

153

## **ANEXO E**

- ANEXO E-1 OBRAS DE RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA ACTUALIZACION DE LOS DISEÑOS - MEMORIAS TECNICAS**
- ANEXO E-2 ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO AEROPUERTO ELDORADO**
- ANEXO E-3 ESQUEMA GENERAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS AEROPUERTO EL DORADO**
- ANEXO E-4 LICITACION 003/94 - ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION QUE SE RELACIONAN CON EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE LA SEGUNDA PISTA**
- ANEXO E-5 PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA DEL AEROPUERTO ELDORADO**





**ANEXO E - 1**

**OBRAS DE RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA  
ACTUALIZACION DE LOS DISEÑOS  
MEMORIAS TECNICAS**



UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE  
AERONAUTICA CIVIL  
CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO ELDORADO

OBRAS DE RELOCALIZACION  
DEL RIO BOGOTA  
ACTUALIZACIÓN DE DISEÑOS

MEMORIAS TÉCNICAS

FEBRERO DE 1995

ESTUDIOS TÉCNICOS S.A.

## CONTENIDO

- 1 - INTRODUCCION
- 2 - ALINEAMIENTOS HORIZONTALES
- 3 - SECCION TRANSVERSAL
- 4 - ANALISIS HIDRAULICO
- 5 - ANALISIS DE LA ESTABILIDAD GEOTECNICA

## APENDICES

- APENDICE 1. Evaluación de las condiciones hidráulicas Memorias.
- APENDICE 2. Evaluación de la estabilidad geotécnica Memorias.
- APENDICE 3. Reseña técnica del informe de Bywater para la Alcaldía de Bogotá y la E.A.A.B.
- APENDICE 4. Informe control de inundaciones del río Bogotá presentado por Gómez Cajiao y James Montgomery.
- APENDICE 5. Acta de Acuerdo Gómez Cajiao - Estudios Técnicos S.A.
- APENDICE 6. Carta 4100-95-546743 de la E.A.A.B.- Visto Bueno Obras de Relocalización del Río Bogotá.

## 1 - INTRODUCCION

Como obra principal para la construcción de la segunda pista del Aeropuerto Eldorado de Santafé de Bogotá se tiene el desvío del río Bogotá en un tramo de 2600 mts. de nuevo canal en sección trapezoidal.

En consideración a que el proyecto de la segunda pista se viene desarrollando desde 1982, como resultado del Plan Maestro del Aeropuerto Eldorado, los diseños para este desvío igualmente desde ese año se vienen adelantando en coordinación con las entidades relacionadas con el río: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (E.A.A.B.) y la Corporación Autónoma Regional (CAR).

En una primera etapa, los diseños fueron desarrollados con base en los estudios de las firmas Gómez Cajiao Asociados (1981) y de Hidroestudios (1984). En este último estudio, incluso, el proyecto de relocalización del río fue incluido dentro de los planos de diseño respectivos. En cuanto a aprobaciones, los diseños de la relocalización del río Bogotá recibieron su viabilidad plena por parte de la CAR según la Resolución N° 2154 de Julio 23/85.

Entre 1985 y 1993, nuevos estudios han sido desarrollados por cuenta de la CAR y la E.A.A.B. que, aunque mantienen los lineamientos definidos en los estudios anteriores, prevén algunos ajustes a las obras a ser desarrolladas en los próximos años. Teniendo en cuenta las condiciones actuales, la CAR solicitó a la UAEAC, la actualización de los diseños previstos para la relocalización del río Bogotá (Resolución 2170 del 12 de Julio de 1994).

A continuación se presentan los soportes técnicos de la actualización solicitada, los cuales han sido desarrollados con base en los últimos estudios desarrollados para el río Bogotá: Bywater (1988) y Gómez Cajiao (1993). En los apéndices al presente documento se incluye el resumen técnico de cada uno de estos estudios.

## 2 - ALINEAMIENTOS HORIZONTALES

Los alineamientos horizontales de la relocalización del Río Bogotá, son los mismos definidos desde la iniciación del proyecto, los cuales sirvieron de base para la aprobación del desvío por la CAR en 1985 y para ejecutar la ingeniería del proyecto y la adquisición de los terrenos por parte de la UAEAC. El nuevo desvío se caracteriza por incluir cuatro (4) curvas, una de ellas de 90°, y tener una longitud de 2.600 m., que reemplazará a 3.800m. de tramo del río actual.

### 3 - SECCION TRANSVERSAL

La relocalización aprobada por la CAR en 1985 incluía una sección transversal, de acuerdo con el proyecto de Hidroestudios y Black and Veatch, que proyectaba profundizar el nivel del río entre 1.50 y 1.80 m. Aunque la sección que se iba a construir por cuenta de la UAEAC no incluía la profundización del cauce antes de que no se produjera en el resto del río, si permitía tener la sección plena para que solo se tuviera que bajar el fondo sin ampliar sus orillas.

Para la actualización del proyecto, se cambió la sección trapezoidal de base de 28.14 m. a una de base de 20.0 m., tal como había sido propuesto desde 1981 por Gómez y Cajiao, sin incluir desde ahora la eventual ampliación de la sección, teniendo en consideración a los conceptos de la E.A.A.B. en cuanto a que el proyecto de la probable profundización no estaría programado para un futuro próximo.

La sección del río incluye entonces, una base de 20.0 m., taludes horizontales de 2.0 horizontal : 1.0 vertical y una berma intermedia. Como se indica en la parte pertinente al análisis geotécnico, esta berma intermedia se consideró importante mantenerla teniendo en cuenta que en la mayoría del tramo de la relocalización el nivel del terreno exige alturas de talud hasta de 9.0 metros de altura.

### 4 - ANÁLISIS HIDRAULICO

Para la verificación de la hidráulica, se tomaron como base las últimas modelaciones del Río Bogotá, efectuadas por la firma Gómez Cajiao en 1993. En vista de la imposibilidad de obtener el modelo utilizado para estas modelaciones, se optó por correr modelos manuales de tránsito de crecientes con flujo subcrítico (perfiles Tipo M1), partiendo de los resultados de las tres últimas secciones modeladas por Gómez Cajiao, aguas abajo del tramo a ser relocalizado y para las condiciones de nivel actual de las compuertas de Alicachín (cota 2.568).

Teniendo en cuenta que el nuevo tramo reducirá la longitud del río de 3.800 m. a 2.600 m., es decir en 1.200 metros, la revisión hidráulica se dirigió principalmente a verificar la continuidad del flujo y el chequeo de las velocidades del agua para evitar la presencia de situaciones que pudieran afectar la estabilidad geomorfológica del río.

En resumen, el tramo analizado, fuera del sector del nuevo canal, incluye aproximadamente 3 kilómetros hacia aguas abajo (tres secciones), y 3 kilómetros hacia aguas arriba ( tres secciones). Se modeló para tres casos: 50 m<sup>3</sup>/seg. (caudal normal), 100 m<sup>3</sup>/seg. y 150 m<sup>3</sup>/seg. De acuerdo con los estimativos de Bywater y Gómez Cajiao, estos valores cubren los valores normales y picos con periodos de retorno de 10 a 20 años.

459

El resultado de los estudios, cuyos cálculos y esquemas se incluyen en el apéndice A, indican que a pesar de la relocalización y el aumento de la pendiente del río, las velocidades de flujo no superan en ningún caso los 0.78 m/seg. Con estos valores, las cabezas de velocidad llegan apenas a los dos centímetros (2 cm.); con esta magnitud, los efectos de cambio de dirección del flujo causados por las curvas del nuevo canal son despreciables.

Así mismo se concluye que las velocidades del río siguen estando dentro de los órdenes de magnitud obtenidos por el modelo base, corrido por los consultores Gómez Cajiao y James Montgomery (1993) para este sector del río.

Aunque los niveles del río tienden a reducirse en el sector relocalizado, se observó que una vez continúan por el sector existente, aguas arriba se recuperan hacia los niveles estimados en el modelo base de 1993.

En conclusión, se encuentra que el nuevo canal del Río Bogotá no presenta alteraciones en el comportamiento hidráulico del río y mantiene el flujo subcrítico continuo, antes, en y después de la relocalización, sin cambios importantes en su velocidad.

## 5 - ANALISIS DE LA ESTABILIDAD GEOTECNICA

Se adelantaron estudios para evaluar la estabilidad geotécnica de la nueva sección del Río Bogotá. El proceso incluyó un análisis detallado efectuado por los consultores de la UAEAC con base en los resultados de dos perforaciones de 15 metros de profundidad, efectuados sobre el eje del nuevo canal y de otra serie de resultados de perforaciones en las áreas inmediatas a esta obra. En una segunda fase, luego que este estudio fue presentado a la E.A.A.B., se discutieron algunos detalles con los consultores de ésta, la firma Gómez Cajiao, y se convino firmar un acta de acuerdo que incluía una serie de recomendaciones adicionales para ser tenidas en cuenta en el proyecto. En el apéndice 2 se incluye la memoria completa de cálculos y copia del acta en mención.

En conclusión, se indica que la sección definitiva cumple con los factores de seguridad que una obra de esta naturaleza exige y por lo tanto el proyecto responde a las exigencias de no presentar ningún riesgo si se siguen los planos de diseño y las indicaciones consignadas en las especificaciones técnicas.



960

## APENDICE 1.

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS  
MEMORIAS.



CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO ELDORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA  
VERIFICACION HIDRAULICA

OBJETO

El objeto de las presentes memorias es revisar el comportamiento hidráulico del río Bogotá una vez sea construida la relocalización de un tramo del río prevista dentro de las obras de construcción de la Segunda Pista del Aeropuerto Eldorado.

ANTECEDENTES

El diseño de la relocalización del río Bogotá fue ejecutado en 1984 por las firmas Airways Engineering Co. y Estudios Técnicos S.A., consultoras de la UAEAC, como parte de los diseños adelantados para las obras de construcción de la segunda pista del Aeropuerto Eldorado. Estos trabajos fueron ejecutados en coordinación con la EAAB y la CAR y el grupo consultor Hidroestudios - Black and Veatch quienes establecieron todas las condiciones hidráulicas del río, además de la definición de la sección transversal requerida para el canal de desvío. El alineamiento horizontal fue definido por los consultores de la UAEAC con base en los requerimientos del Plan Maestro del Aeropuerto Eldorado.

Los diseños elaborados fueron aprobados por la CAR según consta en la Resolución No. 2154 de julio 23/85. Con base en esta aprobación la UAEAC procedió a la compra de los terrenos necesarios para el proyecto

Habiéndose reactivado en 1993 el proyecto de construcción de la segunda pista, la CAR mediante Resolución 2170 del 12 de julio de 1994 solicitó a la UAEAC la actualización de los diseños previstos para las obras de la relocalización.

## GEOMETRIA DEL NUEVO CANAL

El alineamiento horizontal del canal de relocalización del río es el mismo definido en 1984. Tendrá una longitud de 2600.57 m y una sección trapezoidal de 20 m de base, taludes 2H:1V y una berma intermedia que, además de ser necesaria en el nuevo canal por razones de estabilidad de los taludes, está de acuerdo con la sección definida por Hidroestudios - Black and Veatch en 1984.

El nivel del fondo del canal se trazó uniendo en línea recta los fondos del río antes y después de la relocalización.

## INFORMACION DE REFERENCIA

Para la verificación hidráulica se utilizó el último estudio efectuado por la E-AB denominado "Control de Inundaciones del Río Bogotá - Obras en el Jarillón Izquierdo del Río" elaborado en 1992 por las firmas Gómez Cajiao y Asociados Cia. Ltda. y James M. Montgomery Consulting Engineers Inc. En el Apéndice 4 del presente informe se incluyen los apartes pertinentes del mismo.

## CALCULOS HIDRAULICOS

Teniendo en cuenta la imposibilidad de disponer del modelo hidráulico utilizado para la determinación de los perfiles en el estudio de referencia, se determinó efectuar la verificación hidráulica utilizando el método de cálculo denominado "Método Directo por Etapas" adecuado para perfiles tipo M1 cuyas características se encuentran consignadas en el libro "Hidráulica de los Canales Abiertos" de Ven Te Chow, Capítulo 11. En consideración a que el flujo del río Bogotá es subcrítico, con un perfil del tipo M1, el análisis se efectuó de aguas abajo hacia aguas arriba. El tramo analizado cubrió aproximadamente desde tres kilómetros aguas abajo del inicio de la relocalización hasta un tramo similar hacia aguas arriba de su finalización. Para estos tramos del río se utilizaron las mismas secciones de control del estudio de la referencia.

La verificación se efectuó utilizando el mismo abscisado y sistema de cotas del estudio de la referencia; con base en lo anterior, la relocalización se inicia en la abscisa K40+910 y termina en la abscisa K43+510.57; en consideración al acortamiento del río por el nuevo canal, en esta última abscisa se definió una ecuación de empalme para continuar con el mismo abscisado del río. Para determinar el nivel del fondo del nuevo canal se trazó una línea recta entre los niveles del fondo actual de las secciones de control antes y después de la obra proyectada (K39+613 y K45+845).

En resumen, la geometría del tramo analizado fue :

<u>Abscisa</u>	<u>Cota Fondo</u>	<u>Sección</u>
K37 + 970	68.00	Actual río Bogotá
K38 + 792	66.50	Actual río Bogotá
K39 + 613	67.10	Actual río Bogotá
K40 + 910	67.40	Inicio del canal relocalización. Sección trapezoidal simple; inicio de transición.
K41 + 204.26	67.47	Sección trapezoidal con berma; fin de transición
K42 + 000	67.65	Sección trapezoidal con berma
K42 + 800	67.83	Sección trapezoidal con berma
K43 + 258.10	67.94	Sección trapezoidal con berma; inicio transición de salida.
K43 + 510.57 ≡ K44 + 970	68.00	Fin del canal de relocalización. Sección trapezoidal simple; fin de transición de salida.
K45 + 845	68.20	Actual río Bogotá
K46 + 660	68.40	Actual río Bogotá
K48 + 060	68.50	Actual río Bogotá

Se utilizó el mismo coeficiente de rugosidad de Manning del informe de referencia  $n = 0.035$ . Se utilizó la cota de arranque del actual nivel de las compuertas de Alicachin (2.568.00).

Sólo como un ejercicio comparativo, también se efectuó una modelación reduciendo la base del canal trapezoidal a 15 metros.

Los cálculos se efectuaron para 50, 100 y 150  $m^3/seg$ . Como referencia se tiene que el caudal de diseño adoptado para este sector por el informe referencia es de 100  $m^3/seg$ .

## RESULTADOS

En los cuadros H-1 a H-6 se incluyen los resultados obtenidos de la modelación del tramo de río y del nuevo canal previsto para la ampliación del río Bogotá.

Con los resultados se aprecia que las velocidades del flujo se mantienen, incluso para el caso extremo de 150  $m^3/seg$ , en el mismo orden de magnitud de las velocidades en los tramos adyacentes del río. En ningún caso superan los 0.78  $m/seg$ . Las cabezas de velocidad apenas llegan a los 3 cm. Precisamente, teniendo en cuenta estas magnitudes en la verificación se despreció el efecto de los cambios de alineamiento horizontal del flujo, al igual que lo hizo el informe referencia.

Aunque en el sector del nuevo canal los niveles del agua bajan, luego, cuando se continúa por el río aguas arriba, se aprecia que los niveles se recuperan a los valores del modelo del informe referencia. Las diferencias de velocidad en los tramos de control aguas arriba son menores de un 10%.

Los resultados predicen que el flujo del río Bogotá con el nuevo canal de relocalización no presentará alteraciones en su comportamiento hidráulico. Se prevén pequeños aumentos de velocidad en un tramo aguas arriba del nuevo canal los cuales debido a su magnitud, no presentarán ningún efecto negativo. Por el contrario la disminución de la lámina del agua traerá consecuencias positivas en relación con un mayor cubrimiento en el riego de inundaciones en dichas zonas.

Teniendo en cuenta que tanto el esfuerzo de corte en las orillas como el transporte de sedimentos son funciones de la velocidad del flujo y que el cauce del nuevo canal del río estará conformado en su totalidad por material cohesivo, no se prevé ningún impacto desde el punto de vista morfológico pues las velocidades están en todos los casos bastante por debajo de 1 m/seg.

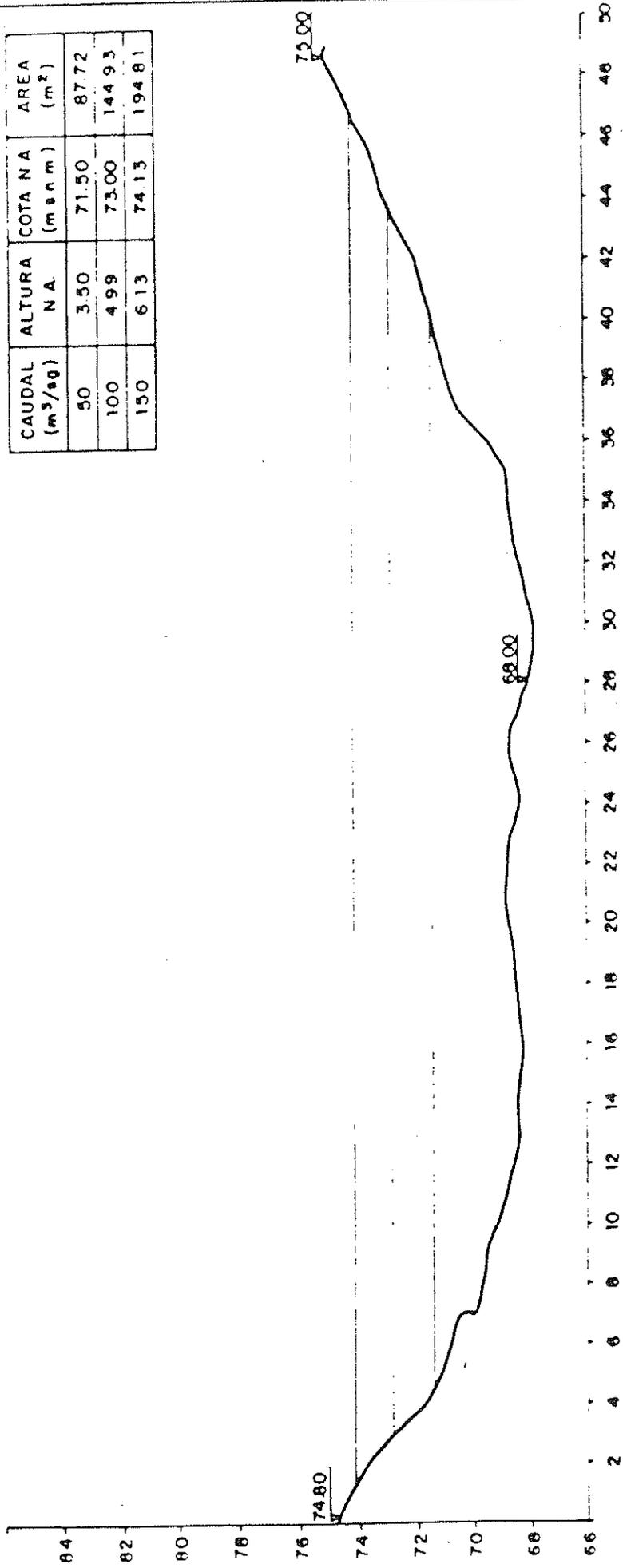
La verificación hidráulica de la sección de referencia con una base de 15 m en lugar de la de 20 m del diseño, indicó que mientras los niveles del flujo se mantienen similares las velocidades se aumentarían hasta valores de 0.85 m/seg.

### PLANOS DEL PROYECTO

En apéndice aparte se adjuntan copias de los planos del proyecto que hacen parte de los documentos de la Licitación 003-94 construcción de la Segunda Pista del Aeropuerto Eldorado. Como se observa, con excepción del ancho del fondo de la sección transversal los planos corresponden en un todo a los aprobados en 1985 por la CAR.



CAUDAL (m <sup>3</sup> /sg)	ALTURA N.A.	COTA N.A. (m s.n.m.)	AREA (m <sup>2</sup> )
50	3.50	71.50	87.72
100	4.99	73.00	144.93
150	6.13	74.13	194.81



NOTA: TODAS LAS COTAS ESTAN REFERIDAS A PARTIR DE LA COTA 2.500

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL  
ESTUDIOS TECNICOS S.A.

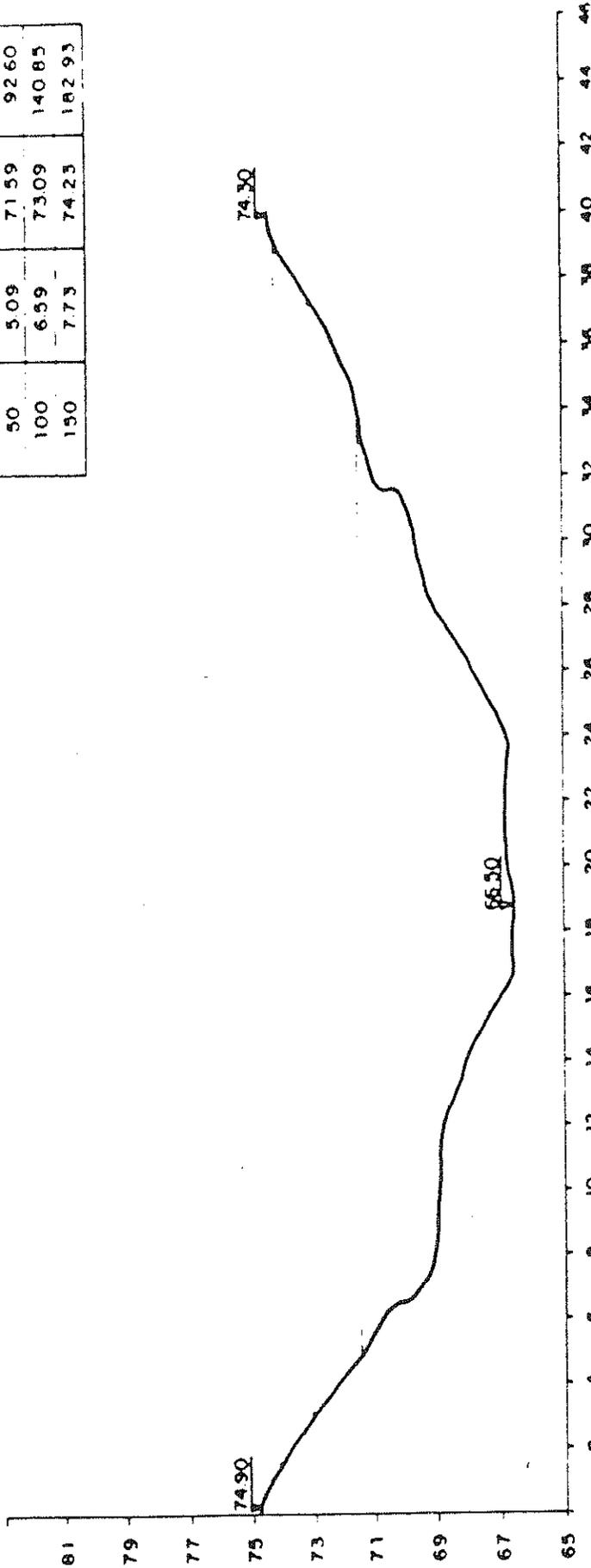
CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRANSVERSAL  
ABSCISA K 37+970

ESCALA 1:200      FECHA: Febrero de 1995      FIGURA S-1

46

CAUDAL (m <sup>3</sup> /sg)	ALTURA N.A.	COTA N.A. (m s.n.m.)	AREA (m <sup>2</sup> )
50	5.09	71.59	92.60
100	6.59	73.09	140.85
150	7.73	74.23	182.93



NOTA: TODAS LAS COTAS ESTAN REFERIDAS A PARTIR DE LA COTA 2500

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL  
ESTUDIOS TECNICOS S.A.

CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

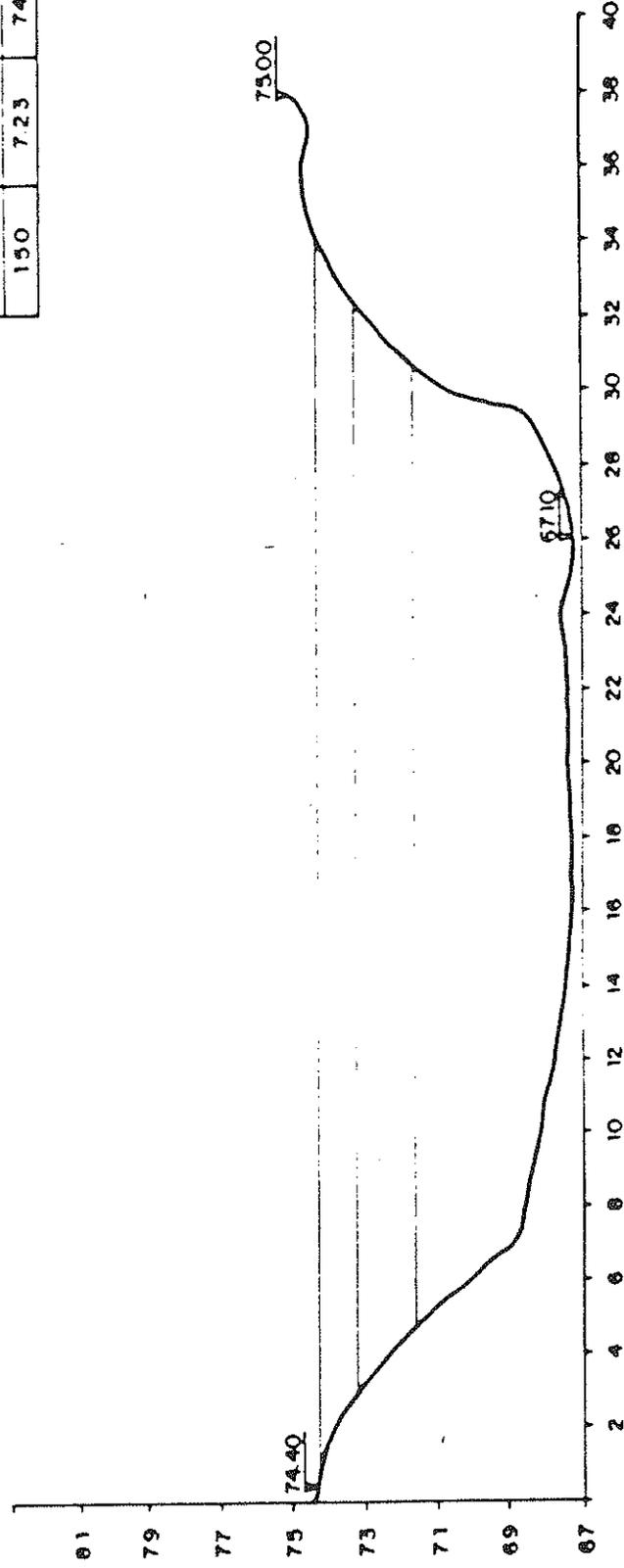
VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRANSVERSAL  
ABSCISA K 38 + 792

ESCALA: 1:200

FECHA:  
Febrero de 1995

FIGURA:  
S-2

CAUDAL (m <sup>3</sup> /sg)	ALTURA N.A.	COTA N.A. (m a n m)	AREA (m <sup>2</sup> )
50	4.56	71.66	92.59
100	6.08	73.18	140.08
150	7.23	74.33	176.47



NOTA : TODAS LAS COTAS ESTAN REFERIDAS A PARTIR  
DE LA COTA 2.500

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL  
ESTUDIOS TECNICOS S.A.

CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

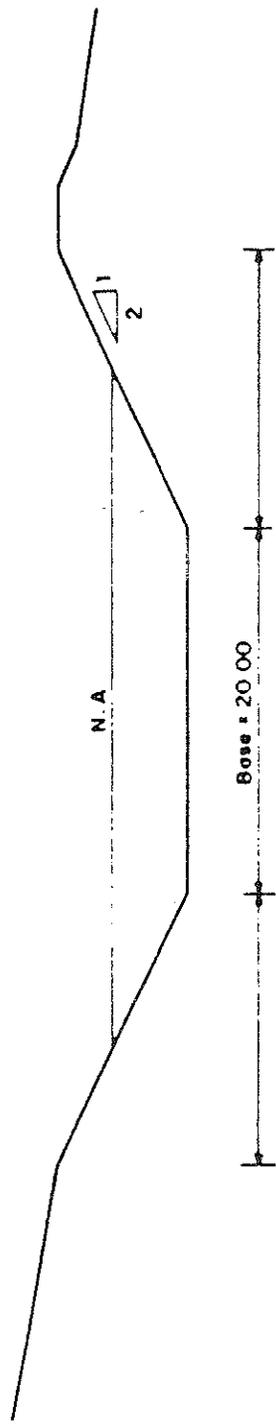
VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRANSVERSAL  
ABSCISA K 39+613

ESCALA  
1:200

FECHA:  
Febrero de 1995

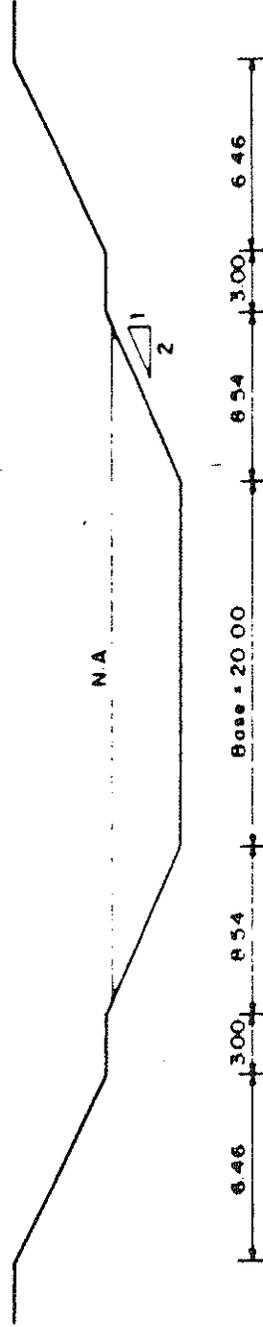
FIGURA  
S-3

46



NOTA : SECCION DE TRANSICION. ABSCISAS K 40+910 Y K 43+910.57 ATRAS ≡ K 44+970 ADELANTE DEL MODELO DE VERIFICACION HIDRAULICA (INICIO Y FINAL DEL CANAL DE RELOCALIZACION).

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTUDIOS TECNICOS S.A.	CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO RELOCALIZACION RIO BOGOTA	VERIFICACION HIDRAULICA SECCION TRAPEZOIDAL - TRANSICION
		Sin Escala
		FECHA: Febrero de 1995
		FIGURA S - 4



NOTA: SECCION TIPICA DEL CANAL DE LA RELOCALIZACION. ABCISAS K 41+204, K 42+000, K 42+800 Y K 43+258.60 DEL MODELO DE VERIFICACION HIDRAULICA

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL

ESTUDIOS TECNICOS S.A.

CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

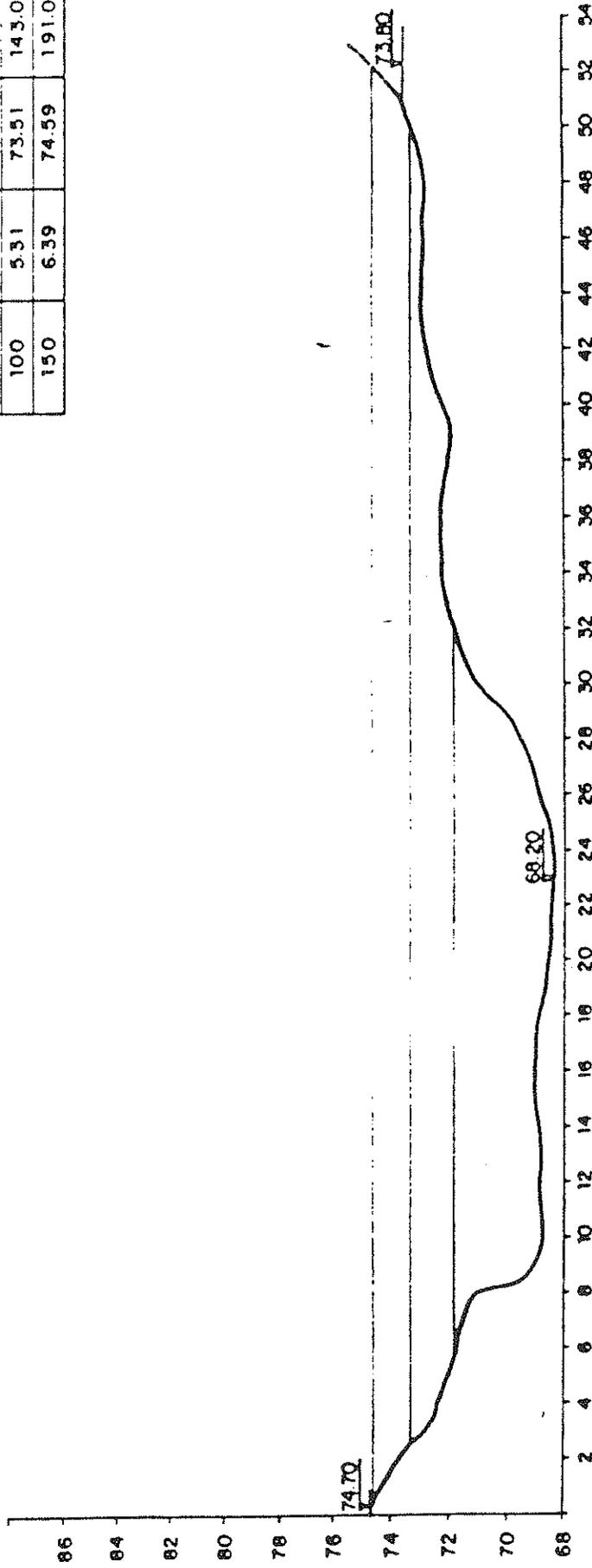
VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRAPEZOIDAL

Sin Escala

FECHA:  
Febrero de 1995

FIGURA:  
S-5

CAUDAL (m <sup>3</sup> /sg)	ALTURA N.A.	COTA NA. (m.s.n.m.)	AREA (m <sup>2</sup> )
50	3.71	71.91	78.36
100	5.31	73.51	143.00
150	6.39	74.59	191.00



NOTA : TODAS LAS COTAS ESTAN REFERIDAS A PARTIR  
DE LA COTA 2500

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL

ESTUDIOS TECNICOS S.A.

CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

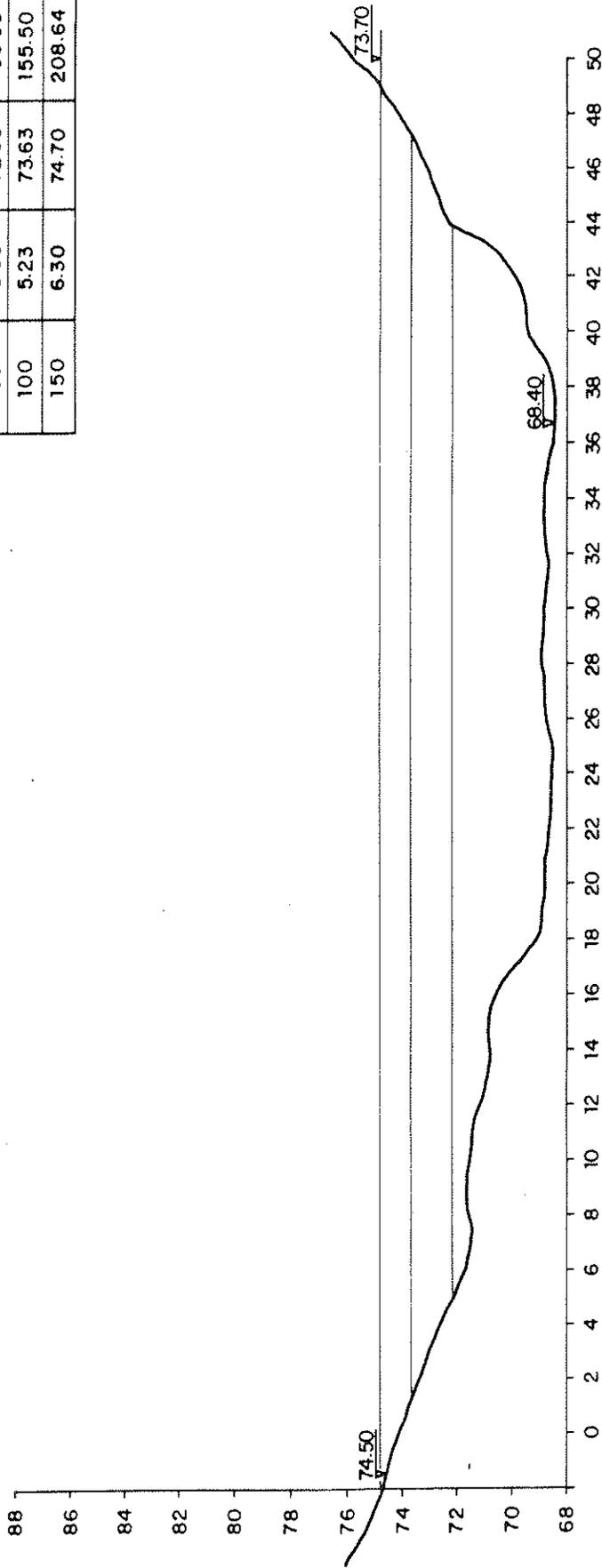
VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRANSVERSAL  
ABSCISA K 45+845

Sin Escala

FECHA:  
Febrero de 1995

FIGURA:  
S-6

CAUDAL (m <sup>3</sup> /sg)	ALTURA N.A.	COTA N.A. (m.s.n.m.)	AREA (m <sup>2</sup> )
50	3.65	72.05	86.00
100	5.23	73.63	155.50
150	6.30	74.70	208.64



NOTA : TODAS LAS COTAS ESTAN REFERIDAS A PARTIR DE LA COTA 2.500

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL  
ESTUDIOS TECNICOS S.A.

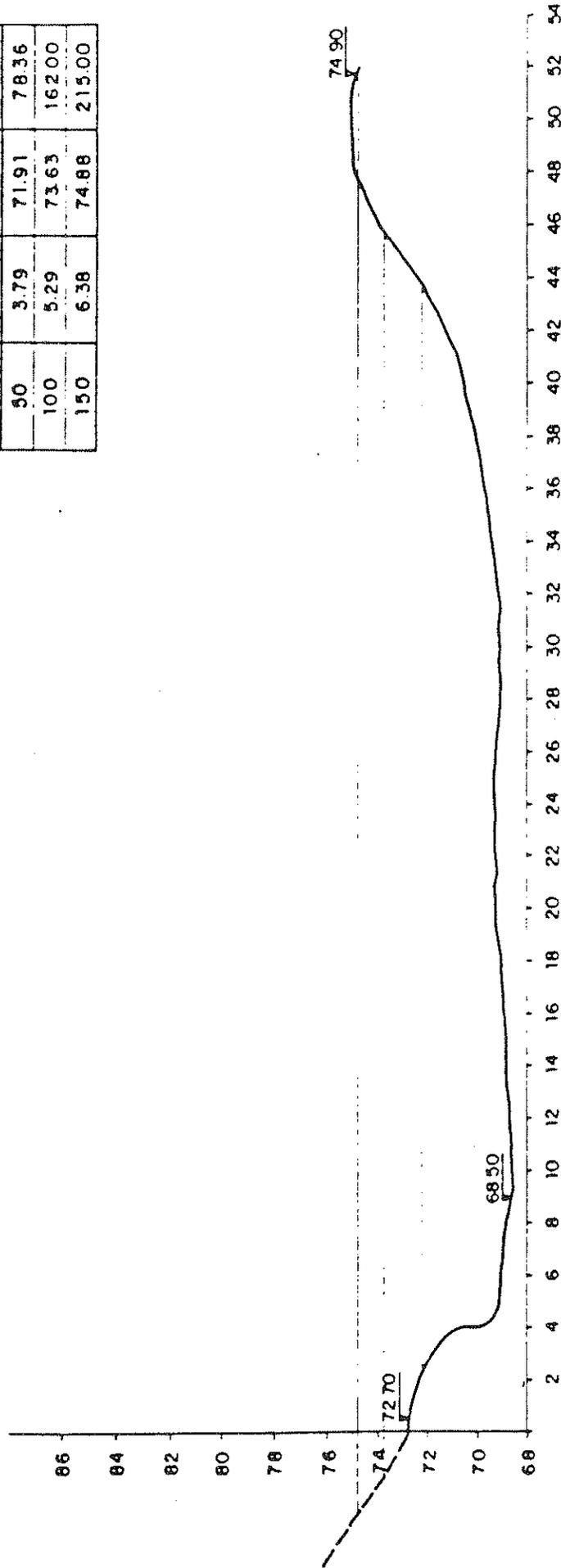
CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO ELDORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRANSVERSAL  
ABSCISA K 46 + 660

Sin Escala      FECHA : Febrero de 1995      FIGURA : S-7

76

CAUDAL (m <sup>3</sup> /sg)	ALTURA N.A.	COTA N.A. (m.s.n.m)	AREA (m <sup>2</sup> )
90	3.79	71.91	7836
100	5.29	73.63	16200
150	6.38	74.88	21500



NOTA : TODAS LAS COTAS ESTAN REFERIDAS A PARTIR DE LA COTA 2 500

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL  
ESTUDIOS TECNICOS S.A.

CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA  
AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA

VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRANSVERSAL  
ABSCISA K 48 + 060

Sin Escala

FECHA:  
Febrero de 1995

FIGURA:  
S-8

# CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO VERIFICACION HIDRAULICA RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA

## CUADRO DE CALCULO METODO DIRECTO EN ETAPAS

ABSCISA (Estación)	Cota Fondo (m)	Alt. Lam Agua Y(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Veloc Informe (m/sg) <sup>2</sup>	Velocidad (m/sg)	C Velocidad (m)	L Energia (m)	R (m)	Distancia X m	Hf (m)	L Energia calculada
37+870	66,00	3,50	87,72	0,57		0,02	71,52	2,9			71,52
38+782	66,50	5,09	92,60	0,54		0,01	71,60	2,96	822,00	0,08	71,60
39+613	67,10	4,56	92,59	0,54		0,02	71,67	2,94	821,00	0,07	71,67
INICIA CANAL DE RELOCALIZACION											
40+910	67,40	4,34	124,47		0,40	0,01	71,75	3,16	1207,00	0,06	71,75
41+204	67,47	4,28	122,37		0,41	0,01	71,76	2,71	294,26	0,01	71,76
42+000	67,65	4,12	116,36		0,42	0,01	71,78	2,66	795,74	0,02	71,78
42+600	67,83	3,96	114,72		0,44	0,01	71,80	2,62	800,00	0,02	71,80
43+258,60	67,94	3,86	112,50		0,44	0,01	71,81	2,60	458,60	0,01	71,81
43+510,57 años											
44+970 adelante	68,00	3,81	105,23		0,46	0,01	71,82	2,61	251,97	0,01	71,82
EMPALME CON SECCION EXISTENTE DEL RIO											
45+845	68,20	3,71	73,50	0,53	0,68	0,03	71,94	2,48	875,00	0,12	71,94
46+600	68,40	3,65	91,00	0,45	0,55	0,02	72,07	2,90	615,00	0,13	72,07
48+060	68,50	3,79	96,00	0,44	0,52	0,02	72,31	2,98	1400,00	0,24	72,31

Notas:

- 1 Abscisa y cotas con base en sistema de la EAAB: Estudio "Control de inundaciones del Río Bogotá Obras en el Jardín Izquierdo del Río"
- 2 Velocidades según modelación del informe del Falco Control de inundaciones del Río Bogotá Obras en el Jardín Izquierdo del Río
- 3 Y=2,73 (m. a. l. n. t. r. a. p. e. z. u. l. l. e. c. a. n. a. l. d. e. r. e. h. e. r. e. n. t. e. / e. c. l. i. n. a)

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE AERONAUTICA CIVIL  
ESTUDIOS TECNICOS S. A.

CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO  
RELOCALIZACION RIO BOGOTA.

VERIFICACION HIDRAULICA  
SECCION TRAPEZOIDAL BASE=20m  
CAUDAL=60m<sup>3</sup>/sg

FECHA: Febrero de 1995

FIGURA H-1  
HOJCAL1 XLS

263

# CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO VERIFICACION HIDRAULICA RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA CUADRO DE CALCULO METODO DIRECTO EN ETAPAS

ABSCISA (Estación)	Cota Fondo (m)	Alt Lam Agua Y(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Veloc Informe (m/sg)(Z)	Velocidad (m/sg)	C Velocidad (m)	L Energia (m)	R (m)	Distancia X m	Hf (m)	L Energia calculada
37+970	66,00	4,99	144,93	0,69		0,02	73,02	4,17	0,00		73,02
38+782	66,50	6,59	140,85	0,71		0,03	73,11	4,05	822,00	0,09	73,11
39+613	67,10	6,08	140,08	0,73		0,03	73,20	4,12	821,00	0,09	73,20
INICIA CANAL DE RELOCALIZACION											
40+910	67,40	5,88	186,75		0,54	0,02	73,30	4,03	1297,00	0,10	73,30
41+204	67,47	5,83	205,51		0,49	0,01	73,31	3,95	294,26	0,01	73,31
42+000	67,55	5,69	197,60		0,51	0,01	73,35	3,84	795,74	0,04	73,35
42+800	67,83	5,54	189,22		0,53	0,02	73,39	3,73	800,00	0,04	73,39
43+258,60	67,94	5,46	184,79		0,54	0,02	73,42	3,67	458,60	0,03	73,42
43+510,57atrás											
44+970adelante	68,00	5,41	166,32		0,60	0,02	73,43	3,77	251,97	0,01	73,43
EMPALME CON SECCION EXISTENTE DEL RIO											
45+845	68,20	5,31	143,00	0,60	0,70	0,03	73,54	2,63	875,00	0,11	73,54
46+660	68,40	5,23	155,50	0,57	0,64	0,02	73,65	3,09	815,00	0,11	73,65
48+060	68,50	5,29	162,00	0,55	0,61	0,02	73,81	3,73	1400,00	0,16	73,81

Notas.

- 1-Abscisado y cotas con base en sistema de la EAAB Estudio "Control de inundaciones del Río Bogotá Obras en el Jardín izquierdo del Río"
- 2-Velocidades según modelación del informe del Estudio Control de inundaciones del Río Bogotá Obras en el Jardín izquierdo del Río
- 3-Y=4,01 (Sección trapezoidal canal de relocalización)

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTUDIOS TECNICOS S.A.	CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO RELOCALIZACION RIO BOGOTA.		VERIFICACION HIDRAULICA SECCION TRAPEZOIDAL BASE=20m	
			CAUDAL=100m <sup>3</sup> /sg	FECHA: Febrero de 1996
			FIGURA	H 2

HOJAS 1 X 15

**CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO  
VERIFICACION HIDRAULICA RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA  
CUADRO DE CALCULO  
METODO DIRECTO EN ETAPAS**

ABSCISA (Estación)	Cota Fondo (m)	Alt Lam Agua Y(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Veloc Informe (m/sg)(2)	Velocidad (m/sg)	C Velocidad (m)	L Energia (m)	R (m)	Distancia X m	Hf (m)	L Energia calculada
37+970	66.00	6.13	194.61	0.77		0.03	74.16	3.86			74.16
38+792	66.50	7.73	182.93	0.82		0.03	74.26	4.09	822.00	0.10	74.26
39+613	67.10	7.23	176.47	0.85		0.04	74.36	4.45	821.00	0.10	74.36
INICIA CANAL DE RELOCALIZACION											
40+910	67.40	7.06	240.89		0.62	0.02	74.48	4.67	1297.00	0.12	74.48
41+204	67.47	7.00	274.63		0.55	0.02	74.49	4.79	294.26	0.01	74.49
42+000	67.65	6.84	254.85		0.57	0.02	74.51	4.68	795.74	0.02	74.51
42+800	67.83	6.68	254.56		0.59	0.02	74.53	4.56	800.00	0.02	74.53
43+258.60	67.94	6.56	248.58		0.60	0.02	74.54	4.49	458.60	0.01	74.54
43+510 5/tras											
44+970adelante:	68.00	6.51	214.96		0.70	0.03	74.54	4.37	251.97	0.01	74.55
EMPALME CON SECCION EXISTENTE DEL RIO											
45+845	66.20	6.39	191.00	0.68	0.78	0.03	74.62	3.30	875.00	0.08	74.62
46+660	66.40	6.30	208.64	0.66	0.72	0.03	74.73	3.68	815.00	0.11	74.73
48+060	66.50	6.38	215.00	0.63	0.69	0.03	74.91	3.94	1400.00	0.18	74.91

- Notas:  
 1. Abacisado y cotas con base en sistema de la EAAB Estudio "Control de inundaciones del Río Bogotá Obras en el Jarillón izquierdo del Río"  
 2. Velocidades según modelación del Informe del Estudio Control de inundaciones del Río Bogotá Obras en el Jarillón izquierdo del Río  
 3. Yn=4.98 (Sección traapezoidal canal de relocalización)

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTUDIOS TECNICOS S.A.	CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO		VERIFICACION HIDRAULICA
	RELOCALIZACION RIO BOGOTA.		
	CAUDAL=150m <sup>3</sup> /sg	FECHA: Febrero de 1998	FIGURA: H-3

# CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO ELDORADO VERIFICACION HIDRAULICA RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA CUADRO DE CALCULO METODO DIRECTO EN ETAPAS

ABSCISA (Estación)	Cota Fondo (m)	Alt Lam Agua Y(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Veloc Informe (m/sq)(2)	Velocidad (m/sq)	C Velocidad (m)	L Energia (m)	R (m)	Distancia X m	Hf (m)	L Energia calculada
37+970	68.00	3.50	87.72	0.57	0.02		71.52	2.9			71.52
38+792	68.50	5.09	92.60	0.54	0.01		71.60	2.96	822.00	0.08	71.60
39+613	67.10	4.56	92.59	0.54	0.02		71.67	2.94	821.00	0.07	71.67
INICIA CANAL DE RELOCALIZACION											
40+910	67.40	4.34	102.11		0.49		71.75	2.99	1297.00	0.08	71.75
41+204	67.47	4.28	100.97		0.49		71.76	2.52	294.28	0.01	71.76
42+000	67.65	4.14	98.12		0.51		71.80	2.48	795.74	0.04	71.80
42+800	67.83	3.98	95.27		0.52		71.83	2.46	800.00	0.03	71.83
43+258.60	67.94	3.89	93.71		0.53		71.85	2.44	458.60	0.02	71.85
43+510.57+base											
44+970adelante	68.00	3.84	87.09		0.57		71.86	2.71	251.97	0.01	71.86
EMPALME CON SECCION EXISTENTE DEL RIO											
44+970 atras*											
45+845 edel	68.20	3.77	75.00	0.53	0.66		71.99	2.40	875.00	0.13	71.99
46+680	68.40	3.68	92.00	0.45	0.54		72.10	2.30	815.00	0.12	72.10
48+060	68.50	3.78	96.00	0.44	0.52		72.30	3.07	1400.00	0.20	72.30

Notas

1 Abaciado y cotas con base en sistema de la EAAB Estudio "Control de inundaciones del Rio Bogota Obras en el Jarillon izquierdo del Rio"

2 Velocidades segun modelación del informe del Estudio Control de inundaciones del Rio Bogota Obras en el Jarillon izquierdo del Rio

3 Yn=3,13 (Sección trapezoidal canal de relocalización)

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTUDIOS TECNICOS S.A.	CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO RELOCALIZACION RIO BOGOTA.	VERIFICACION HIDRAULICA SECCION TRAPEZOIDAL BASE=15m CAUDAL=50m <sup>3</sup> /sg
		FECHA: Febrero de 1995 FIGURA: H-4

**CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO**  
**VERIFICACION HIDRAULICA RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA**  
**CUADRO DE CALCULO**  
**METODO DIRECTO EN ETAPAS**

ABSCISA (Estación)	Cota Fondo (m)	Alt Lam Agua y(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Veloc Informe (m/sg)(2)	Velocidad (m/sg)	C. Velocidad (m)	L Energia (m)	R (m)	Distancia X m	Hf (m)	L Energia calculada
37+970	66.00	4.99	144.93	0.69	0.02		73.02	4.17	0.00		73.02
38+792	66.50	6.59	140.85	0.71	0.03		73.11	4.05	822.00	0.09	73.11
39+613	67.10	6.08	140.08	0.73	0.03		73.20	4.12	821.00	0.09	73.20
INICIA CANAL DE RELOCALIZACION											
40+910	67.40	5.90	158.12		0.63		73.32	3.82	1297.00	0.12	73.32
41+204	67.47	5.85	177.39		0.56		73.34	3.76	294.26	0.02	73.34
42+000	67.65	5.73	171.20		0.58		73.40	3.67	795.74	0.06	73.40
42+800	67.83	5.61	165.07		0.61		73.46	3.58	800.00	0.06	73.46
43+258.60	67.94	5.54	161.52		0.62		73.50	3.53	458.60	0.04	73.50
43+510.57			142.63		0.70		73.52	3.61	251.97	0.03	73.52
44+970	68.00	5.49									
EMPALME CON SECCION EXISTENTE DEL RIO											
45+845	68.20	5.41	148.00	0.60	0.68		73.64	2.70	875.00	0.12	73.64
46+680	68.40	5.33	163.00	0.57	0.61		73.74	3.10	815.00	0.11	73.74
48+060	68.50	5.42	170.00	0.55	0.59		73.94	3.10	1400.00	0.19	73.94

Notas.

