,573,970
									VALOR NETO PRESENTE	**43,295,343**	**4,148,328**
									BENEFIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE	**6,070,017**	**581,597**

PÉRDIDA ANUAL DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD DE LAS PLANTAS DE GATÚN Y MADDEN CON LA DEMANDA DE ESCLUSAJES



Apéndice # 28

PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN

Pérdida Neta de Generación de Electricidad Como Resultado de la Profundización del Lago Gatún y el Incremento de Demanda de Agua

Apéndice # 29

Hydropower @ cost = $0.070/kwh $ 70.00 /MWh

Tasa de Descuento 14%

Año	Demanda de Esclusajes	Pérdida Neta de Generación (MWh)	Pérdida de Beneficio en $
2011	44.78	(6,950)	(486,524)
2012	45.52	(7,340)	(513,804)
2013	45.60	(7,382)	(516,764)
2014	45.69	(7,430)	(520,094)
2015	45.77	(7,472)	(523,054)
2016	45.85	(7,514)	(526,014)
2017	45.93	(7,557)	(528,974)
2018	46.01	(7,599)	(531,934)
2019	46.09	(7,641)	(534,894)
2020	46.17	(7,684)	(537,855)
2021	46.25	(7,726)	(540,815)
2022	46.32	(7,763)	(543,405)
2023	46.40	(7,808)	(546,526)
2024	46.48	(7,869)	(550,850)
2025	46.56	(7,935)	(555,460)
2026	46.63	(7,994)	(559,612)
2027	46.71	(8,062)	(564,357)
2028	46.79	(8,130)	(569,103)
2029	46.86	(8,189)	(573,255)
2030	46.94	(8,257)	(578,001)
2031	47.01	(8,316)	(582,153)
2032	47.09	(8,384)	(586,899)
2033	47.16	(8,444)	(591,051)
2034	47.24	(8,511)	(595,797)
2035	47.31	(8,571)	(599,949)
2036	47.38	(8,630)	(604,101)
2037	47.46	(8,698)	(608,847)
2038	47.53	(8,757)	(612,999)
2039	47.60	(8,816)	(617,152)
2040	47.68	(8,884)	(621,897)
2041	47.75	(8,944)	(626,050)
2042	47.81	(8,994)	(629,609)
2043	47.88	(9,054)	(633,761)
2044	47.95	(9,113)	(637,914)
2045	48.02	(9,172)	(642,066)
2046	48.08	(9,223)	(645,625)
2047	48.15	(9,283)	(649,777)
2048	48.22	(9,342)	(653,930)
2049	48.29	(9,401)	(658,082)
2050	48.35	(9,452)	(661,641)
2051	48.43	(9,520)	(666,387)
2052	48.50	(9,579)	(670,539)
2053	48.57	(9,638)	(674,692)
2054	48.64	(9,698)	(678,844)
2055	48.72	(9,766)	(683,590)
2056	48.79	(9,825)	(687,742)
2057	48.86	(9,884)	(691,894)
2058	48.94	(9,952)	(696,640)
2059	49.01	(10,011)	(700,792)
2060	49.08	(10,071)	(704,945)

VALOR NETO PRESENTE ($3,787,754)

BENEFIO ANNUAL UNIFORME EQUIVALENTE ($531,044)

PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN
Beneficios Totales de la Profundización del Lago Gatún