- 1-Abscisado y cotas con base en sistema de la EAAB-Estudio "Control de inundaciones del Rio Bogotá Obras en el Jarillón izquierdo del Rio"
- 2-Velocidades segun modelación del Informe del Estudio Control de inundaciones del Rio Bogotá Obras en el Jarillón izquierdo del Rio
- 3-Yn=4.53 (Sección trapezoidal canal de relocalización)

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTUDIOS TECNICOS S.A.	CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO		VERIFICACION HIDRAULICA	
	RELOCALIZACION RIO BOGOTA.		SECCION TRAPEZOIDAL BASE=15m	
	CAUDAL = 100m <sup>3</sup> /sg	FECHA: Febrero de 1996	FIGURA N° 0	

# CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO

## VERIFICACION HIDRAULICA RELOCALIZACION DEL RIO BOGOTA

### CUADRO DE CALCULO

### METODO DIRECTO EN ETAPAS

ABSCISA (Estación)	Cota Fondo (m)	AH Lam. Agua Y(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Veloc Informe (m/s)g(2)	Velocidad (m/s)g	C Velocidad (m)	L Energia (m)	R (m)	Distancia X m	Hf (m)	L Energia calculada
37+970	66.00	6.13	194.81	0.77		0.03	74.36	3.86			74.11
38+792	66.50	7.73	182.93	0.82		0.03	74.26	4.09	822.00	0.10	74.26
39+613	67.10	7.23	176.47	0.85		0.04	74.36	4.45	821.00	0.10	74.36
INICIA CANAL DE RELOCALIZACION											
40+910	67.40	7.05	205.16		0.73	0.03	74.48	4.41	1297.00	0.12	74.48
41+204	67.47	7.00	239.63		0.63	0.02	74.49	4.58	294.26	0.01	74.49
42+000	67.65	6.84	230.65		0.65	0.02	74.51	4.47	795.74	0.02	74.51
42+800	67.83	6.68	221.78		0.68	0.03	74.54	4.36	800.00	0.03	74.54
43+258.60	67.94	6.59	216.83		0.69	0.03	74.56	4.30	458.60	0.02	74.56
43+510.57 avras											
44+970 adelan	68.00	6.53	183.23		0.82	0.04	74.57	4.15	251.97	0.01	74.57
EMPALME CON SECCION EXISTENTE DEL RIO											
45+845	68.20	6.43	192.00	0.68	0.78	0.03	74.66	3.42	875.00	0.09	74.66
46+660	68.40	6.33	205.00	0.66	0.73	0.03	74.76	3.67	815.00	0.10	74.76
48+060	68.50	6.38	215.00	0.63	0.69	0.03	74.91	4.63	1400.00	0.15	74.91

Notas

- 1- Abscisado y cotas con base en sistema de la EAAB. Estudio "Control de inundaciones del Rio Bogotá Obras en el Jarillón izquierdo del Rio"
- 2- Velocidades según modelación del informe del Estudio "Control de inundaciones del Rio Bogotá Obras en el Jarillón izquierdo del Rio"
- 3- Cálculo del Yn=5,56 (Sección traapezoidal canal de relocalización)

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTUDIOS TECNICOS S.A.	CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA AEROPUERTO EL DORADO RELOCALIZACION RIO BOGOTA.	VERIFICACION HIDRAULICA SECCION TRAPEZOIDAL BASE=15m CAUDAL=150m <sup>3</sup> /sg
		FECHA: Febrero de 1995    FIGURA: H-6

**APENDICE 2.**

**EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD GEOTÉCNICA  
MEMORIAS.**



*CAPITULO III*  
*ANALISIS GEOTECNICO DE LA SECCION*  
*DISEÑADA*

# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

## DESVIACION DEL RIO BOGOTA

### EVALUACION DE ESTABILIDAD DE LA EXCAVACION

#### 1.0 ANTECEDENTES

Para poder construir la nueva pista se hace necesario relocalizar un tramo del Río Bogotá en el extremo occidental de la pista. Esta relocalización requiere excavaciones de hasta 10m de altura en los suelos blandos de la Sabana de Bogotá, cuya estabilidad es necesario evaluar para condiciones con y sin sismo.

#### 2.0 SECCION DE ANALISIS

Se analiza la Sección K 45+532.29, la cual se estima como la más crítica, con las siguientes características:

- Ancho de Fondo: 28.64m
- Cota de Fondo : 2537.31 (IGAC)
- Cota de Terreno : 2546.74 (IGAC)
- Cota Aguas Máximas: 2545.0 (IGAC)
- Cota Aguas Mínimas: 2539.5 (IGAC)
- Taludes : 2H:1V
- Berma : 3m a la cota 2541.56

#### 3.0 CARACTERISTICAS DEL SUELO

En este sector se ejecutaron los Barrenos B-1 y B-2, de los cuales se tomaron los datos de densidad  $G_t$  y resistencia no drenada  $S_u$ , los cuales, combinados con los resultados de los otros sondeos y barrenos ejecutados por Estudios Técnicos, permiten deducir un perfil promedio. De la experiencia del Consultor y de trabajos de tesis se han adoptado también parámetros efectivos de resistencia  $c'$  y  $\phi'$ , con el siguiente resultado (Figuras 1 a 4)

<u>Suelo</u> <u>No.</u>	<u>Profundidad</u> <u>Z (m)</u>	<u>Peso Unitario</u> <u><math>G_t</math> (t/m<sup>3</sup>)</u>	<u><math>S_u</math></u> <u>(t/m<sup>2</sup>)</u>	<u><math>c'</math></u> <u>(t/m<sup>2</sup>)</u>	<u><math>\phi'</math></u> <u>(°)</u>
1	0 - 1	2.000	7.50	1.6	16.5
2	1 - 2	1.900	4.25	1.2	19.0
3	2 - 3	1.793	6.75	0.8	21.0
4	3 - 4	1.698	8.25	0.6	23.0
5	4 - 5	1.623	6.00	0.2	26.0
6	5 - 6	1.556	4.25	0.0	28.0
7	6 - 7	1.500	3.50	0.0	29.5
8	7 - 9	1.450	2.75	0.0	30.5
9	8 - 9	1.450	2.75	0.0	32.5
10	9 -12	1.420	2.75	0.15	34.0
11	12 -17	1.350	2.75	0.40	35.0
12	17 -25	1.320	3.50	0.40	35.0
13	25 -30	1.320	5.00	0.40	35.0
14	30 -41	1.350	6.00	0.40	35.0
15	41 -50	1.400	4.25	0.40	35.0

El nivel freático se ha adoptado a una profundidad de 6m, dado que, de acuerdo a lo encontrado en la exploración el nivel piezométrico está más bajo a medida que se aleja del río.

#### 4.0 AMENAZA SISMICA

Es importante evaluar la amenaza sísmica para el sector, para lo cual se estima que los depósitos cuaternarios en el área tienen un espesor de 500 m y para los cuales se han inferido dos perfiles típicos (A y B) con las propiedades indicadas en las Figuras 5 y 6.

Para encontrar las aceleraciones en este perfil se emplearon los estudios de riesgo sísmico de AIS y se adoptó una máxima aceleración de 0.21g en la roca basal, correspondiente a un período de retorno de 1000 años y una confiabilidad del 99.9%. Para el Código 1400, la aceleración de diseño es de 0.143g, para período de retorno de 476 años y confiabilidad del 90%.

La curva de aceleraciones horizontales en roca para Bogotá puede asumirse de los datos de AIS, para el 99.9% de confiabilidad como:

$$ah/g = 0.01989 * Tr^{0.33769} \quad (1)$$

en donde      ah = aceleración horizontal  
                  g = aceleración de la gravedad (981 cm/s<sup>2</sup>)  
                  Tr = período de retorno (años)

Para los dos perfiles inferidos se empleó el programa SHAKE de propagación unidimensional de ondas, empujando el sismo de El Centro (SE) que tiene máxima aceleración de 0.36g, escalada en un 60%, para dar 0.212g en la roca basal y modificando los valores de reducción de módulo y amortiguamiento con los valores de arcillas blandas presentados por Dobry. Los resultados de la variación de aceleración con profundidad se presentan en las Figuras 7 y 8, en escalas diferentes, indicando lo obtenido en los dos perfiles, el promedio de los dos y la aceleración promedio de superficie a la profundidad considerada.

Se aprecia que hay una reducción promedio de la aceleración en superficie de 0.516 y a 25m de profundidad de 0.479, con lo cual la amenaza sísmica para superficie y a 25m viene dada por (Figura 9):

$$ah/g)_{sup} = 0.01026 * Tr^{0.33769} \quad (2a)$$

$$ah/g)_{25m} = 0.00953 * Tr^{0.33769} \quad (2b)$$

Con esto la aceleración del Código en superficie viene dada por:

$$ah \text{ código})_{sup} = 0.074g$$

Aun cuando los perfiles son inferidos, de la experiencia del Consultor se puede decir que representan límites esperados de comportamiento del grueso depósito de la Sabana de Bogotá, con base en resultados de otros depósitos de arcilla blanda, en especial el de Ciudad de México.

## 5.0 ANALISIS DE ESTABILIDAD

Se empleo el programa TALUD, versión modificada del conocido programa STABL1 de la Universidad de Purdue, que es muy versátil y permite incorporar sismo y otras variantes. Se usó el Método de Bishop Modificado de superficies circulares, con 200 círculos de tanteo para obtener el mínimo factor de seguridad en cada caso.

Se analizaron dos perfiles, ambos con la berma intermedia de 3m, y taludes 2.0H:1V (de diseño) y 2.5H:1V, tanto para resistencia no drenada  $S_u$  (para falla de base y falla de pie de talud) como para resistencia efectiva (para falla de base con y sin succión), cuyos resultados se presentan en las Figuras 10 a 15, y los factores de seguridad y condiciones críticas pueden resumirse así, para falla de base en todos los casos y sin succión en el caso  $c', \phi'$ , la cuales son las más críticas:

Condición	Talud 2.0:1		Talud 2.5:1	
	$S_u$	$c', \phi'$	$S_u$	$c', \phi'$
Sin Sismo	1.696	1.325	1.707	1.491
ah/g=0.050	1.121	1.224	1.103	1.256
ah/g=0.100	0.754	1.041	0.749	1.093
ah/g=0.125	---	0.898	--	0.940
ah/g=0.150	0.570	0.861	0.555	0.908
Aceleraciones Críticas ( $F_s=1$ )	0.070	0.107	0.072	0.115
Tr (años)(25m)	367.1	1289.7	399.0	1596.7
Tr (años)(sup)	294.2	1033.8	319.8	1279.9
acrit/acódigo	94.8%	144.9%	97.6%	155.8%

Se hizo un análisis adicional con talud 2.5:1 abajo de la berma y 2:1 arriba de la berma, pero sus resultados (Figura 16), intermedios entre los dos anteriores y tal vez más próximos a los de 2:1 no justificaron continuar su profundización.

## 6.0 EVALUACION DE RESULTADOS

De los análisis anteriores puede concluirse:

- En términos de resistencia  $S_u$  no hay mejora al tender el talud a 2.5:1 (Figura 10)
- Las superficies del análisis en términos de  $S_u$  son muy profundas y pueden llegar hasta 50m detrás de la cresta del talud (Figuras 11 y 12), pero es suficientemente conocido que éstas no son las reales.
- En términos de resistencia efectiva hay una ligera mejora al tender el talud a 2.5:1 (Figura 13).
- Las superficies del análisis de esfuerzos efectivos son mucho más modestas tanto en profundidad como en extensión (Fig. 14 y 15) y deben parecerse más a las que se presentarían en caso de falla.

- 475
- Las aceleraciones críticas para el análisis Su tienen períodos de retorno entre 300 y 400 años para confiabilidad del 99.9%, pero están muy cercanas a las condiciones del Código 1400.
  - Las aceleraciones críticas para esfuerzos efectivos superan ampliamente un período de retorno de 1000 años y son del orden de 50% más altas que las del Código 1400.

## 7.0 RECOMENDACIONES

Dado que:

- a) De todas maneras, debido al clima seco de la zona, se presentará algún grado de succión.
- b) Los análisis en términos de esfuerzos efectivos son realmente más confiables.
- c) En ningún caso se aprecia una mejora notable al tender el talud a 2.5:1.
- d) En caso sin sismo los factores de seguridad son adecuados.
- e) Las aceleraciones críticas tienen períodos de retorno altos.

Se recomienda:

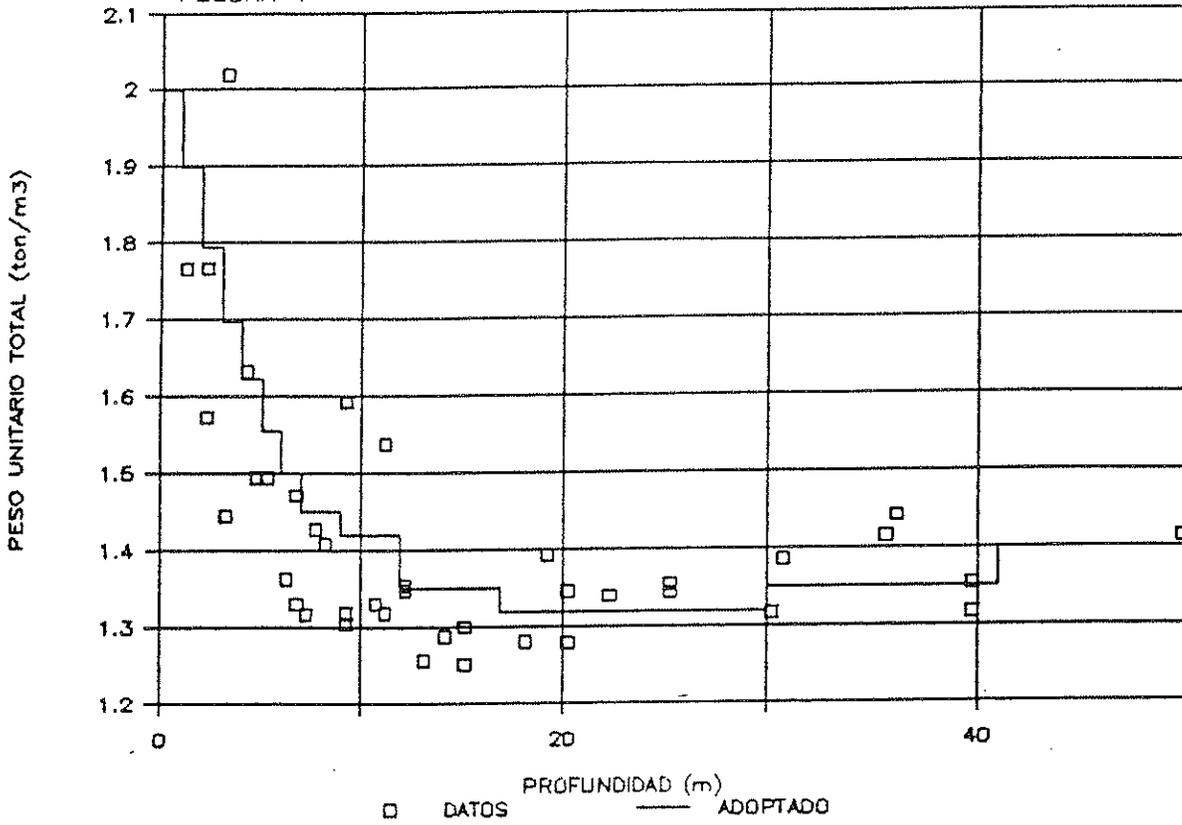
- a) Conservar la sección de diseño original con taludes 2:1 y berma de 3m.
- b) En previsión de una futura profundización del cauce, tal como está indicada en los planos, es conveniente reducir la altura de la cresta del talud a la cota 2545, para uniformarla además con los jarillones necesarios en otros sitios. Esto además ayuda a compensar movimientos de tierra.
- c) Todos los taludes deben empedrarse adecuadamente, incluida la berma.
- d) Debe disponerse una canaleta revestida (medios tubos o ladrillo) en la parte interior de la berma, con descargas al río (también revestidas) convenientemente espaciadas.
- e) Se debe arborizar la ronda del río con especies nativas, pues especies foráneas ávidas de agua (eucaliptus, urapanes, etc) causan grandes deformaciones que pueden hacer perder el borde libre.

ALVARO J. GONZALEZ

Enero 18 de 1994

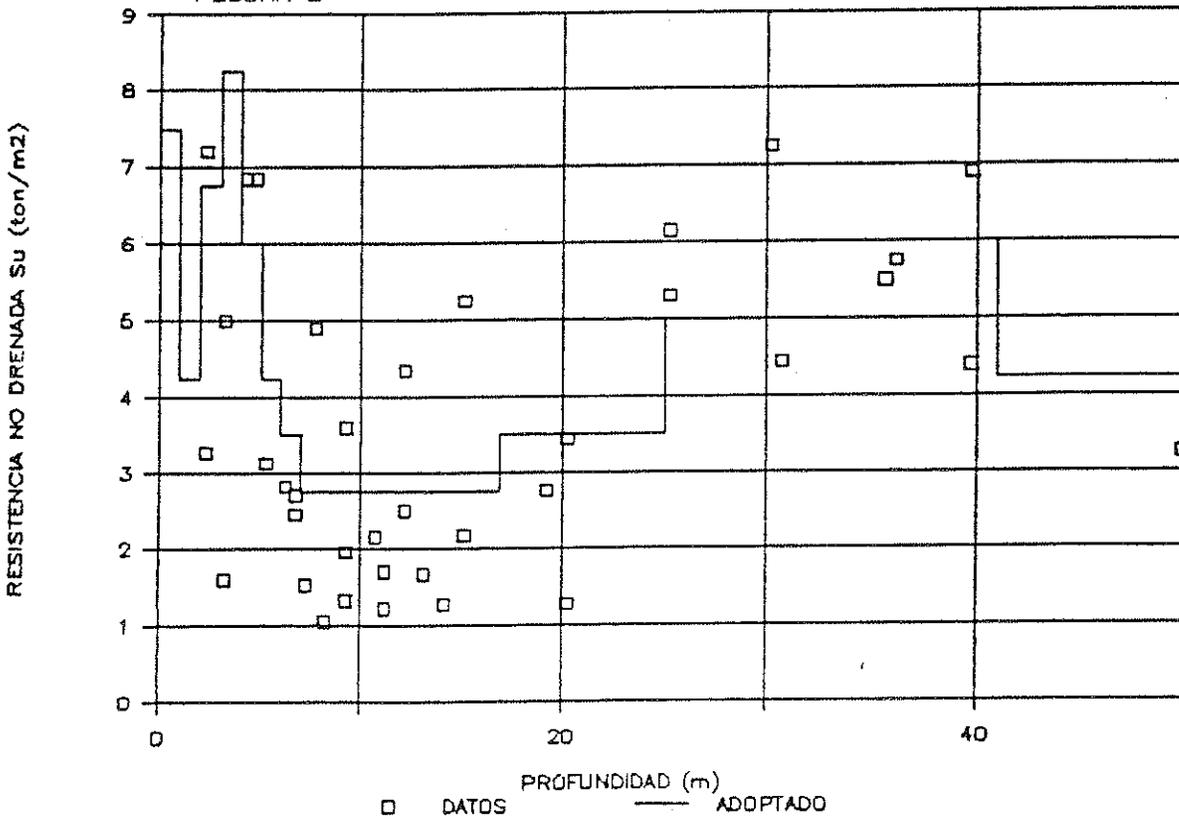
# AEROPUERTO ELDORADO- NUEVA PISTA

FIGURA 1 PESO UNITARIO - PERFIL EN EL RIO



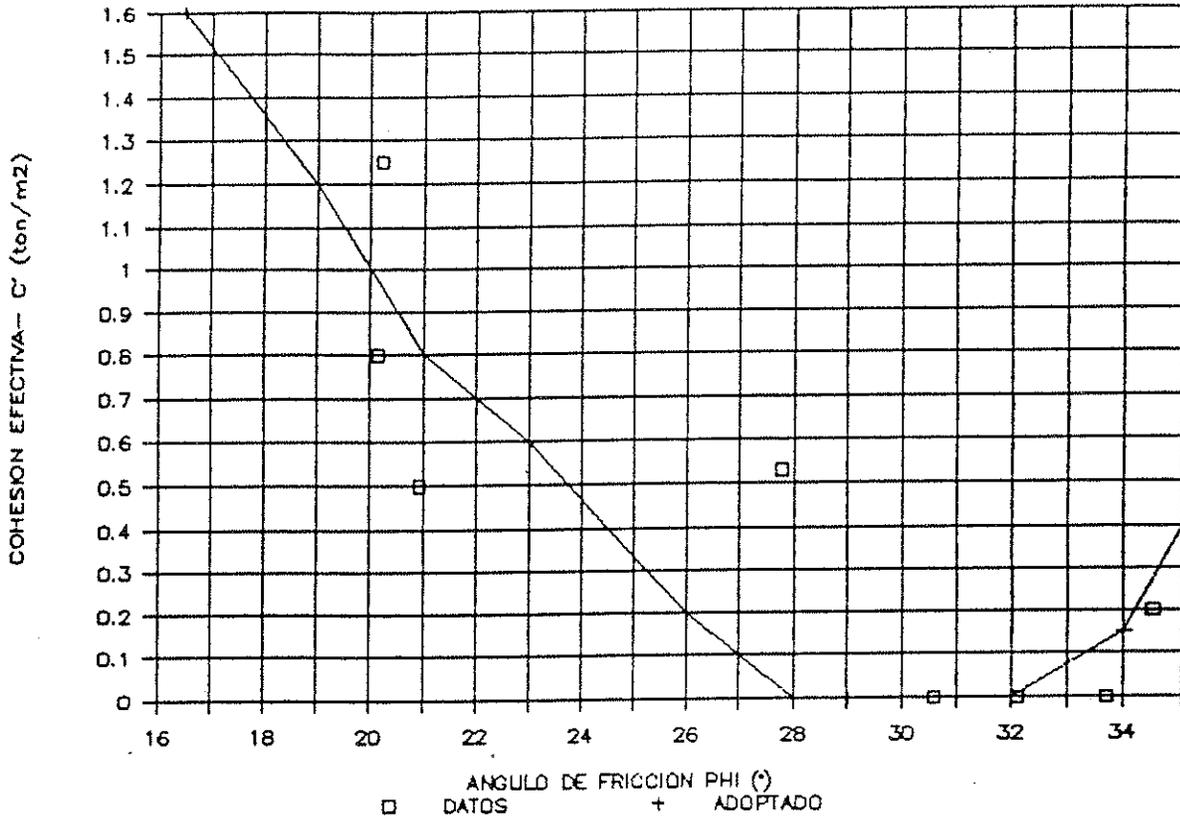
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 2 RESISTENCIA  $S_u$  - PERFIL EN EL RIO



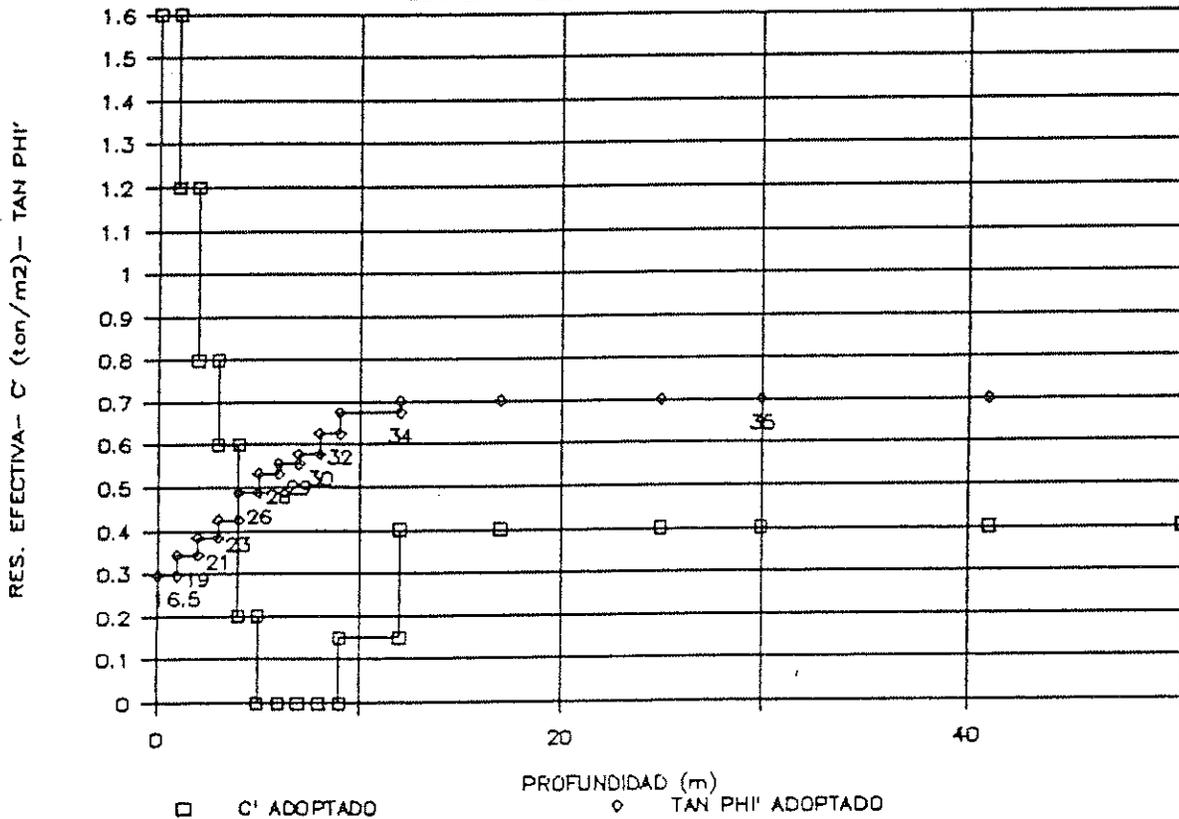
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 3 RESISTENCIA EFECTIVA - PERFIL EN EL RIO



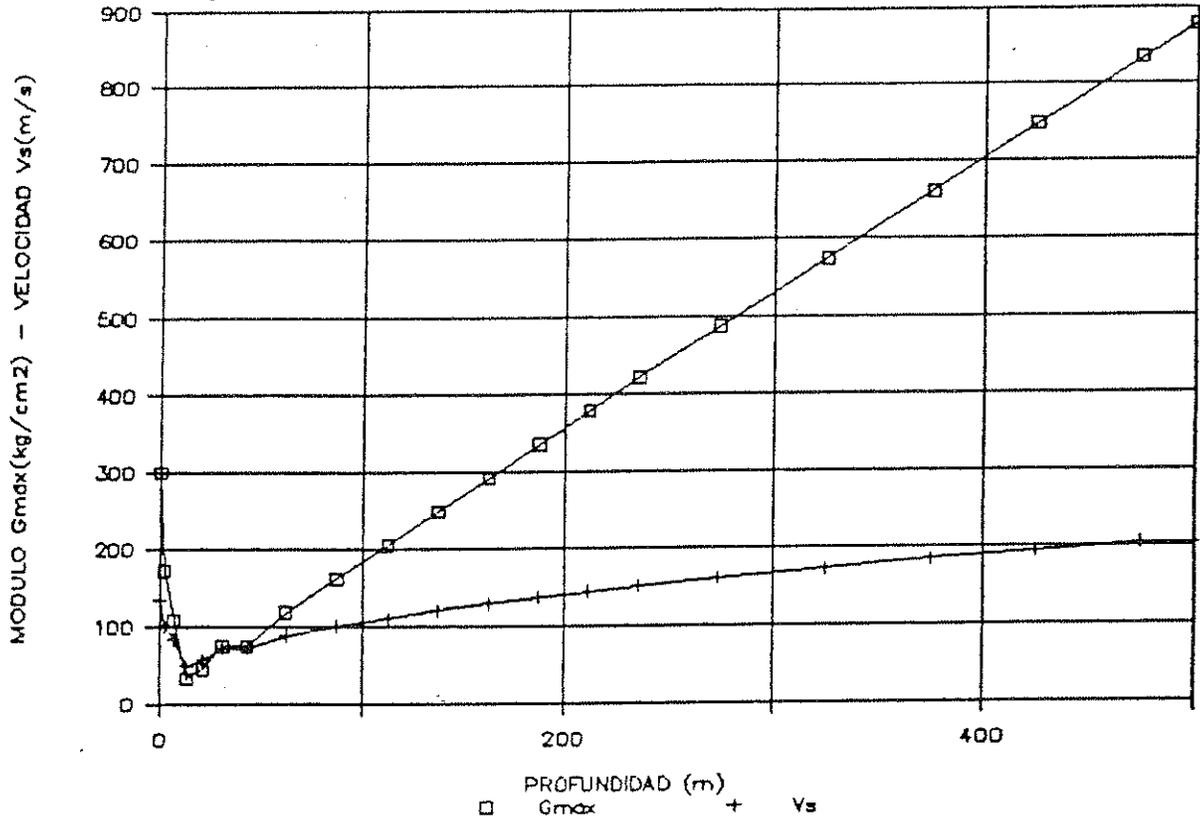
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 4 RESISTENCIA EFECTIVA - PERFIL EN EL RIO



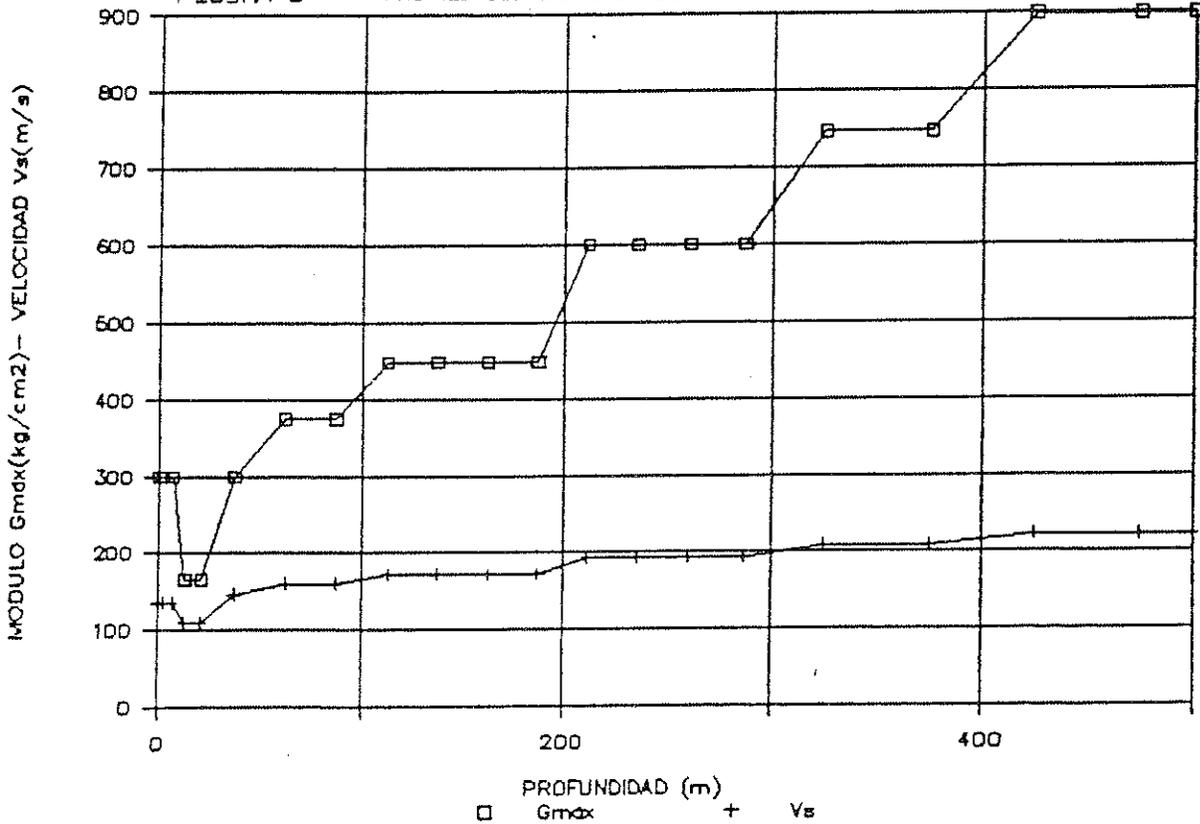
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 5 PROPIEDADES SISMICAS ADOPTADAS—PERFIL A



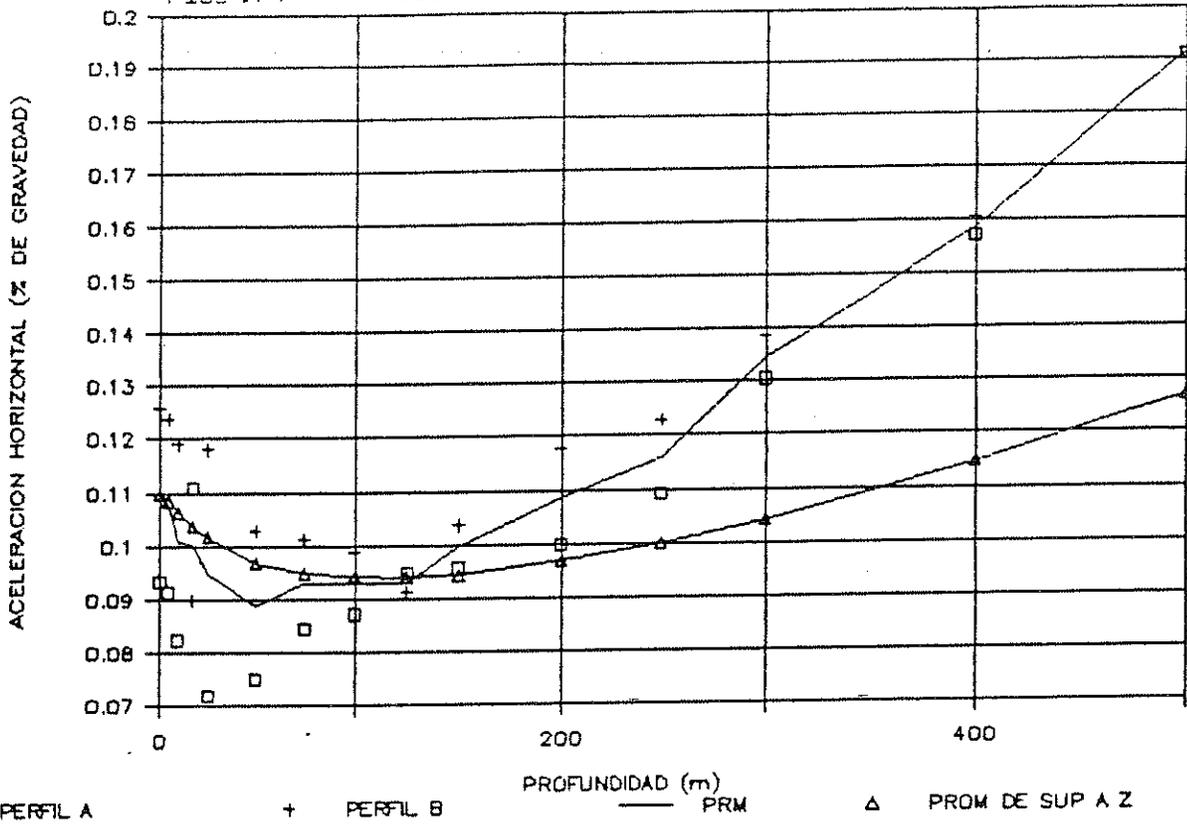
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 6 PROPIEDADES SISMICAS ADOPTADAS—PERFIL B



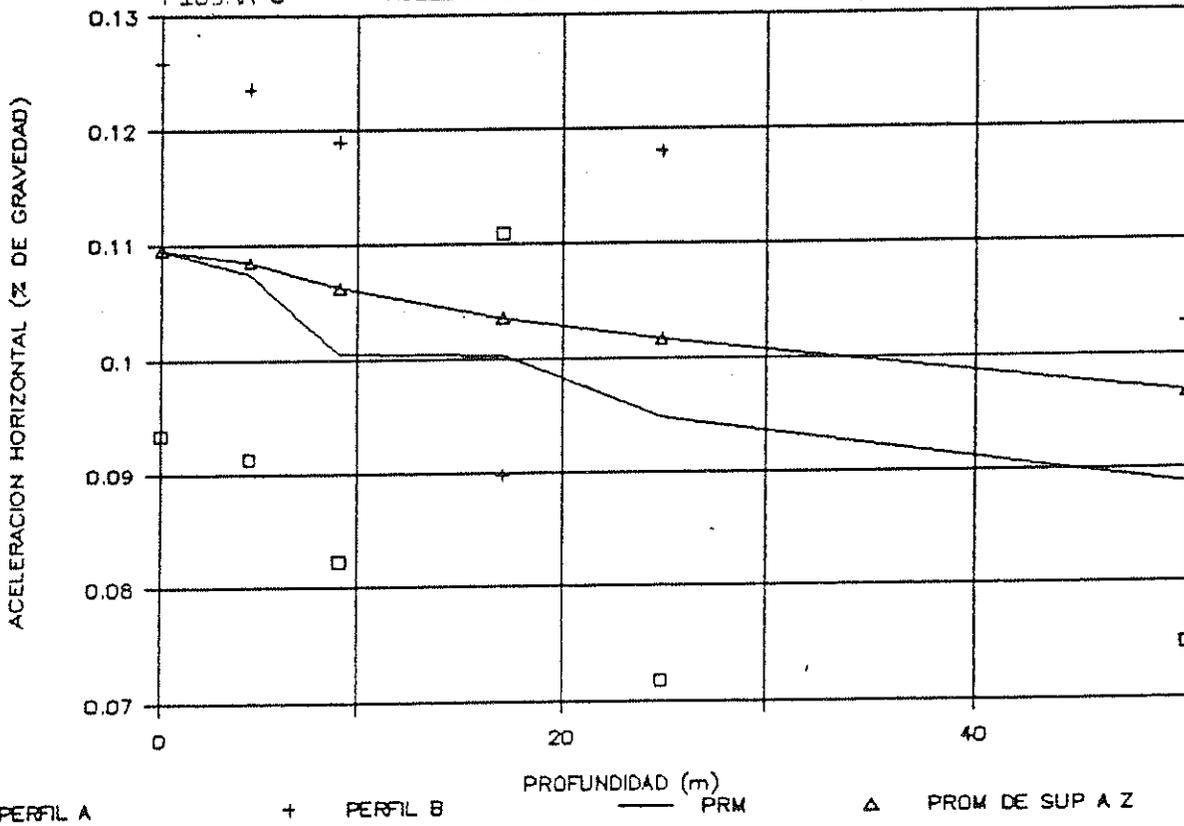
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 7 ACELERACIONES SISMICAS -CENTRO 0.212g



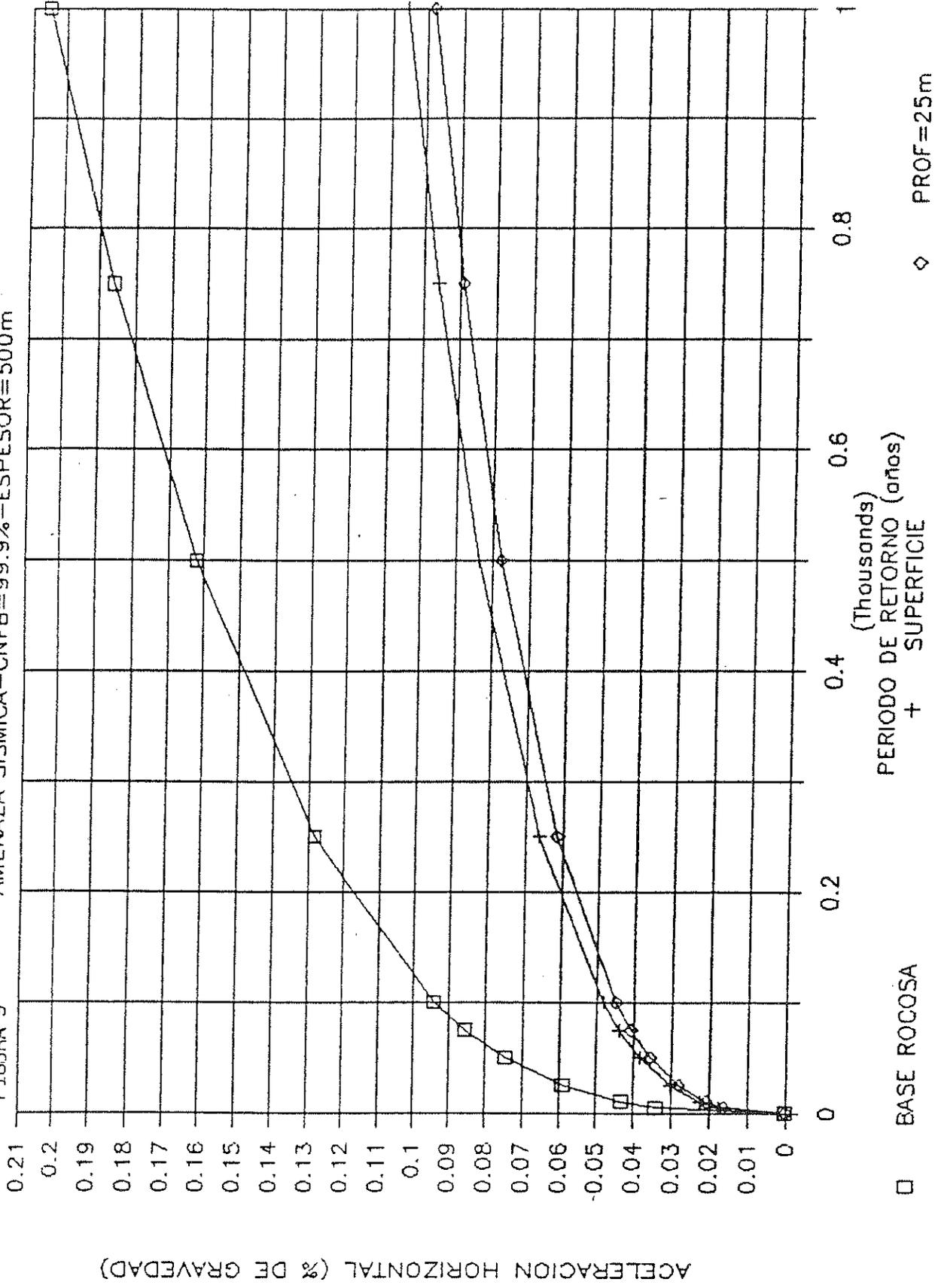
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 8 ACELERACIONES SISMICAS -CENTRO 0.212g



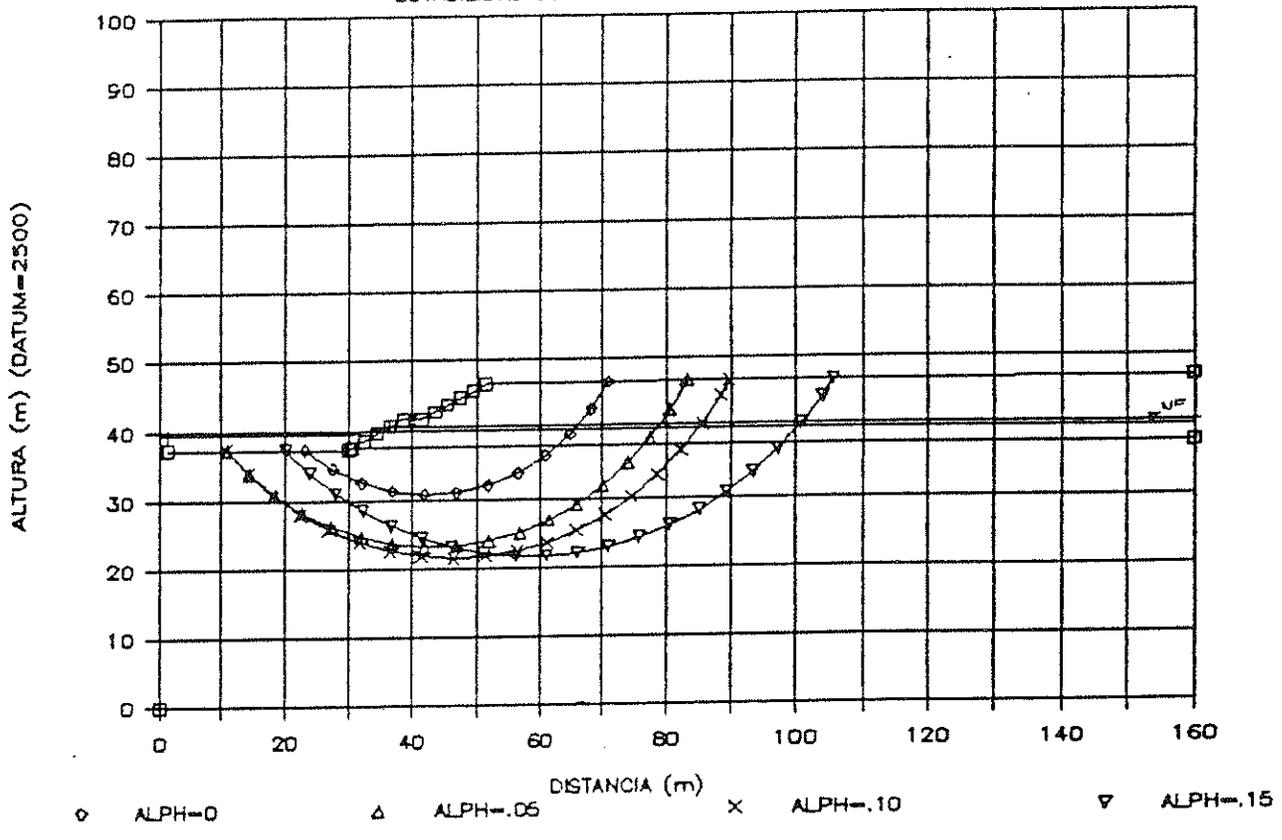
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 9 AMENAZA SISMICA - CNFB=99.9% - ESPESOR=500m



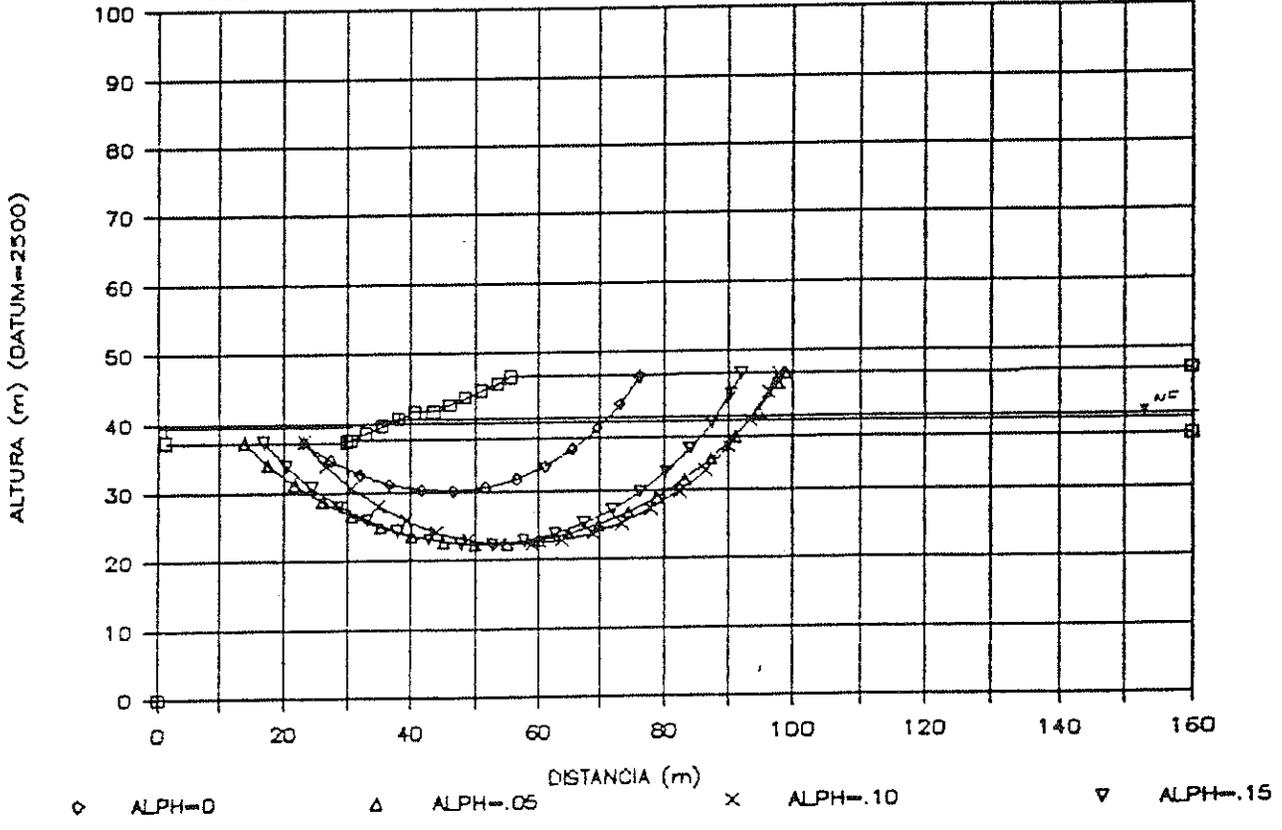
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 11 ESTABILIDAD DESVIO RIO - TALUD 2:1 - $6u$