Apéndice # 30

Tasa de Descuento	14%

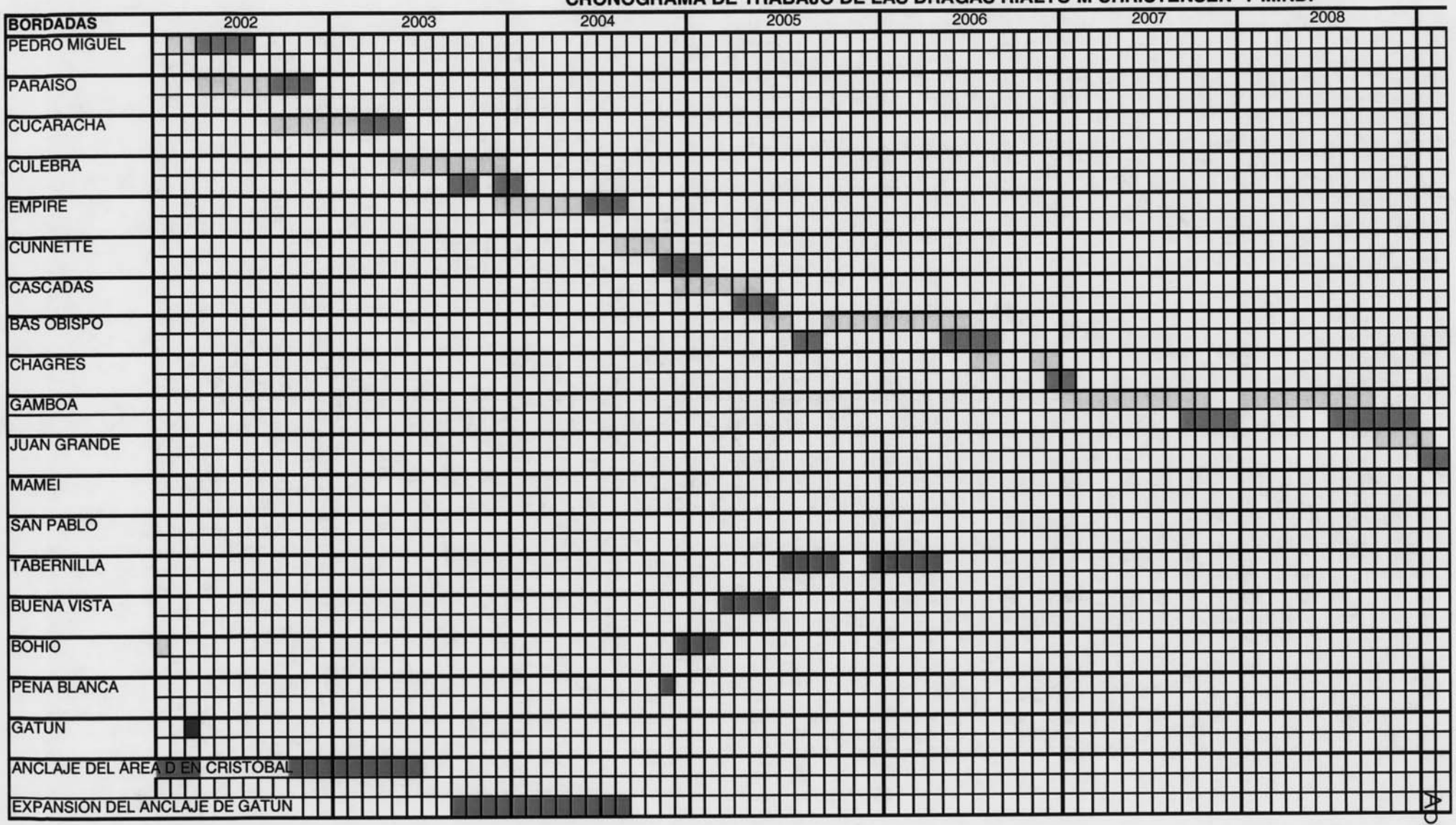
Año	Disponibilidad de más Esclusajes para la Navegación ($)	Incremento de la Confiabilidad Hídrica para la Navegación ($)	Incremento de la Confiabilidad Hídrica para M&I ($)	Pérdida de Generación Eléctrica ($)	Beneficios Netos
2011	136,218,000	5,731,230	493,248	(486,524)	141,955,954
2012	136,218,000	5,754,166	502,583	(513,804)	141,960,946
2013	136,218,000	5,777,102	511,978	(516,764)	141,990,316
2014	136,218,000	5,802,906	521,688	(520,094)	142,022,500
2015	136,218,000	5,825,842	531,204	(523,054)	142,051,991
2016	136,218,000	5,848,778	540,778	(526,014)	142,081,542
2017	136,218,000	5,871,714	550,411	(528,974)	142,111,150
2018	136,218,000	5,894,650	560,102	(531,934)	142,140,818
2019	136,218,000	5,917,586	569,852	(534,894)	142,170,544
2020	136,218,000	5,940,522	579,661	(537,855)	142,200,329
2021	136,218,000	5,963,458	589,152	(540,815)	142,229,795
2022	136,218,000	5,983,527	598,411	(543,405)	142,256,534
2023	136,218,000	6,007,711	608,136	(546,526)	142,287,321
2024	136,218,000	6,148,974	629,913	(550,850)	142,446,037
2025	136,218,000	6,310,856	654,171	(555,460)	142,627,568
2026	136,218,000	6,492,889	680,937	(559,612)	142,832,214
2027	136,218,000	6,703,623	711,190	(564,357)	143,068,456
2028	136,218,000	6,919,245	742,480	(569,103)	143,310,622
2029	136,218,000	7,056,850	765,828	(573,255)	143,467,422
2030	136,218,000	7,169,900	786,816	(578,001)	143,596,715
2031	136,218,000	7,268,819	806,156	(582,153)	143,710,822
2032	136,218,000	7,381,870	827,310	(586,899)	143,840,281
2033	136,218,000	7,480,789	847,128	(591,051)	143,954,866
2034	136,218,000	7,593,839	868,794	(595,797)	144,084,836
2035	136,218,000	7,692,758	889,091	(599,949)	144,199,899
2036	136,218,000	7,791,677	909,618	(604,101)	144,315,194
2037	136,218,000	7,904,727	932,042	(608,847)	144,445,923
2038	136,218,000	8,003,647	953,048	(612,999)	144,561,695
2039	136,218,000	8,102,566	974,285	(617,152)	144,677,699
2040	136,218,000	8,254,299	1,002,165	(621,897)	144,852,567
2041	136,218,000	8,391,446	1,027,767	(626,050)	145,011,163
2042	136,218,000	8,509,001	1,051,240	(629,609)	145,148,632
2043	136,218,000	8,646,148	1,077,406	(633,761)	145,307,793
2044	136,218,000	8,783,295	1,103,865	(637,914)	145,467,246
2045	136,218,000	8,920,442	1,130,616	(642,066)	145,626,991
2046	136,218,000	9,037,996	1,155,155	(645,625)	145,765,526
2047	136,218,000	9,175,143	1,182,471	(649,777)	145,925,836
2048	136,218,000	9,312,290	1,210,079	(653,930)	146,086,438
2049	136,218,000	9,449,437	1,237,979	(658,082)	146,247,333
2050	136,218,000	9,566,991	1,263,584	(661,641)	146,386,934
2051	136,218,000	9,723,731	1,295,496	(666,387)	146,570,840
2052	136,218,000	9,860,877	1,325,137	(670,539)	146,733,475
2053	136,218,000	9,994,456	1,354,610	(674,692)	146,892,374
2054	136,218,000	10,127,025	1,384,253	(678,844)	147,050,434
2055	136,218,000	10,278,532	1,416,812	(683,590)	147,229,755
2056	136,218,000	10,411,101	1,447,088	(687,742)	147,388,448
2057	136,218,000	10,543,670	1,477,670	(691,894)	147,547,446
2058	136,218,000	10,695,177	1,511,234	(696,640)	147,727,771
2059	136,218,000	10,827,746	1,542,449	(700,792)	147,887,403
2060	136,218,000	10,960,315	1,573,970	(704,945)	148,047,340
				VALOR NETO PRESENTE	**1,015,252,115**
				BENEFIO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE	**142,338,569**