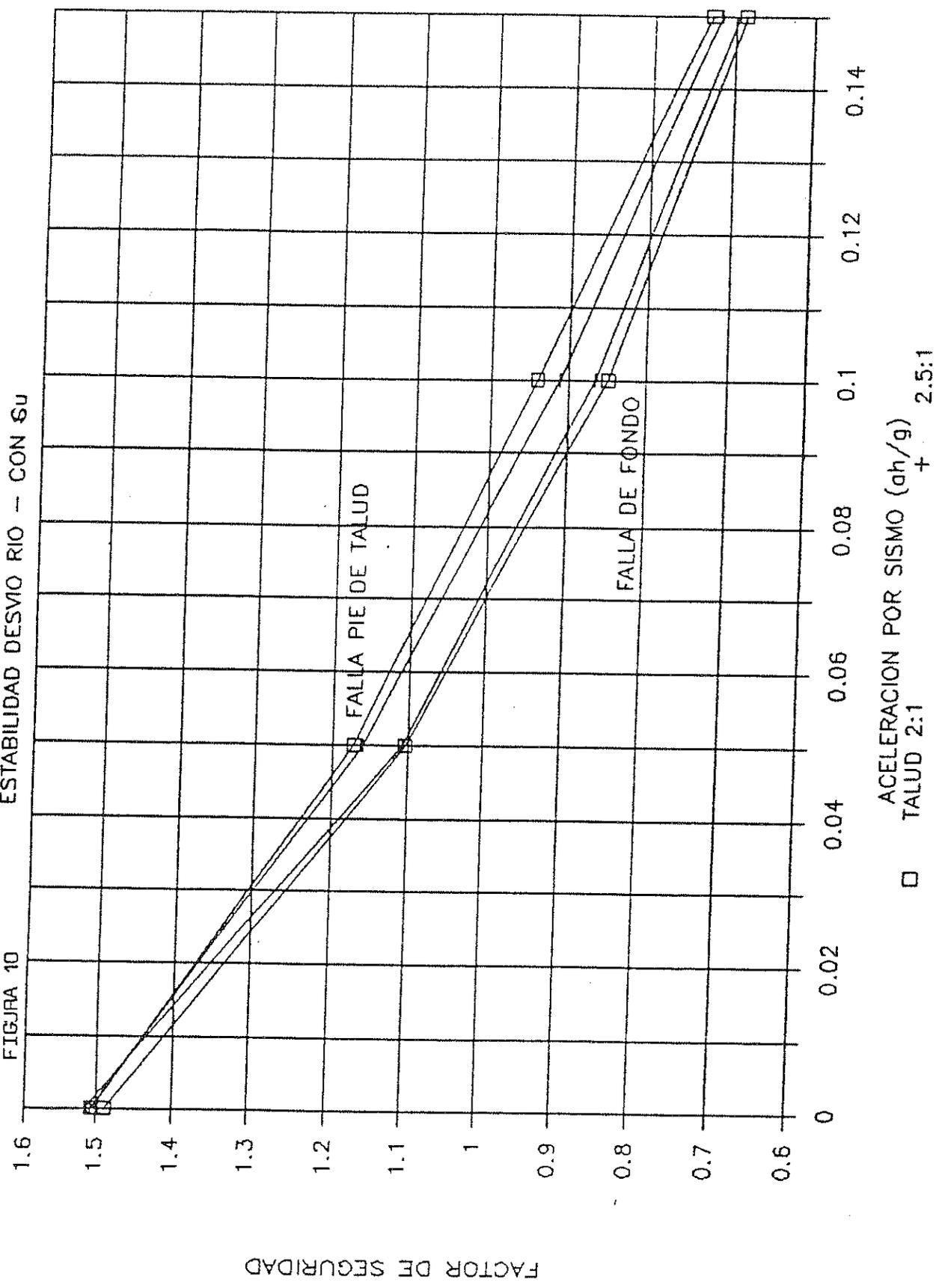
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 12 ESTABILIDAD DESVIO RIO - TALUD 2.5:1 - $6u$



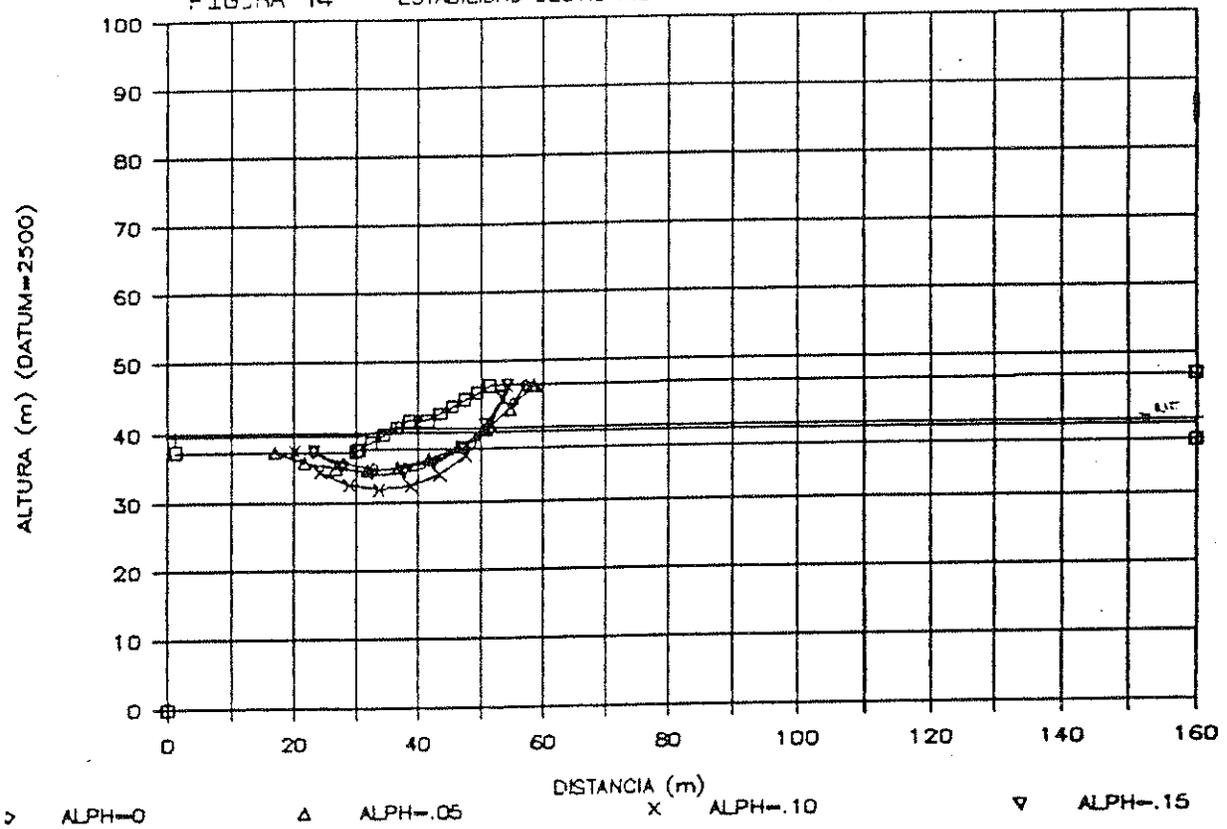
# ÁEROPUERTO EL DURADO - NUEVA PISTA

FIGURA 10 ESTABILIDAD DESVIO RIO - CON  $S_u$



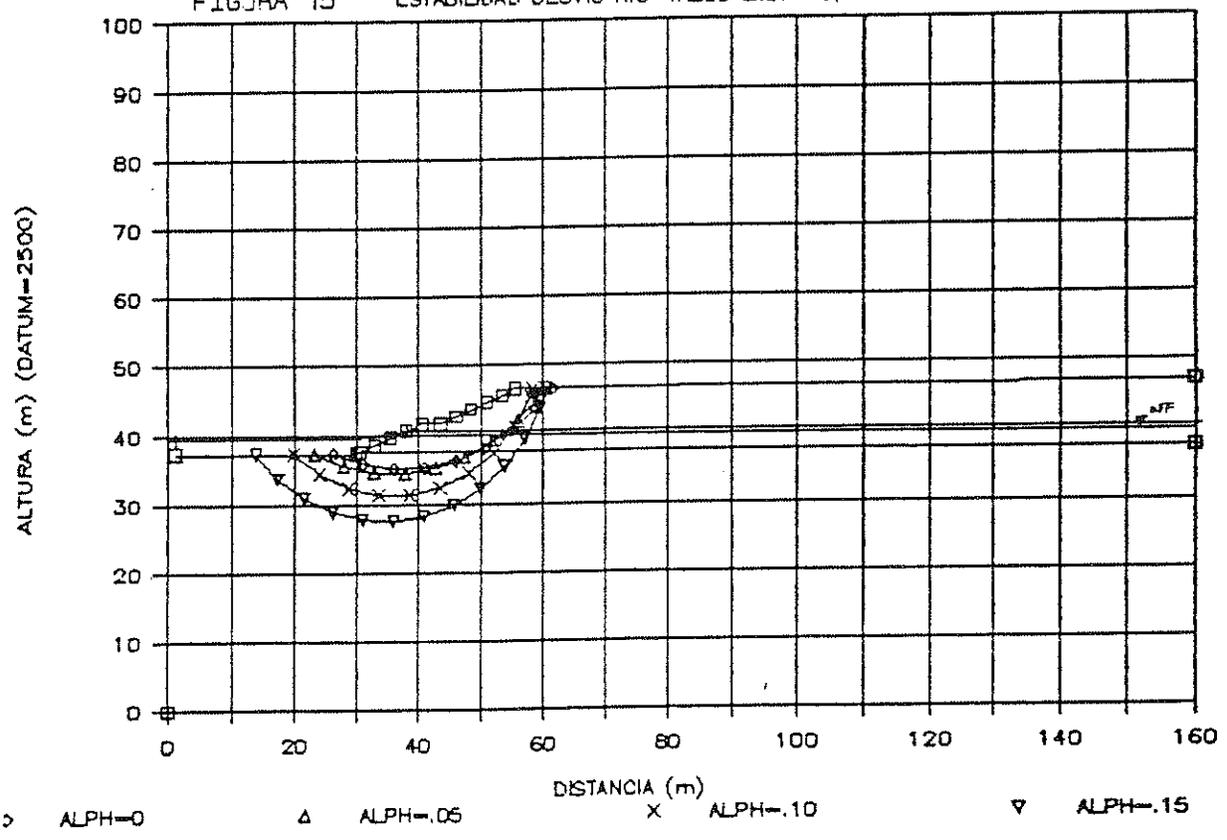
# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 14 ESTABILIDAD DESVIO RIO - TALUD 2:1 - C,PHI



# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

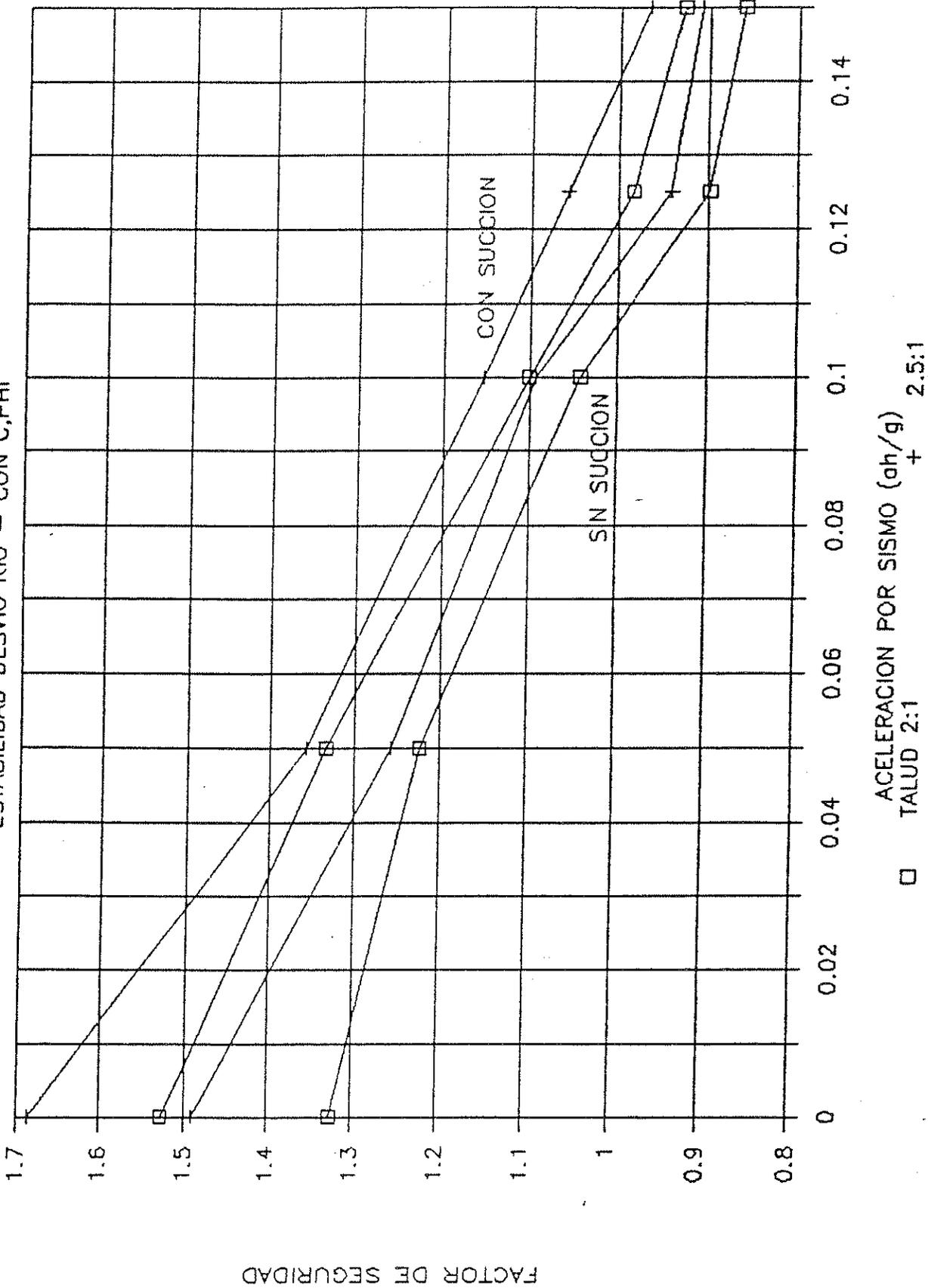
FIGURA 15 ESTABILIDAD DESVIO RIO - TALUD 2.5:1 - C,PHI



# AEROPUERTO ELDORADO - NUEVA PISTA

ESTABILIDAD DESVIO RIO - CON C.P.HI

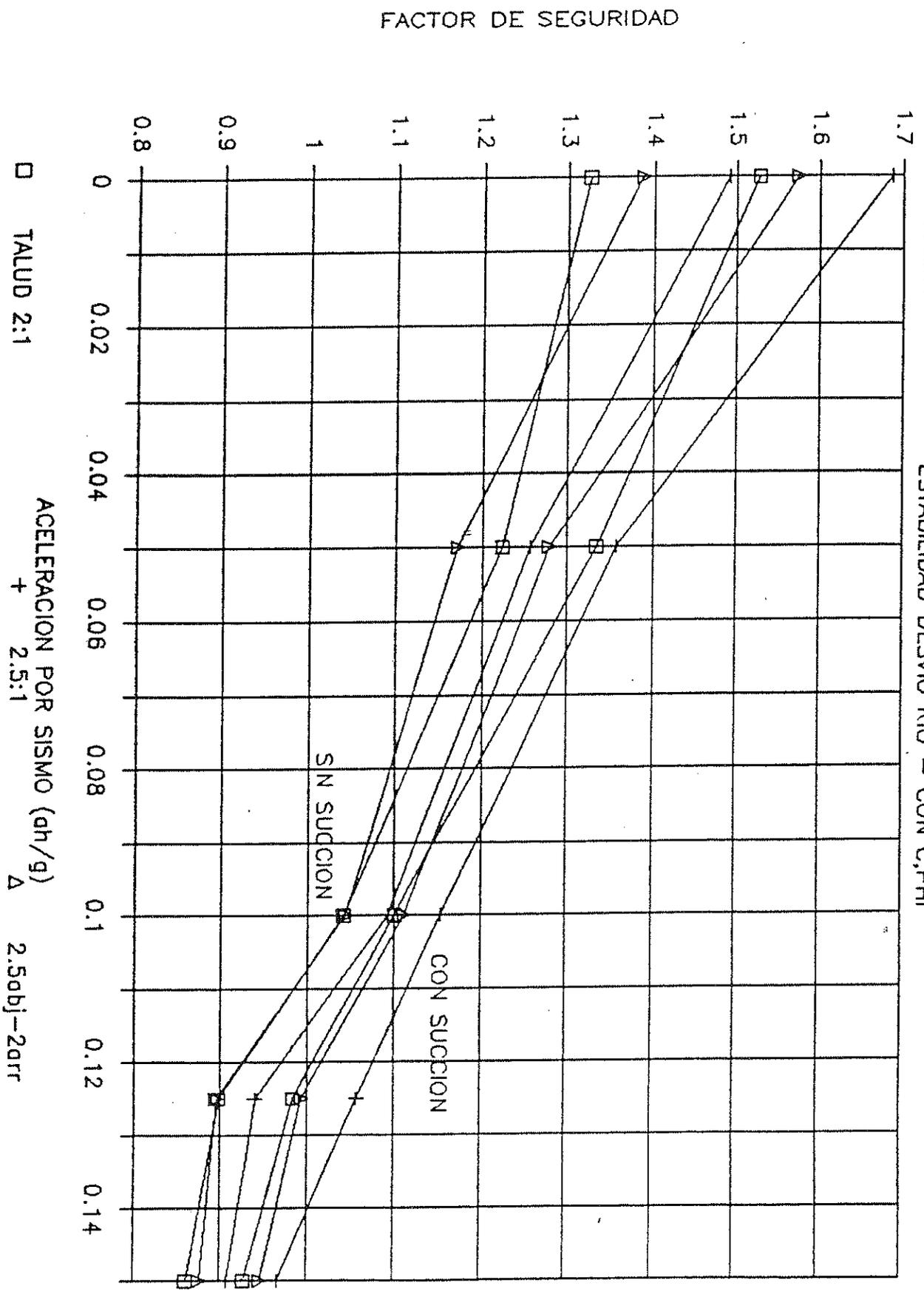
FIGURA 13



480

# AEROPUERTO EL DORADO - NUEVA PISTA

FIGURA 16 ESTABILIDAD DESVIO RIO - CON C.P.H.I





181

## APENDICE 3.

RESEÑA TÉCNICA DEL INFORME DE BYWATER PARA  
LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y LA E.A.A.B.



402

RESEÑA TECNICA VI  
ADECUACION HIDRAULICA  
CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION Y RESUMEN DE CONCLUSIONES	VI-1
2. AREAS DE DESARROLLO	VI-2
2.1 Usos Actuales y Futuros de la Tierra	VI-2
2.2 Drenaje Interno	VI-2
2.3 Inundaciones Causadas por el Río Bogotá	VI-3
2.4 La Necesidad del Drenaje y el Control de las Inundaciones	VI-3
3. DRENAJE - LAS ESTRATEGIAS ALTERNAS	VI-5
3.1 Bombeo	VI-5
3.2 Gravedad	VI-5
4. CAPACIDAD DEL CANAL EXISTENTE	VI-7
5. ESTIMACION DE LAS CRECIENTES EN EL RIO BOGOTA	VI-8
5.1 Caudales Pico en los Afluentes Mayores	VI-8
5.2 Caudales Pico en el Río Bogotá	VI-8
6. ELEMENTOS DE POSIBLES ESQUEMAS DE CONTROL DE INUNDACIONES	VI-10
6.1 Mejoras al Canal del Río	VI-10
6.2 Diques Longitudinales	VI-10
6.3 Almacenamiento en la Planicie de Inundación	VI-11
6.4 Embalses de Amortiguación	VI-11
6.5 Canales de Alivio	VI-11
7. OBRAS PARA DRENAJE Y CONTROL DE INUNDACIONES ANALIZADAS POR HIDROESTUDIOS Y BLACK AND VEATCH EN 1985	VI-13
7.1 Proyectos Analizados	VI-13
7.2 Drenaje por Bombeo	VI-13
7.3 Drenaje por Gravedad	VI-14
7.4 El Diseño Seleccionado	VI-14
8. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS OBRAS PROPUESTAS	VI-15
8.1 Drenaje de las Areas Aledañas al Río	VI-15
8.2 Mejoras del Cauce del Río	VI-15
8.3 Obras para Control de Crecientes	VI-15
8.4 Las lagunas de Amortiguamiento	VI-16
9. COMENTARIOS AL DISEÑO RECOMENDADO	VI-18
9.1 Criterios de Drenaje	VI-18

9.2	Mejoras al Canal	VI-18
9.3	Obras para el control de Inundaciones	VI-18
9.4	Lagunas de Amortiguación	VI-19
9.5	Modificaciones Propuestas	VI-19
10.	CONSIDERACIONES MORFOLOGICAS SOBRE EL DISEÑO RECOMENDADO	VI-20
10.1	Introducción	VI-20
10.2	Reseña del Estudio Morfológico	VI-20
10.3	Visita al Sitio y Análisis de Fotografías Aéreas	VI-22
10.4	Puntos de Discusión	VI-22
10.5	Recomendaciones	VI-23
11.	RECOMENDACIONES SOBRE EL ORDEN DE LOS TRABAJOS	VI-25

#### CUADROS

VI.2.1	Áreas con problema de Drenaje	VI-2
VI.3.1	Niveles Críticos de Drenaje	VI-6
VI.5.1	Caudales Picos a lo largo del Río Bogotá	VI-9
VI.8.1	Efecto de las Lagunas de Amortiguación en los Picos de los Aluentes Urbanos	VI-16
VI.8.2	Efecto de la Laguna de Amortiguación del Fucha en los Caudales Picos a lo largo del Río Bogotá	VI-16

#### FIGURAS

Sigue a página

VI.1	Sección Típica del Río Bogotá. Sector Alicachín - Tunjuelo	VI-14
VI.2	Sección Típica del Río Bogotá. Sector Tunjuelo - Fucha	VI-14
VI.3	Sección Típica del Río Bogotá. Sector Fucha - Salitre	VI-14

## 1. INTRODUCCION Y RESUMEN DE CONCLUSIONES

El estudio del Plan Maestro de 1985 adelantado por Hidroestudios y Black and Veatch entre 1982 y 1985 es la base de las propuestas que han sido consideradas en el presente estudio. Los estudios anteriores del Río Bogotá incluyeron los realizados por Apron y Duque Ltda (1970), CDM, CEI y Planhidro Ltda (1974), Gómez Cajiao y Asociados Ltda (1981) e Hidroestudios (1981).

El estudio ha sido llevado a cabo de una manera detallada y completa y este informe presenta un resumen de los puntos principales e incluye algunos comentarios a los diseños y sugerencias para investigaciones adicionales.

Los diseños de las obras de adecuación hidráulica y drenaje se basan en la estrategia seleccionada para el drenaje interno de las áreas de desarrollo localizadas en la margen izquierda del Río Bogotá, aguas abajo del Río Salitre. La alternativa recomendada contempla el drenaje por gravedad de estas áreas al río Bogotá.

Las lagunas de amortiguación de los ríos Salitre y Fucha constituyen una parte importante de los diseños de las obras de adecuación hidráulica. Estas lagunas reducen los caudales pico de los dos afluentes urbanos, que afectan el caudal de diseño del río Bogotá, aguas abajo del río Salitre. De las dos lagunas, la más importante es la del río Fucha y si por alguna razón esta laguna de amortiguación no fuese incluida en las obras del proyecto, es muy probable que no sea posible alcanzar los niveles críticos para el drenaje con la geometría propuesta para el río.

## 2. AREAS DE DESARROLLO

### 2.1 Usos Actuales y Futuros de la Tierra

Parte de las áreas de desarrollo de la ciudad de Bogotá se encuentra localizada entre los límites actuales de la ciudad y el río Bogotá, teniendo como límites norte y sur el Puente del Común y Alicachín, respectivamente. El área se puede dividir en dos grandes secciones, una al norte y otra al sur del río Salitre.

Las tierras ubicadas al norte del río Salitre están clasificadas como áreas de actividad agrológica I (AAAI) y no se espera que en esta zona se lleve a cabo un desarrollo urbano significativo en el futuro inmediato. Las áreas ubicadas al sur del río Salitre, clasificadas como áreas de actividad agrológica II (AAAI), se espera que sean incorporadas a la ciudad cuando se resuelvan los severos problemas de drenaje interno y el riesgo de inundaciones al cual están permanentemente expuestas.

### 2.2 Drenaje Interno

La situación en relación con el drenaje interno de cada uno de los cuatro sectores principales del área de desarrollo se presenta, a continuación, en el Cuadro VI.2.1 :

CUADRO VI.2.1 AREAS CON PROBLEMA DE DRENAJE  
(Margen Oriental del Río Bogotá)

Sector	Area dentro del Perímetro de Servicios (ha)	Area fuera del Perímetro de Servicios (ha)
1. Alicachín-Tunjuelo	20	1,798
2. Tunjuelo-Fucha	173	2,560
3. Fucha-Salitre	1,018	2,098
4. Salitre-Pte El Común	-	490
TOTAL	1,211	6,946

Los dos primeros sectores son los que presentan problemas de drenaje más serios y, por estar más cercanos a la ciudad, constituyen las zonas de mayor posibilidad de desarrollo urbano en el futuro inmediato. Se espera que, para el final del siglo, se localice en estas áreas alto porcentaje del aumento de población esperado.

La tierra es muy plana, y en el tramo entre el río Salitre y Alicachín, de 67 km de longitud, la caída del río es de apenas 3.5 m. Los suelos arcillosos favorecen la retención de las aguas lluvias y la formación de pantanos en las depresiones.

## 2.3 Inundaciones Causadas por el Río Bogotá

La inundación de las tierras aledañas al río Bogotá tenía una ocurrencia frecuente antes de la construcción de los diques longitudinales. Las profundidades de inundación fueron posiblemente pequeñas y las consecuencias de la inundación menores, pues la tierra se utilizaba en su gran mayoría para ganadería.

Los diques han existido a lo largo del río por un buen número de años, y se estima que el nivel de protección que los diques ofrecen actualmente, varía entre 1 en 3 y 1 en 12 años.

Aunque este nivel de protección es adecuado para usos agrícolas, no lo es para áreas urbanas. El método utilizado en la construcción de los diques puede no ser el adecuado para protección urbana contra inundaciones y podría ser deseable reconstruir los diques para obtener un nivel uniforme de protección, con especificaciones conocidas de construcción.

## 2.4 La Necesidad del Drenaje y el Control de las Inundaciones

El cambio en uso de la tierra que ha tenido lugar al sur del río Salitre en la margen izquierda del río Bogotá, requiere de una mejora en el drenaje y de un mayor nivel de protección contra las inundaciones.

El desarrollo urbano, la mayoría ilegal, está aumentando rápidamente en la zona y ya se ha iniciado la instalación de servicios en algunas partes de esta área. A medida que se establezcan nuevas comunidades en la zona, es cada vez más importante contar con buen drenaje y una protección segura contra las inundaciones.

### 2.4.1 Daños a la Propiedad e Infraestructura

Aún sin obras de protección contra las inundaciones, es poco probable que las pérdidas causadas por las inundaciones sean significativas desde el punto de vista económico, pues el nivel de vida en la zona es bajo y la profundidad de inundación reducida con lo cual el daño resultante sería mínimo. Sin embargo, como las pérdidas afectarían a un sector de bajos ingresos, las pérdidas seguramente serían significativas para ellos.

### 2.4.2 Salud Pública

Este es el aspecto más preocupante y en este contexto las obras propuestas tendrán el mayor impacto con el aumento en la urbanización.

El desarrollo de las áreas bajas aledañas al río, sin un drenaje adecuado, creará condiciones de contaminación por las aguas

negras y de formación de charcos y pantanos en toda la zona, que constituyen un riesgo importante para la salud pública.

Las inundaciones causadas por el río Bogotá también tendrían consecuencias severas para la salud pública debido a la alta carga de contaminantes de las aguas del río. Sin el proyecto las aguas contaminadas podrían entrar al área desarrollada de donde serían evacuadas lenta y difícilmente, cuando pasara la creciente.

### 3. DRENAJE - LAS ESTRATEGIAS ALTERNAS

El drenaje de las zonas bajas puede llevarse a cabo por gravedad al curso de agua más cercano, o mediante bombeo si la solución por gravedad no es factible. Ambas alternativas fueron analizadas en el Plan Maestro de 1985, en relación con la solución del problema de drenaje y control de inundaciones de las áreas de desarrollo. A continuación las ventajas relativas de una y otra.

#### 3.1 Bombeo

##### Ventajas

- Permite independizar el diseño de los sistemas de drenaje interno de las obras de adecuación hidráulica necesarias para el control de inundaciones.
- Permite desarrollo por etapas del sistema de drenaje interno.
- El costo de las obras de adecuación hidráulica del río seguramente sería menor que el de la alternativa de gravedad.

##### Desventajas

- Los diques para el control de inundaciones tendrían que ser más altos y sería necesario un mantenimiento mucho más cuidadoso.
- Los costos de operación y mantenimiento de los equipos de bombeo serían mucho mayores y, una componente importante de ellos, sería en moneda extranjera.
- Existe el riesgo de fallas en el suministro de energía

#### 3.2 Gravedad

##### Ventajas

- La adecuación del río para el drenaje por gravedad de la margen izquierda beneficiaría de igual manera la margen derecha.
- Los costos de operación serían mínimos.
- La altura de los diques para las obras de control de inundaciones serían significativamente menores que los necesarios bajo el esquema de bombeo.

## Desventajas

- Mayor costo inicial de construcción

### 3.2.1 Niveles Críticos de Drenaje

El drenaje por gravedad de las áreas de desarrollo requiere que los períodos en los cuales no sea posible drenar la zona sean poco frecuentes.

El criterio adoptado busca que no haya limitaciones al drenaje cuando se presenten eventos de un período de retorno igual o menor a 10 años: el nivel de drenaje crítico se define como el nivel del agua en el río que permite esta condición de drenaje para las áreas de interés.

Por ejemplo, entre los ríos Fucha y Tunjuelo se presentan algunas de las zonas más bajas del área de desarrollo. La elevación promedio es la 2,570 msnm, pero existe un área de 86 ha que está a la elevación 2,579.5 y un área de 565 ha se encuentra entre las cotas 2,569.5 y 2,570. El esquema planteado para el drenaje de la zona busca juntar todas las aguas en las vecindades de la confluencia del río Tunjuelo. Eliminando la restricción que presentan las áreas más bajas (86 ha), que seguramente podrán ser rellenadas utilizando material excavado de la laguna de amortiguación del río Fucha, se debe contar con drenaje adecuado para el área restante. Dando algún margen para el desarrollo del sistema de drenaje, el nivel crítico, para este caso, se fijó en la elevación 2,568 o sea 1.0 m más baja que la elevación 2,569.5.

Utilizando el mismo criterio a lo largo del río, sin tener en cuenta fracciones menores del área que implicarían niveles excesivamente bajos, se obtuvieron los siguientes niveles críticos en diversos puntos a lo largo de el río.

CUADRO VI.3.1 NIVELES CRITICOS DE DRENAJE A LO LARGO DEL RIO BOGOTA

Sector	Distancia desde Alicachín (Km)	Nivel de Drenaje Crítico (m)
Alicachín-Tunjuelo	K15+500	2568.5
Tunjuelo-Fucha	K16+170	2568.5
Fucha-Salitre	K28+000 K35+000	2569.30 2570.00
Salitre-Pte Común	K45+000 K79+000	2571.50 2575.00

#### 4. CAPACIDAD DEL CANAL EXISTENTE

La capacidad del canal existente fue estimada por Hidroestudios y Black and Veatch suponiendo que los niveles del agua se podían aproximar al nivel medio de la cresta de los diques existentes. Entre el río Salitre y el río Tunjuelo se encontró que la capacidad variaba entre 80 y 140 m<sup>3</sup>/s. La capacidad del canal aguas abajo del río Tunjuelo, está controlada por la operación de las compuertas en Alicachín.

Se estimó que, el nivel de protección que ofrecían los diques existentes, era de 3 a 12 años. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, en esa misma época se estaban llevando a cabo trabajos en el sector comprendido entre los ríos Fucha y Salitre, y por lo tanto es probable que el período de retorno correspondiente sea algo más alto. Sin embargo, este nivel de protección no sería aceptable para zonas de desarrollo urbano.

## 5. ESTIMACION DE LAS CRECIENTES EN EL RIO BOGOTA

### 5.1 Caudales Pico de los Afluentes Mayores

Utilizando el modelo lluvia escorrentía ILLUDAS, se estimaron los caudales picos y los hidrogramas de los afluentes urbanos. Para cada uno de los años comprendidos entre 1961 y 1980, se analizaron unas 20 tormentas, que cubrían un área que variaba entre 10 y 500.000 ha. Para cada una de las tormentas se proceso la información en forma de diagramas de profundidad-área-duración.

La distribución espacial de la lluvia se obtuvo a partir de un patrón elíptico estándar, en tanto que, la distribución temporal se obtuvo con base en el análisis de las mayores tormentas ocurridas entre 1961 y 1980.

Se estableció, mediante tanteos, que el centro crítico, o sea aquel que generaba las mayores crecientes en los afluentes urbanos, correspondía a la divisoria de aguas de los ríos Salitre y Fucha. Este lugar se denomina "Fusal Alto" en el estudio de Hidroestudios y Black and Veatch.

La utilización del modelo ILLUDAS se verificó mediante mediciones de campo, que demostraron que los resultados obtenidos mediante la modelación, se podían considerar aceptables al compararlos con los registrados en campo.

### 5.2 Caudales Pico en el Río Bogotá

Los hidrogramas generados por el modelo ILLUDAS se utilizaron como condiciones de frontera para un modelo hidrodinámico que transitaba estas crecientes a lo largo del río Bogotá.

Usando estas condiciones de frontera, se llevaron a cabo diversas corridas del modelo, variando la geometría de las secciones transversales y la pendiente de fondo del río. Se calcularon así los niveles máximos del agua en diversas secciones durante el paso de la creciente. Estos niveles se compararon con los niveles críticos de drenaje (sección 3.2.1). La geometría del canal y su pendiente se modificaron hasta que, mediante un proceso de tanteos, se obtuvieron los niveles deseados a lo largo del río.

La condición de frontera de aguas abajo está dada por la operación de las compuertas de Alichachín. El método de operación de las compuertas influye decididamente en el diseño del canal en una distancia de unos 40 km. La descarga máxima en la parte inferior está claramente influenciada por el almacenamiento existente en el canal.

Una vez definidas las secciones necesarias para el paso de las crecientes del evento de 1 en 10 años, se realizaron nuevas

487  
corridas del modelo con un evento cuyo período fué de 1 en 100 años. Los niveles de agua obtenidos bajo esta condición definieron la elevación mínima de los jarillones a lo largo del río.

A continuación se presentan los resultados de las corridas correspondientes a los eventos de 1 en 10 años y 1 en 100 años para la alternativa presentada.

CUADRO VI.5.1 CAUDALES PICO A LO LARGO DEL RIO BOGOTA

Localización de la sección Km a partir de Alicachín	Caudal Máximo 1 en 10 años (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Máximo 1 en 100 años (m <sup>3</sup> /s)
K37+135	76	130
K22+035	120	210
K12+295	260	290

Cualquier cambio en el diseño del canal afectará el almacenamiento en el canal y consecuentemente el caudal pico en cualquier punto, para un evento determinado.

## 6. ELEMENTOS DE POSIBLES ESQUEMAS DE CONTROL DE INUNDACIONES

### 6.1 Mejoras al Canal del Río

Comprenden obras que conllevan el aumento de la sección transversal mediante excavación o dragado, y/o el aumento de la pendiente del canal mediante el corte de meandros o la selección de una ruta más directa para buscar un realineamiento del canal existente.

Las obras mayores, de este tipo en ríos aluviales siempre deben ir acompañadas de obras de protección local. En ríos de pendiente baja y materiales cohesivos, como el río Bogotá, se pueden hacer modificaciones considerables en la pendiente y en la geometría del canal.

Las mejoras del canal deberán ser complementadas con la construcción de diques longitudinales ó jarillones.

### 6.2 Diques Longitudinales

Un río, en estado natural, excede la capacidad de su banca aproximadamente cada 2 años.- La profundidad de la inundación generada, para un determinado período de retorno, dependerá de las características de las áreas sujetas a inundación.

La construcción de diques longitudinales en ambas márgenes del río para confinar los caudales de crecientes, aumenta la profundidad y la velocidad de los flujos en el canal del río. Este efecto será más notorio en la parte inferior del río debido al efecto acumulado de pérdida de almacenamiento en las zonas de inundación del río. Las tasas de transporte de sedimentos aumentarán por lo general y el resultado final será una erosión y una posible disminución de longitud inducida por estos procesos.

La construcción de diques longitudinales implica aceptar un riesgo de inundación para eventos mayores que los seleccionados para el diseño. Se debe por lo tanto hacer un mantenimiento constante si se desea mantener el nivel de protección. Esto es de particular importancia en el caso del río Bogotá, donde se construirán diques en las dos márgenes.

El alineamiento de los diques, debe seguir por lo general el cauce, y debe mantener una distancia mínima desde el borde del canal para permitir la eventual migración de las curvas.

El emplazamiento de los diques, a una distancia prudencial de la banca del río, aumenta la seguridad del dique ante una posible falla causada por el divisor río y aumenta el nivel de protección. Sin embargo, en el caso del río Bogotá, las velocidades de la corriente son y serán bajas, el material está confinado por material cohesivo y no hay evidencia en la historia reciente de migración de curvas.

### 6.3 Almacenamiento en la Planicie de Inundación

El mantenimiento de zonas de la planicie de inundación como áreas de almacenamiento, proporcionaría amortiguación de las crecientes, y permitiría la construcción de diques de menor altura.

Las áreas de almacenamiento reducen también las descargas picos y las velocidades del canal principal del río.

La localización de los diques a una distancia considerable del canal existente proporciona un volumen activo para la amortiguación de las crecientes y su efecto es similar al de áreas de almacenamiento estático, tales como las propuestas para los afluentes Fucha y Salitre en el proyecto de Hidroestudios y Black and Veatch.

Sin embargo, esta solución requeriría la compra de extensiones importantes de tierra a lo largo del río, que podría estar en conflicto con los usos institucionales previstos para la ronda del río.

### 6.4. Embalses de Amortiguación

Son áreas de almacenamiento de crecientes de carácter más localizado, y su operación es similar a la descrita en la sección 6.3.

La desventaja principal de estos embalses de amortiguación es su relativo alto costo de construcción y mantenimiento.

El costo de adquisición de la tierra afecta decididamente la selección del tipo de almacenamiento. Por lo tanto, es muy posible, que el método que tenga el mínimo costo de adquisición de la tierra sea finalmente el más adecuado.

### 6.5 Canales de Alivio

Un segundo canal, paralelo al cauce existente, podría llevar los excesos en las épocas de crecientes, y disminuiría los niveles de agua durante el paso de las crecientes. Este método ha sido utilizado en proyectos en donde, el desarrollo de la planicie de inundación requiere de un aumento en el nivel de protección de crecientes y, es necesario preservar los valores estéticos del cauce natural. Si se adoptará un desarrollo de las áreas mediante bombeo, la construcción de un segundo canal no presentaría ninguna ventaja desde el punto de vista de costos. Los costos de adquisición de la tierra se aumentarían, pues se aislarían áreas bastante grandes entre los canales, de difícil y limitado acceso después de la construcción. En un solo canal es posible obtener una mayor capacidad de descarga que en dos canales que tengan la misma área transversal combinada suponiendo

que los canales no tienen revestimiento.

Con una solución de drenaje por gravedad, los dos canales deberían cumplir con los criterios de drenaje adoptados. De lo contrario, se perderá la ventaja de proveer el mismo nivel de drenaje a ambos márgenes del río. La división del flujo en dos canales resultaría en un aumento de los costos de adquisición de la tierra y las estructuras necesarias para dividir el flujo entre los canales aumentarían el costo total de la obra.

De acuerdo con las consideraciones anteriores se puede concluir que la construcción de canales de alivio no tendría ventajas.

7. OBRAS PARA DRENAJE Y CONTROL DE INUNDACIONES ANALIZADAS POR  
HIDROESTUDIOS Y BLACK AND VEATCH, 1985

7.1 Proyectos Analizados

Hidroestudios - Black and Veatch, analizaron diversos proyectos que cumplen con los objetivos, de drenaje, de control de inundaciones para las áreas de posible desarrollo, y los resultados se presentaron en el Informe Técnico No. 1, de Junio de 1983.

Los proyectos analizados se pueden dividir en dos grandes grupos: aquellos en los cuales el drenaje interno de las zonas de desarrollo se realiza mediante el bombeo y aquellos en donde el drenaje se hace por gravedad. Para el tramo comprendido entre el río Salitre y Alicachín se evaluaron 8 proyectos diferentes que involucran bombeo y 6 proyectos con drenaje por gravedad.

7.2 Drenaje por Bombeo

Los esquemas considerados fueron los siguientes :

- B1 Sobreelevación de los diques existentes; no se proponen obras de mejora en el canal (caso de referencia).
- B2 Sobreelevación de los diques existentes; mejoras de acuerdo con lo recomendado en el estudio de Gómez Cajiao y Asociados (1981) incluyendo el corte de algunos meandros y excavaciones menores del canal existente.
- B3 y B4 Sobreelevación de los diques existentes; rectificación de acuerdo con lo propuesto en la alternativa B2, pero con una excavación promedio en el fondo del canal de 1 m y 2 m respectivamente. (La altura de diques necesaria era desde luego menor que en el caso de la alternativa B2).
- B5 Sobreelevación de los diques existentes; excavación en la sección transversal similar a la propuesta en B4 pero con una rectificación mayor que reduciría la longitud del canal en el tramo río Salitre-Alicachín a 43.6 km en comparación con la de 53.5 km de la alternativa B4. El costo total de esta alternativa era menor que el de la alternativa B4.
- B6 Inclusión de la ronda del río (anchura de 300 m) en la planicie de inundación del río; excavación mínima del canal existente; rectificación de acuerdo con B5.
- B7 No se presentan los detalles de esta alternativa en los informes referidos, pero con la excavación del canal existente variaría y de acuerdo con lo indicado en el perfil longitudinal, la profundidad de excavación sería de 2 a 4 m (en

Alicachín). Esta alternativa fue sugerida por un grupo de ingenieros holandeses que trabajaban para la CAR en 1983/4 bajo un programa de asistencia técnica financiado por el gobierno de los países bajos.

B8 Esta alternativa consiste en la desviación de parte de la descarga de la creciente en un punto aguas arriba del río Fucha. Las crecientes se llevarían por la margen derecha del río en un canal separado y luego a través de un túnel para descargar aguas abajo de el Salto de Tequendama.

El costo de esta alternativa es el mayor de todos los esquemas que involucran el bombeo.

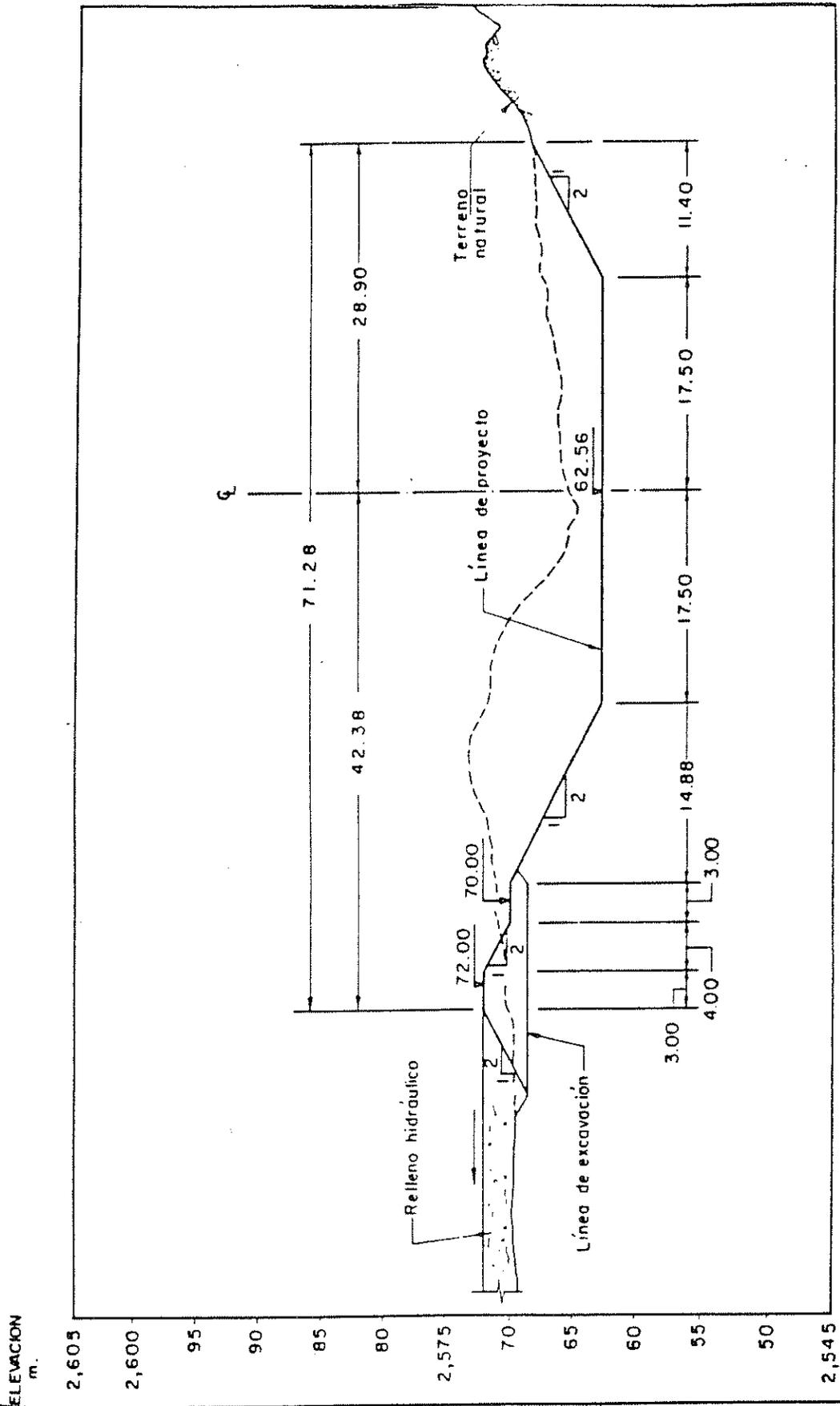
### 7.3 Drenaje por Gravedad

G1-G3

Estas alternativas son todas similares, y se diferencian únicamente en el sistema de disposición de material dragado del canal (Ninguna de las alternativas corresponde a la seleccionada finalmente en las corridas realizadas en el modelo, denominado G6).

### 7.4 El Diseño Seleccionado

El diseño seleccionado corresponde a la segunda categoría en la cual el área se drena por gravedad. Las secciones transversales típicas que se muestran en las Figuras VI.1 a VI.3.



OBRAS PARA LA MEJORA DEL RIO BOGOTA  
 SECCION TIPICA RIO BOGOTA  
 TRAMO ALICACHIN - TUNJUELO

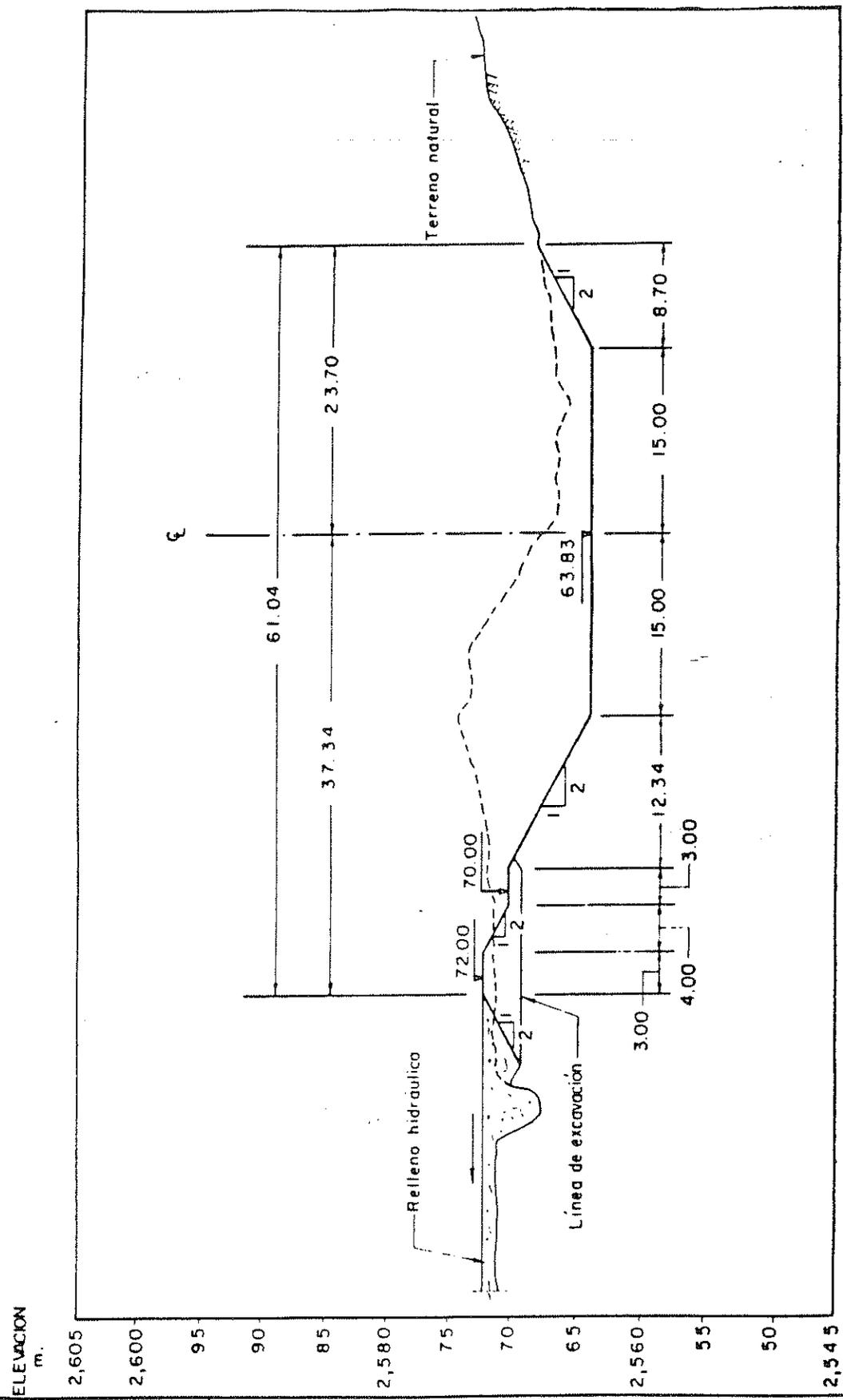
FIGURA  
 No. VI. I

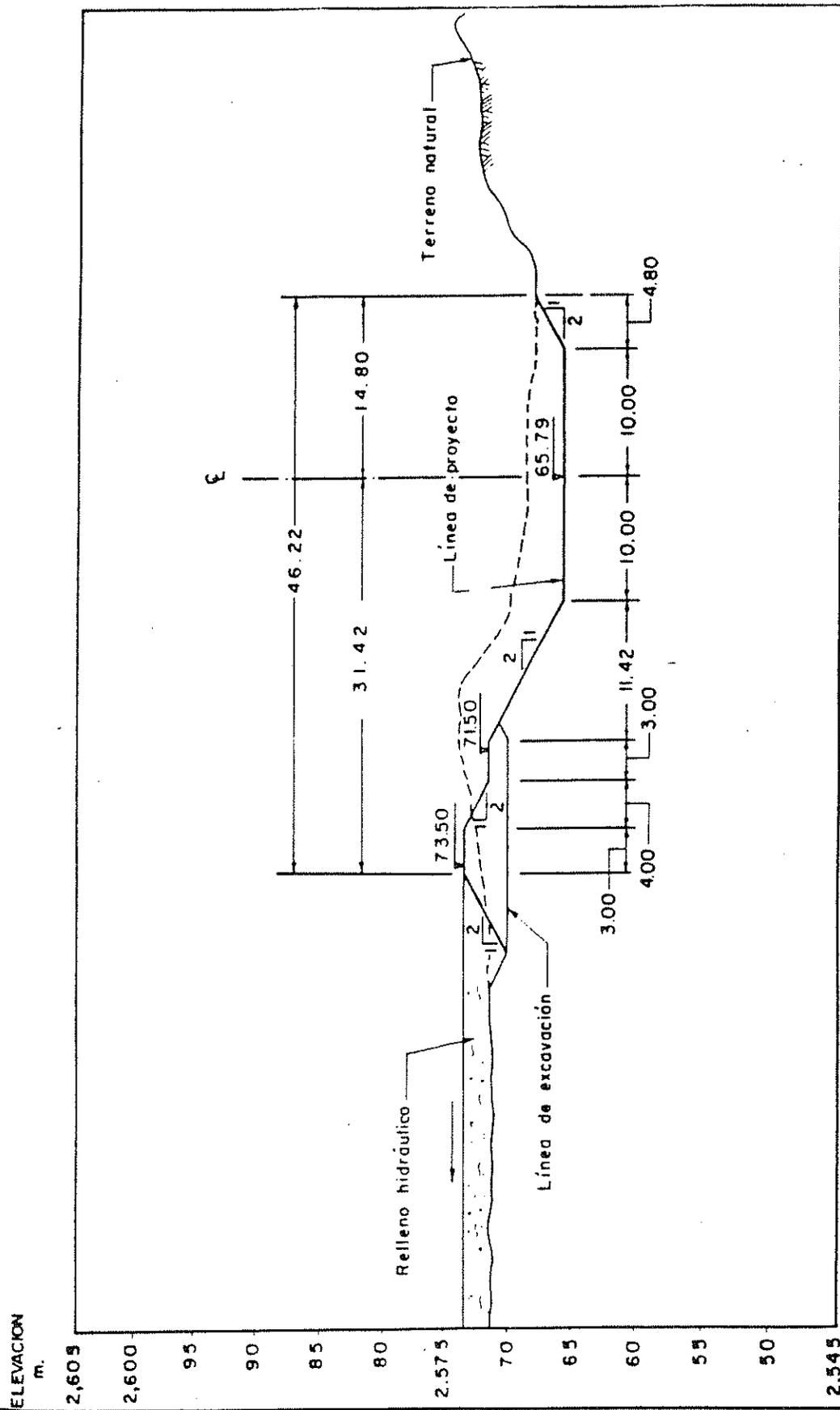
DICIEMBRE 1988



OBRAS PARA LA MEJORA DEL RIO BOGOTA  
 SECCION TIPICA RIO BOGOTA  
 TRAMO TUNJUELO - FUCHA

FIGURA  
 No. VI.2  
 DICIEMBRE 1988





OBRAS PARA LA MEJORA DEL RIO BOGOTA  
 SECCION TIPICA RIO BOGOTA  
 TRAMO FUCHA - SALITRE

FIGURA  
 No. VI. 3

DICIEMBRE 1988

## 8. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS OBRAS PROPUESTAS

### 8.1 Drenaje de las Areas Aledañas al Río

La alternativa de diseño seleccionada permite el drenaje de las áreas de desarrollo al río por gravedad.