PROFUNDIZACIÓN DEL LAGO GATÚN
Tasa Interna de Retorno

Apéndice #31

Año	Flujo de Caja ($)
2002	(21,265,995)
2003	(21,265,995)
2004	(21,265,995)
2005	(21,265,995)
2006	(21,265,995)
2007	(21,265,995)
2008	(21,265,995)
2009	(21,265,995)
2010	(21,265,995)
2011	141,955,954
2012	141,960,946
2013	141,990,316
2014	142,022,500
2015	142,051,991
2016	142,081,542
2017	142,111,150
2018	142,140,818
2019	142,170,544
2020	142,200,329
2021	142,229,795
2022	142,256,534
2023	142,287,321
2024	142,446,037
2025	142,627,568
2026	142,832,214
2027	143,068,456
2028	143,310,622
2029	143,467,422
2030	143,596,715
2031	143,710,822
2032	143,840,281
2033	143,954,866
2034	144,084,836
2035	144,199,899
2036	144,315,194
2037	144,445,923
2038	144,561,695
2039	144,677,699
2040	144,852,567
2041	145,011,163
2042	145,148,632
2043	145,307,793
2044	145,467,246
2045	145,626,991
2046	145,765,526
2047	145,925,836
2048	146,086,438
2049	146,247,333
2050	146,386,934
2051	146,570,840
2052	146,733,475
2053	146,892,374
2054	147,050,434
2055	147,229,755
2056	147,388,448
2057	147,547,446
2058	147,727,771
2059	147,887,403
2060	148,047,340
TIR	**25%**

CRONOGRAMA DE TRABAJO DE LAS DRAGAS RIALTO M CHRISTENSEN Y MINDI



Notas:

- Perforación y voladura de la THOR
- Dragado de la CHRISTENSEN
- Dragado de la MINDI
- Dragado de la GOLIAT

Apéndice # 32