El criterio de diseño adoptado es el de proveer drenaje adecuado hacia el Río Bogotá, excepto en eventos con un período de retorno superior a 1 en 10 años. Durante eventos de menor frecuencia se presentarán algunas deficiencias en el drenaje durante un lapso relativamente corto. Para el evento con un período de retorno de 100 años, en el sitio de descarga principal del área comprendida entre los ríos Tunjuelo y Fucha, el nivel de drenaje crítico (2,568.5) se excedería durante 11 horas y el nivel del agua en el río alcanzaría la cota 2,570. Para proveer protecciones los canales de aguas lluvias tienen diques longitudinales, a las elevaciones requeridas para el evento de período de retorno 1 en 100 años.

Los niveles del agua en el Río Bogotá están controlados por las compuertas de Alicachín; para el diseño, se ha supuesto que el nivel del agua se mantendrá a la elevación 2,568, excepto en la presencia de crecientes cuando se abrirán las compuertas para dar paso libre a las aguas.

### 8.2 Mejoras del Cauce del Río

La sección propuesta para el canal del río es una sección trapezoidal con taludes laterales de 2 a 1. La anchura de la base corresponde a la anchura del canal existente; los niveles en el tramo río Salitre-Alicachín, están entre 2 y 3 m por debajo de los del lecho existente. Aguas arriba del río Salitre la excavación del lecho existente varía entre 1 y 1.5 m.

Los trabajos propuestos incluyen el corte de algunos meandros para disminuir la longitud del canal. Los efectos morfológicos de estas mejoras se discuten en el Capítulo 10.

### 8.3 Obras para Control de Crecientes

Las obras de mejora del cauce del río, requeridas, de acuerdo con los criterios de diseños utilizados para el drenaje por gravedad, hacen innecesarias obras para proveer protección para crecientes de eventos de hasta 1 en 100 años.

El material excavado del cauce del río Bogotá se colocará sobre la margen izquierda, se confinará mediante diques de altura mínima de 1.5 m, que suministrarán un alto nivel de protección contra las inundaciones. De acuerdo con los trabajos de mejora en el cauce y con el dique longitudinal conformado, se ha estimado que las áreas aledañas al río quedarán protegidas para

eventos de períodos de retorno de hasta 200 años.

#### 8.4 Las Lagunas de Amortiguación

Para amortiguar los picos de las crecientes de los afluentes urbanos antes de su entrega al río Bogotá, se han propuesto lagunas de amortiguación, en el río Salitre donde existe una depresión natural, y en el río Fucha, cerca de su desembocadura en el Río Bogotá.

El cuadro siguiente presenta el efecto de las lagunas en los caudales pico de los afluentes para las situaciones, con y sin laguna, para el evento con período de retorno de 10 años.

CUADRO VI.8.1 EFECTO DE LAS LAGUNAS DE AMORTIGUACION EN LOS PICOS DE LOS AFLUENTES URBANOS

	Descarga Pico sin Amortiguación	Descarga Pico con Amortiguación
Río Fucha	180 m <sup>3</sup> /s	60 m <sup>3</sup> /s
Río Salitre	150 m <sup>3</sup> /s	40 m <sup>3</sup> /s

El impacto de la laguna de amortiguación propuesta por Hidroestudios y Black and Veatch para el río Fucha, denominada La Magdalena, ha sido evaluada en diversos sitios a lo largo del río, y se han determinado los caudales pico y los niveles correspondientes para situaciones con y sin laguna, los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO VI.8.2 EFECTO DE LA LAGUNA DE AMORTIGUACION DEL FUCHA EN LOS CAUDALES PICOS A LO LARGO DEL RIO BOGOTA

	Descarga Pico		Nivel en el Río Bogotá	
	Con	Sin	Con	Sin
	m <sup>3</sup> /s			
Balsillas Km10+000	220	180	2568.50	2568.00
Tintal Km16+000	190	130	2569.00	2568.40
Fucha Km24+500	200	125	2569.65	2569.00

El Cuadro anterior muestra que los niveles en el río Bogotá, aguas abajo del río Fucha, se reducen aproximadamente medio metro debido al efecto amortiguador de la laguna del río Fucha. Los resultados mostrados en el cuadro fueron obtenidos con base en corridas del modelo, utilizando condiciones de operación en Alicachín ligeramente diferentes de las adoptadas en los diseños finales. Aún así, es evidente que, sin la laguna de amortiguación en el río Fucha, no podrían alcanzarse los niveles de drenaje críticos en la vecindad del Tintal.

El efecto de la laguna de amortiguación del río Salitre sería menos importante en el tramo aguas abajo del Tintal. Su efecto en cuanto a la excavación necesaria para obtener el nivel crítico de drenaje en el tramo entre el río Salitre y el río Fucha no ha sido analizado.

Las áreas requeridas para las lagunas de amortiguación del río Salitre y del río Fucha son de 150 y 200 ha, y los volúmenes disponibles para almacenamiento son de 1.5 y 2.7 millones de m<sup>3</sup>, respectivamente.

## 9. COMENTARIOS AL DISEÑO RECOMENDADO

### 9.1 Criterios de Drenaje

Los beneficios relativos de las dos alternativas consideradas, bombeo y gravedad, se describen en los informes de Hidroestudios y Black and Veatch y se revisaron en la sección 3.

El criterio para drenaje que contempla un evento con un período de retorno de 1 en 10 años, podría considerarse algo severo para el drenaje de aguas lluvia. Sin embargo, como en las zonas bajas aledañas al río existen un gran número de conexiones erradas, es por lo tanto muy importante disminuir al mínimo los períodos en los cuales se presenten dificultades de drenaje.

Los niveles críticos para el drenaje se presentaron en la Sección 3.2.1. Las partes más bajas de las zonas consideradas no fueron determinantes en la fijación de estos criterios por ser relativamente menores. El área restante presenta muy pocas variaciones de nivel, y no se considera necesario elevar el nivel crítico de drenaje mediante el bombeo selectivo de algunas de las áreas más bajas.

### 9.2 Mejoras al canal

El diseño de las obras de adecuación hidráulica se basa en la obtención de los niveles críticos para el drenaje en varios puntos, a lo largo del río, para un evento con un período de retorno de 1 en 10 años.

Los aspectos morfológicos de las obras de adecuación hidráulica se presentan en la Sección 10.

### 9.3 Obras para el Control de Inundaciones

El diseño contempla la construcción de un dique longitudinal, sobre la margen izquierda del río, separado del canal por una berma de 3 m de anchura. La cresta del dique es horizontal y tiene escalones en algunos sitios para seguir la topografía general. Esta solución ha sido propuesta para que el material excavado del canal, que tendrá un alto contenido de humedad, pueda ser colocado en compartimentos, detrás del dique principal.

El nivel de protección que ofrecen estos diques se mejoraría significativamente si el nivel de la cresta siguiera el de la envolvente de los niveles de agua, utilizando el mismo volumen de material. El material de relleno colocado en los compartimientos, debería dejarse drenar, antes de ser conformado.

Si parte o la totalidad de la ronda se pudiera utilizar para control de crecientes excepcionales, el nivel de las aguas sería menor y se aumentaría el nivel de protección ofrecido por los

diques. Sin embargo, esta alternativa no es aconsejable pues requeriría la adquisición de un área mayor y estaría en conflicto con los usos propuestos, en algunas zonas.

#### 9.4 Lagunas de Amortiguación

Las lagunas de amortiguación de los ríos Salitre y Fucha son una componente esencial del proyecto y cumplen de una importante función al reducir los niveles máximos de agua en el río Bogotá. Para la conformación de ambas lagunas se requiere un movimiento de tierras considerable para obtener los volúmenes de almacenamiento necesarios para amortiguar las crecientes de el evento de un período de retorno de 1 en 10 años.

La sedimentación que se presentará en las lagunas reducirá el volumen disponible para almacenamiento y será necesario llevar a cabo un programa de mantenimiento para contar en todo momento con el grado de amortiguación necesario.

#### 9.5 Modificaciones Propuestas

Se propone tener en cuenta los siguientes comentarios en relación con el diseño del proyecto :

1. Construir de diques con una cresta que siga la envolvente de las línea de niveles máximos durante las crecientes.
2. Proveer tablestacados bajo las estructuras de entrega de los tributarios, para evitar la socavación de los niveles de cimentación.

## 10. CONSIDERACIONES MORFOLOGICAS SOBRE EL DISEÑO RECOMENDADO

### 10.1 Introducción

Las obras de adecuación hidráulica propuestas incluyen la rectificación del río y el aumento en la capacidad del canal mediante la profundización y ampliación del cauce. Estas modificaciones involucran cambios significativos de los parámetros morfológicos del canal y podrían ocasionar respuestas del canal natural que afectarían los diseños. A continuación se presentan las implicaciones morfológicas.

### 10.2 Reseña del Estudio Morfológico

#### 10.2.1 Introducción

Hidroestudios - Black and Veatch adelantaron un estudio geomorfológico en el cual se analizaron las características del río Bogotá y se compararon con las de ríos aluviales típicos. Se han adelantado adicionalmente estudios para determinar el esfuerzo cortante de las curvas y estimar el transporte de sedimentos en las condiciones existentes y en las condiciones propuestas. La conclusión general es que es poco probable que ocurran cambios morfológicos, aunque se recomiendan estudios más detallados, en algunos casos, en donde la respuesta futura es aún incierta.

#### 10.2.2 Características Morfológicas

La geometría del canal existente del río Bogotá ha sido comparada con la de corrientes aluviales, y específicamente con las relaciones presentadas por Leopold. Estas relaciones fueron desarrolladas para ríos naturales de origen aluvial con material no cohesivo. Como el río Bogotá ha sido modificado por el hombre y su lecho y las bancas contienen una alta proporción de material cohesivo, la comparación con los mencionados criterios no es satisfactoria. Es difícil concluir de las figuras presentadas en el Plan Maestro, que el río Bogotá tenga una característica morfológica similar a la de ríos aluviales maduros, de otras partes del mundo.

Las desviaciones de la geometría esperada en relación con los canales aluviales, se explican por una mayor proporción de material cohesivo y un gradiente mínimo, consecuencia de la existencia de un lago en la Sabana de Bogotá, que disminuyó el suministro de sedimentos.

Aunque la magnitud de los cambios propuestos es considerable, su enfoque, con excepción del aumento de la profundidad, es hacia una mayor conformidad con la geometría esperada en cauces aluviales típicos. Sin embargo, cambios de esta magnitud pueden ocasionar ciertas respuestas morfológicas en un río aluvial

típico. Con anterioridad a estas obras, se han realizado modificaciones al río Bogotá del mismo orden de magnitud, y aparentemente no ha existido respuesta morfológica. Sin embargo, en las obras realizadas anteriormente, la profundización realizada fué siempre menor, por lo cual este aspecto debe considerarse de una manera más cuidadosa.

#### 10.2.3 Análisis de Esfuerzo Cortante

Se ha realizado un estudio muy completo de los esfuerzos de corte actuales y futuros y se han comparado con los valores críticos determinados con base en diversas teorías. Los resultados han mostrado que, con las obras propuestas, la mayoría de los esfuerzos de corte estarán por debajo de los valores críticos para los cuales se deba esperar erosión en las orillas. Sin embargo en el tramo comprendido entre el río Salitre y el río Barsillas donde el aumento en pendiente y en caudales es mayor, los valores estimados de esfuerzo de corte se acercan más a los valores críticos. Adicionalmente, se han identificado 3 curvas, aguas arriba y aguas abajo de la desembocadura del río Salitre, en donde el esfuerzo de corte crítico es muy bajo, debido a la existencia de material arenoso. El esquema propuesto, por lo tanto, puede inducir la erosión de la orilla en algunos lugares.

#### 10.2.4 Transporte de Sedimentos

No existen mediciones de transporte de sedimentos en el tramo en estudio del río Bogotá, pero se considera que la carga de sedimentos del río es muy baja. Ante la ausencia de una teoría aceptable para sedimentos cohesivos, se ha utilizado el procedimiento de Einstein para estimar las capacidades de transporte actuales y futuras, con base en granulometrías obtenidas en muestras tomadas durante el dragado del río. Estas muestras aparentemente no son representativas del material presente en el lecho del río pues los sondeos y perforaciones indican la presencia de una alta proporción de limos y arcillas. Es posible que el material fino y cohesivo fuera lavado del material del lecho durante las actividades de dragado.

Se estima que los valores estimados de arrastre de sedimento no son representativos del río Bogotá. Sin embargo, la comparación relativa de las tasas presentes y futuras indica claramente que la capacidad del transporte se aumentará. Sin embargo, no es claro que haya sedimento disponible para el transporte, debido tanto al suministro mismo y a su naturaleza cohesiva. El mayor aumento en el potencial de transporte corresponde nuevamente al sector comprendido entre el río Salitre y el río Balsillas. El material erodado de este tramo estimado en unos 10 cm será depositado en el siguiente tramo hacia aguas abajo que incluye las compuertas de Alicachín. Es por lo tanto posible, que sea necesario efectuar dragado de mantenimiento en este tramo.

### 10.2.5 Velocidades de la Corriente

Tanto el esfuerzo de corte en las orillas como el transporte de sedimentos son funciones de la velocidad del flujo. Los cambios en los caudales medios diarios y en las velocidades, durante las crecientes, afectan los procesos de erosión y transportes. Las curvas de duración de velocidades, para las condiciones actuales y futuras, indican que el aumento será menor y es poco probable que tenga algún impacto, desde el punto de vista morfológico, pues las velocidades están en todos los casos bastante por debajo de 1 m/s. Durante las crecientes, se ha estimado que debido al aumento en la capacidad del canal, las velocidades se aumentarán únicamente marginalmente y en algunos lugares se reducirán.

### 10.3 Visita al Sitio y Análisis de Fotografías Aereas

Se visitaron diferentes lugares del área de estudio como el río Bogotá en Puente Grande, Alicachín, el Embalse del Muña, el Antiguo Meandro de Canoas, y la laguna de Juan Amarillo. Durante estas visitas se comprobó la estabilidad aparente del río y la naturaleza cohesiva de los materiales de los bancos indicadas por la alta pendiente de los taludes y el grado de saturación del suelo en la superficie. Adicionalmente, no se observó ninguna actividad morfológica aparente en el corte del meandro de Canoas.

Un estudio preliminar de las fotografías aéreas del período 1943 a 1979 indican la existencia de canales antiguos y de madre viejas, pero aparentemente la mayoría de ellas son producto de la actividad humana. Ciertos meandros que aparentemente no han sido tocados en los últimos 35 años no presentan modificaciones, a pesar de los cambios realizados por el hombre, aguas arriba y aguas abajo de ellos.

El río aparentemente es estable y hasta el momento no ha respondido a los cambios efectuados, los cuales han sido del mismo orden de magnitud que los propuestos, con excepción de la profundización de el canal.

### 10.4 Puntos de Discusión

Se han mencionado dos puntos de discusión en el estudio geomorfológico, relacionados con el potencial de erosión de las orillas debido al alto esfuerzo de corte o a la baja resistencia, y a la presencia de arenas no cohesivas, especialmente en el tramo río Salitre-Balsillas.

Adicionalmente, existe la posibilidad de que se presente erosión en los afluentes, debido al descenso del nivel base del Río Bogotá, lo cual redundaría en un aumento del suministro de sedimentos. Si la capacidad de transporte en el río principal no es suficiente para transportar esta carga, que seguramente incluirá material más grueso proveniente los tramos superiores de

la cuenca, estos sedimentos se depositarían en la confluencia de los afluentes. Estos depósitos podrían desviar el flujo de la corriente principal hacia la banca opuesta del afluente y promover la erosión de las orillas y el aumento de meandros. Esto puede ser particularmente importante pues existen áreas donde el material arenoso coincide con los aportes de los ríos Salitre, Fucha y Balsillas, fuentes originales de este material. Si estas respuestas se presentaran, podría requerirse dragado de mantenimiento en las bocas de los afluentes. Sin embargo para evitar este fenómeno, se proponen estructuras en la desembocadura de todos los afluentes para mejorar las condiciones de frontera en los tramos más bajos. Además, se recomienda incluir tablestacados para evitar erosión hacia aguas arriba, según lo indicado en la Sección 9.5.

### 10.5 Recomendaciones

El análisis de las experiencias anteriores de modificaciones del río Bogotá, y de los estimativos de los esfuerzos de corte, capacidad de transporte y las velocidades de corte futuros, indican que las obras propuestas en el Río Bogotá no generarán respuestas mayores desde el punto de vista morfológico. Sin embargo, se puede presentar actividad local, en la forma de erosión de las márgenes y del lecho, y puede ser necesario llevar a cabo dragado de mantenimiento o protecciones locales. Se recomienda adelantar las siguientes investigaciones:

- a) Efectuar mejores estimativos de la capacidad de transportes y de suministro de sedimentos. Estos estimativos pueden hacerse con base en mediciones y en la aplicación de desarrollos recientes de la teoría del transporte de sedimentos de materiales cohesivos.
- b) Mejorar el conocimiento de la existencia, profundidad y propiedades del material arenoso no cohesivo que se encuentra en la vecindad de las confluencias, de los afluentes.

Es necesario investigar la profundidad, gradación y extensión del material arenoso que se presenta, aguas abajo del río Salitre, tanto en el canal existente del Río Bogotá como en las áreas que atravesará el nuevo canal. De esta manera se tendrá un mejor estimativo de la capacidad de arrastre de sedimentos del Río Bogotá, y en el tramo aguas abajo del río Salitre, se podrán caracterizar los estratos de arena, que se presentan en el nivel propuesto del lecho del río, entre el río Salitre y el río Tunjuelo.

Las investigaciones anteriores no han incluido sondeos en el canal del río, y aparte de los realizados en la margen izquierda, solamente se hicieron algunos en la margen derecha, para conocer las características de los suelos para la cimentación de los puentes.

196

Los sondeos realizados por Gómez Cajiao y Asociados en el estudio de 1985 se hicieron con barrenos manuales y su profundidad quedó limitada a 4 m por debajo del nivel del terreno.

Se podría llevar a cabo una investigación geotécnica adicional, que incluyera una serie de sondeos en el canal del río y en las áreas en donde se conoce la existencia de material no cohesivo. Sin embargo, la investigación no suministraría necesariamente más información de la que se dispone sobre la extensión del área del estrato no cohesivo, aunque proporcionaría mejor información sobre las propiedades del estrato.

Como alternativa, se recomienda, incluir en el contrato de las obras civiles provisional para que se realicen muestreos y ensayos de materiales a medida en que se adelante la excavación. Deben incluirse además, en el presupuesto algunas sumas para posibles obras de protección local, tanto del lecho como de las orillas, los cuales pueden ser necesarios con base en los resultados de los análisis y de los muestreos.

## 11. RECOMENDACION SOBRE EL ORDEN DE LOS TRABAJOS

Las obras de adecuación deben iniciarse en Alicachín y deben adelantarse hacia aguas arriba. El orden de ejecución recomendado es el siguiente:

1. Excavación del canal y construcción de los diques entre Alicachín y el río Fucha.
2. Excavación, construcción de los diques y obras de descarga de la laguna de amortiguación del río Fucha.
3. Excavación del canal y construcción de los diques entre el río Fucha y el río Salitre.
4. Excavación, construcción de los diques y obras de descarga de la laguna de amortiguación del río Salitre.
5. Excavación del canal y construcción de los diques entre el río Salitre y el Puente del Común.

497

**APENDICE 4.**

**INFORME CONTROL DE INUNDACIONES DEL  
BOGOTÁ PRESENTADO POR GÓMEZ CAJIAO Y JAMES  
MONTGOMERY.**



198

## **ANEXO E - 2**

**ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE  
TRTAMIENTO DEL AEROPUERTO ELDORADO**



499

CONTROL DE INUNDACIONES  
DEL RIO BOGOTA  
OBRAS EN EL JARILLON IZQUIERDO DEL RIO

INFORME

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. FUNDAMENTOS DE LAS OBRAS	1
3. CALCULOS HIDRAULICOS	2
4. SELECCION DE LOS CAUDALES DE DISEÑO	3
5. NIVELES DE DISEÑO VS. NIVELES MAXIMOS OBSERVADOS	5
6. RIESGO CONTRA INUNDACIONES	5
7. ESTUDIOS HIDROLOGICOS	7
8. TRABAJOS DE TIPOGRAFIA	7
9. ESTUDIO GEOTECNICO	8
10. PLANOS	8
11. CANTIDADES DE OBRA	9

Cuadro 1

CUADROS

1. Rio Bogota. Sector Alicachin Puente El Común. Rio Bogota en Condicion Natural. Perfiles Hidraulicos
2. Perfiles Hidraulicos Rio Bogota. Seccion de Control en Alicachin en la Cota 68
3. Perfiles Hidraulicos Rio Bogota. Sección de Control en Alicachin en la Cota 68.50
4. Control de Inundaciones del Rio Bogota. Mejoras del jarillon Izquierdo - Cantidades de Obra.

## FIGURAS

1. Rio Bogotá. Perfiles Hidráulicos  $Q = 10;20;30$  m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68
2. Rio Bogotá. Perfiles Hidráulicos  $Q = 40;50;100$  m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68
3. Rio Bogotá. Perfiles Hidráulicos  $Q = 150;200;250$  m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68
4. Rio Bogotá. Perfiles Hidráulicos  $Q = 10;20;30$  m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68.5
5. Rio Bogotá. Perfiles Hidráulicos  $Q = 40;50;100$  m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68.5
6. Rio Bogotá. Perfiles Hidráulicos  $Q = 150;200;250$  m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68.5

### APENDICE A - Estudios Hidrológicos

Volumen 1  
Volumen 2

### APENDICE B - Levantamiento Topográfico

### APENDICE C - Planos de Construcción

unas secciones comparativas y complementarias levantadas en 1991 para este estudio, se comprobó que no existían cambios apreciables entre las secciones tomadas con 6 años de diferencia. Las de 1991 también fueron empleadas en los cálculos. En el Cuadro No. 1 se encuentra el listado de todas las secciones que se usaron para describir el cauce del río mirando hacia aguas arriba, con el abscisado a lo largo del río.

Los resultados de los cálculos de los niveles para diversos caudales se presentan en los Cuadros No. 2 y No. 3, diferenciados según la cota de arranque de la superficie de agua en Alicachín.

Los cálculos suponen fronteras verticales de altura ilimitada en las márgenes de las secciones, lo cual equivale a que no contemplaran desbordamientos de ningún tipo.

#### 4. SELECCION DE LOS CAUDALES DE DISEÑO

En las Figuras 1 a 6 incluidas al final de este informe se muestran los perfiles obtenidos para distintos caudales con variación de la cota de arranque en Alicachín. También se muestran los perfiles de los jarillones izquierdo y derecho del río y el del fondo del cauce. Comparando los niveles de agua con las cotas del jarillón izquierdo, se fue estableciendo por tramos qué caudales podría transportar el río si se cerraban boquetes en dicho jarillón o se realizaba, sin llegar a obras exageradas que implicaran grandes movimientos de tierra, rellenos de difícil ejecución o peligro para la estabilidad del mismo jarillón existente. Después de hacer diferentes comparaciones se seleccionaron los siguientes caudales de diseño por sectores del río:

Alicachin - Rio Tunjuelo:	200 m <sup>3</sup> /s
Rio Tunjuelo - Rio Fucha:	150 m <sup>3</sup> /s
Rio Fucha - Rio Juan Amarillo:	100 m <sup>3</sup> /s

Conviene aclarar que estos caudales representan con las mejoras en el jarillón izquierdo, la capacidad hidraulica del rio en esos tramos tomados aisladamente y sin que necesariamente representen una condicion de ocurrencia de caudales generalizada o encadenada. Asi por ejemplo en el tramo Fucha - Juan Amarillo puede presentarse el caudal de 100 m<sup>3</sup>/s pero no obligatoriamente este caudal está asociado a los 150 m<sup>3</sup>/s del tramo Tunjuelo - Rio Fucha o a los 200 m<sup>3</sup>/s del tramo Alicachin - Rio Tunjuelo. Situaciones inversas tampoco imprescindiblemente tienen que estar relacionadas. Esto quiere decir que no es hidrologicamente estricto que el caudal de 200 m<sup>3</sup>/s utilizado para el diseño del tramo Alicachin - Rio Tunjuelo este generado por un caudal de justamente 150 m<sup>3</sup>/s entre el rio Tunjuelo y el rio Fucha. O que este caudal tenga como requisito riguroso que en el tramo Rio Fucha - Rio Salitre fluyan 100 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, para propósitos de diseño, los niveles de la superficie del agua se han tomado conectando apropiadamente los perfiles hidraulicos de los caudales de 200, 150 y 100 m<sup>3</sup>/s seleccionados.

Lo anteriormente expuesto quiere decir que no es posible hablar en términos probabilistas de un grado de protección generalizado para todo el trayecto del rio Bogotá que se consideró. Por tramos la protección conseguida con las mejoras en el jarillón izquierdo pueden apreciarse cuando se comparan los niveles de diseño para la corona del jarillón con los niveles maximos de agua del rio registrados en las estaciones hidrometricas durante muchos años de observación. La cota de la corona del jarillón corresponde a los perfiles hidraulicos para los caudales de diseño mas un borde libre de 0.30 m.

5003

5. NIVELES DE DISEÑO VS. NIVELES MAXIMOS OBSERVADOS

Para estimar el grado de protección conseguido con las mejoras en el jarillón izquierdo, es de utilidad hacer la siguiente comparacion de niveles y caudales, aprovechando los datos historicos registrados, como se mencionó en el punto anterior.

TRAMO	ESTACION HIDROMETRICA	PERIODO DE REGISTRO  (AÑOS)	NIVEL DE DISEÑO EN LA ESTACION	NIVEL MAXIMO REGISTRADO	CAUDAL MAX. REGISTRADO  (m <sup>3</sup> /s)
Alicachin-Rio Tunjuelo	Las Huertas (K11+200)	17	2571.55	2570.63	143.9
Rio Tunjuelo-Rio Fucna	El Rincon (K34+040)	17	2573.70	2572.75	111.8
Rio Fucna-Rio Juan Amarillo	Puente Cundinamarca (K41+470)	17	2573.73 (2543.84)	2572.62 (COTAS IGAC)	80.2

6. RIESGO CONTRA INUNDACIONES

La magnitud de los caudales asociados con el dique izquierdo mejorado, ha sido establecida sin tener en cuenta la posibilidad de que el rio tenga desbordamientos hacia su margen derecha. Esto se debe a la circunstancia de que el dique izquierdo con sus boquetes obturados o realizado tendrá su corona a una elevacion que estará por encima de las cotas de la cresta del dique de la margen derecha (orilla opuesta), consiguiendose así que los picos de avenidas se amortiguen

por desbordamiento y almacenamiento de agua en zonas no urbanas. La cuantificación en términos de caudales de este beneficio hidráulico es una tarea compleja, no sólo por su planteamiento analítico, sino por la gran cantidad de datos que se necesitan para su desarrollo y, por lo tanto, los desbordamientos hacia la margen derecha únicamente pueden considerarse cualitativamente como un factor de seguridad en el enfoque de control de inundaciones de zonas urbanas.

Puesto que los caudales máximos registrados en un período cercano a 20 años pueden haber estado deformados por desbordamientos, es difícil establecer el período de retorno asignable a los caudales que puede transportar el río una vez efectuada la adecuación del jarillón izquierdo. Sin embargo, con base en el análisis de frecuencias de caudales efectuados en estudios anteriores (J. Saldarriaga, CDM - CEI - Planhidro, Hidroestudios), pueden asignarse los siguientes períodos de retorno a las crecientes que no inundarán zonas urbanas.

Tramo Alicachin - Río Tunjuelo:	10 años
Tramo Río Tunjuelo - Río Fucha:	20 años
Tramo Río Fucha - Río Juan Amarillo:	10 años

Para establecer estos períodos de retorno, no se ha tenido en cuenta la posibilidad de desbordes del río hacia la margen derecha, lo cual significa que la protección conseguida con los trabajos en el dique izquierdo corresponde a crecientes que tienen un mayor período de recurrencia. También es conveniente mencionar que en grandes avenidas con la abertura de las compuertas de Alicachin, se podrá deprimir la lámina de agua por debajo de los niveles que se han establecido para los caudales de diseño, bajo la hipótesis de que en Alicachin la cota máxima es la 2566.50 msnm.

## 7. ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Para establecer el grado de proteccion que se lograria haciendo las obras en el jarillón izquierdo, según los perfiles hidráulicos adoptados para el diseño, fue necesario hacer un estudio hidrológico muy completo de caudales y niveles que tuvo como base las estaciones hidrometricas localizadas en el rio Bogota entre Alicachin y Puente La Virgen. Las estaciones consideradas fueron Las Huertas (K11+200), La Isia (K24+700), El Rincon (K34+640), Puente Cundinamarca (K41+470), Vuelta Grande (k56+480) y Puente La Virgen (K70+400). Las dos últimas estaciones no están dentro del sector de las mejoras del jarillón pero fueron incluidas en el estudio para proposito de comprobación. El resultado de los analisis se presenta en el Apendice A que hace parte del este informe en tomo separado.

## 8. TRABAJOS DE TOPOGRAFIA

Los trabajos topográficos efectuados para el levantamiento del jarillón izquierdo del rio Bogotá, comprendieron el trazado de una poligonal por la margen izquierda del rio entre Alicachin y la confluencia del rio Juan Amarillo, sector de 52 km de longitud, y la correspondiente medida de secciones transversales de este jarillón. Adicionalmente se estableció la posición y altura del eje del jarillón derecho en el mismo tramo del rio Bogotá. También se levantaron los jarillones de los rios Fucha y Tunjuelo en el sector final de su curso.

En el Apendice B, en tomo separado, se incluye una descripción completa de los trabajos que se efectuaron y de sus resultados.

## 9. ESTUDIO GEOTECNICO

El estudio de las mejoras del jarillón izquierdo del río Bogotá incluyó un análisis geotécnico muy completo que se hizo en el tramo comprendido entre el río Tunjuelo y el río Juan Amarillo.

El estudio comprendió un examen de la situación actual del jarillón y de su comportamiento con las obras, mediante análisis de estabilidad para mecanismos de falla rotacionales. También dentro del estudio se determinaron posibles zonas de préstamo de materiales y se establecieron recomendaciones constructivas para la ejecución de los rellenos. El informe mencionado tiene el número de referencia GC-300-57-078, fue presentado en junio de 1992 y consta de los siguientes volúmenes:

"Control de Inundaciones del Río Bogotá - Estudio Geotécnico - Informe";

"Control de Inundaciones del Río Bogotá - Estudio Geotécnico - Anexo 1 - Registros de Barreros Manuales y Registros de Apiques";

"Control de Inundaciones del Río Bogotá - Estudio Geotécnico - Anexo 2 - Resultados de los Ensayos de Laboratorio";

"Control de Inundaciones del Río Bogotá - Estudio Geotécnico - Anexo 3 - Memorias de Cálculo";

"Control de Inundaciones del Río Bogotá - Estudio Geotécnico - Anexo 4 - Caracterización del Subsuelo para los Jarillones del Río Fucha y del Río Tunjuelo";

## 10. PLANOS

En documento separado se presentan un plano de localización general del proyecto, trece planos de planta y perfil, y 71 planos de secciones transversales del jarillón izquierdo.

303

FIGURA 2

# RIO BOGOTA PERFILES HIDRAULICOS

Q=40; 50; 100 m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin: 68

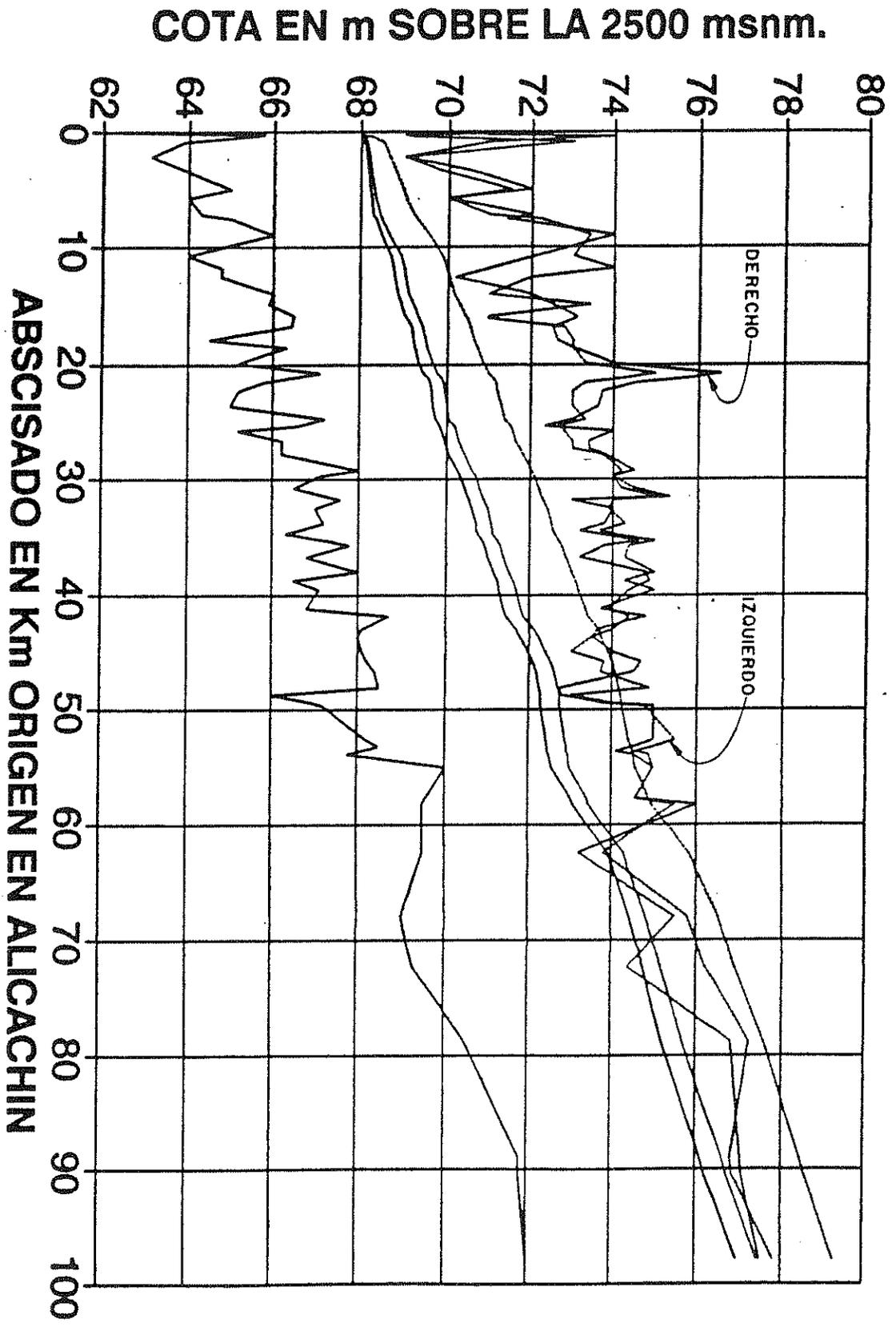
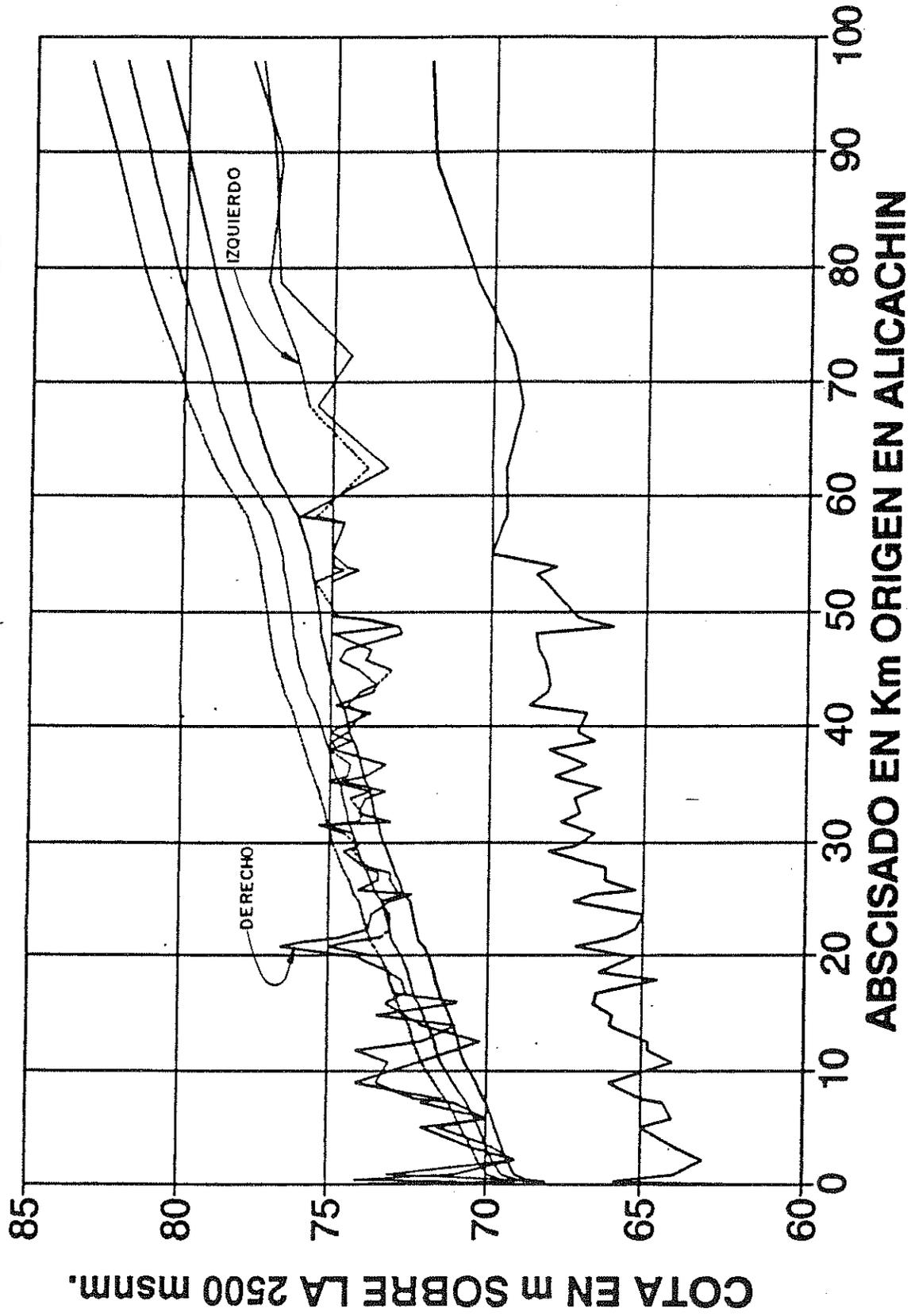


FIGURA 3

**RIO BOGOTA PERFILES HIDRAULICOS  
Q=150; 200; 250 m<sup>3</sup>/s Cota Alicachin:68**



APENDICE 5.

ACTA DE ACUERDO GÓMEZ CAJIAO - ESTUDIOS  
TÉCNICOS S.A.



## ACTA REUNION TECNICA

**FECHA:** Agosto 12 de 1994  
**LUGAR:** Oficinas de Estudios Técnicos S. A.  
**ASISTENTES:** Jorge Enrique Durán - Gómez, Cajiao y Asociados Cía. Ltda.  
Alvaro J. González, Alvaro Cortés, Eduardo Fajardo - Estudios  
Técnicos S.A.  
**TEMA:** Relocalización Río Bogotá

La presente reunión fue convocada con el fin de comparar los resultados de análisis de estabilidad geotécnica efectuados por Estudios Técnicos S.A. para la UAEAC y Gómez, Cajiao y Asociados Cía. Ltda. para la EAAB en relación con las obras de relocalización del río Bogotá requeridas para la construcción de la segunda pista del Aeropuerto Eldorado de la ciudad de Bogotá.

1. Comparados los resultados de los anteriores análisis se concluye que las diferencias están dentro de los márgenes usuales en estudios de esta naturaleza, dependiendo de las características adoptadas para los estudios del sector, siendo menores los valores de resistencia del suelo encontrados por Gómez, Cajiao y Asociados en comparación con los de Estudios Técnicos.
2. En consecuencia, se concluye que, a pesar de no haber diferencias significativas, de todas formas es necesario acordar criterios comunes para garantizar la estabilidad del canal de desviación tanto a corto como a largo plazo, con énfasis en prevenir fallas profundas similares a las ocurridas en otros cauces o canales en la sabana de Bogotá.
3. Las recomendaciones acordadas son:
  - La altura máxima entre el fondo del canal y la corona de los taludes no deberá ser mayor a los 9.00 metros. Esta diferencia deberá mantenerse hasta una distancia de 20.00 metros desde la orilla. La inclinación de los taludes será de 2 horizontal:1 vertical, tal como se tiene diseñada y se incluirá una berma intermedia de 3.0 m de ancho. El ancho del fondo del canal será de 20.0 metros.
  - A medida que se excave el nuevo cauce del río, deberá garantizarse la permanencia de una lámina de agua libre dentro del canal de por lo menos las siguientes profundidades:

Profundidad del Canal $H_t$ , metros	Profundidad de la lámina de agua libre $h_w$ , metros
7	1
8	2
9	3

Esto exigirá necesariamente una excavación o dragado bajo agua de los metros más profundos del nuevo cauce.

- En la zona comprendida entre la orilla del canal y un punto situado a 100 m de ésta, no debe colocarse ninguna estructura o construcción, salvo por la zona de aproximación de la pista. Incluso no deberá permitirse la colocación de materiales de excavación en forma transitoria o provisional.
- Se hace énfasis en que las anteriores recomendaciones son totalmente compatibles con las normas sobre rondas del río Bogotá que establecen un ancho de 300 m con restricción de usos.

Para constancia, se firma por los que asistieron:

  
 JORGE E. DURAN  
 GOMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS CIA. LTDA.

  
 ALVARO J. GONZALEZ  
 ESTUDIOS TECNICOS S.A.

  
 EDUARDO FAJARDO F.  
 ESTUDIOS TECNICOS S.A.

  
 ALVARO CORTES R.  
 ESTUDIOS TECNICOS S.A.

APENDICE 6.

CARTA 4100-95-546743 DE LA E.A.A.B.- VISTO BUENO  
OBRAS DE RELOCALIZACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ.





Con visión positiva del Futuro

Gerencia General

Santafé de Bogotá,

4100-95

546773

Doctor  
ALVARO RAAD GOMEZ  
Director General  
Aeronáutica Civil  
Aeropuerto Internacional ElDorado  
Santafé de Bogotá, D.C.

Asunto: Oficio 674456 proyecto segunda pista Aeropuerto ElDorado

Apreciado doctor Raad:

Por medio de la presente comunico a usted que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, no tiene objeción sobre las obras de relocalización del río Bogotá, a fin de que se cumpla con el proyecto de la pista ya mencionada.

Lo anterior sobre la base que la Aeronáutica Civil como lo señala en su comunicación, llevará a cabo dicha obra, ciñéndose en todos y cada uno de los puntos contemplados en el diseño de la adecuación hidráulica del río Bogotá, establecida por la EAAB-ESP.

Es necesario tener en cuenta las recomendaciones consignadas en el acta suscrita entre las firmas Gómez Cajiao y Estudios Técnicos y que la Aeronáutica Civil asuma los costos correspondientes a la obra mencionada.

Cordialmente,

LUIS ALBETO JARAMILLO GOMEZ  
Gerente de Planeamiento



## EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL ELDORADO

### 1. GENERAL

Para mitigar los impactos generados por los efluentes líquidos, de acuerdo con el decreto vigente 1594 de 1984, es necesario tener remociones en carga del orden del 80% en DBO y DQO. Este tipo de remociones se logran de la mejor forma utilizando procesos biológicos.

Como se mencionó en el apartado sobre caracterización de residuos líquidos, los residuos provenientes de las actividades del Aeropuerto, son residuos que no presentan toxicidad para los microorganismos, tanto aerobios como anaerobios, que son los responsables del tratamiento biológico de las aguas residuales.

### 2. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO

A continuación se hace un análisis de alternativas de tratamiento desde un punto de vista técnico y económico para hacer una recomendación sobre el tipo de proceso más adecuado para tratar las aguas residuales del Aeropuerto. A continuación se resumen los parámetros más relevantes, según los ensayos de caracterización efectuados:

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Observaciones
Q prom. (l/s)	2.0	1.4	20.5	
Q max. (l/s)	3.2	2.8	58* (38)	* Lluvia
Q min. (l/s)	0.2	0.2	3	
DQO (mg/l)	375	243	452	
DQO <sub>5</sub> (mg/l)	194	113	190	
NKT (mg/l)	31.3	34.9	15.3	
P (mg/l)	65	5.8	4.2	
pH	6.4	6.6	6.2	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	13.7	22.8	163	
Fe (mg/l)	0.5	3.3	21	
Aceites (mg/l)	22.9	18.7	18.3	
DQO/DBO <sub>5</sub>	1.92	2.15	2.4	
DQO : N : P	100:8:2	100:14:2	100:3.4:0.9	

Como se puede observar las características de las aguas residuales son similares a las aguas residuales domésticas con la excepción de altos contenidos de Sulfatos y de hierro en el punto 3, que es el mayor caudal.

Estas altas concentraciones de sulfatos presentan problemas especialmente en sistemas anaerobios ya que afectan los rendimientos óptimos obtenibles con el sistema. Los sulfatos son reducidos por acción biológica a sulfuros de acuerdo con la siguiente ecuación:



El ion bisulfuro,  $\text{HS}^-$ , se encuentra en equilibrio químico con el sulfuro,  $\text{S}^{2-}$ , y éste último se precipita en ambientes anaerobios formando sulfuros metálicos insolubles. (Mes). Dada la alta concentración de hierro, éste se precipita como sulfuro ferroso,  $\text{FeS}$ . Esto generaría incrustaciones en el reactor que no son deseables pues impondría unas grandes necesidades de mantenimiento. El sulfuro restante, el que no se precipita, saldría en el efluente del reactor anaerobio limitando la remoción de DBO.

En un tratamiento aerobio los sulfatos mantendrían su forma química, y saldrían en el efluente como sulfatos. El hierro, a su vez, se oxidaría de Fe II a Fe III y se precipitaría, igualmente, como hidróxido principalmente, formando un gel pegajoso, ya que el precipitado tiene características coagulantes. Este efecto se vio claramente en los estudios de toxicidad realizados en el laboratorio como parte de la caracterización. Las implicaciones de éste efecto son varias; por una parte se generará una gran cantidad de lodo inorgánico que habrá necesidad de disponer, esto puede presentar problemas desde el punto de vista del tratamiento pues puede llevar a una mineralización del lodo en el tanque de aireación. Por otra parte la potencia necesaria para mantener el lodo en suspensión debe calcularse cuidadosamente.

Igualmente se corre el riesgo de formar incrustaciones que deterioren el funcionamiento hidráulico de la planta.

Como se puede ver cualquiera de las dos opciones tanto aerobia como anaerobia, debe evaluarse con cuidado, si fuera posible con un estudio piloto, dada las características especiales del efluente, especialmente en lo relacionado con los problemas mencionados con los sulfatos y el hierro.

### 3. Evaluación Económica

Se evaluarán los costos de inversión y los de operación y mantenimiento de sistemas alternativos para el tratamiento. Se evaluarán tres sistemas:

- Lagunas de oxidación
- Sistemas aerobios - Lodos activados
- Sistemas anaerobios - RAP Y UASB

En la figura No. 1 se puede ver un diagrama de procesos de los sistemas.

Para la obtención de los costos se usarán las curvas desarrolladas por Buitrago y Giraldo ( Buitrago C y Giraldo E.,1994) obtenidas con base en sistemas reales construidos en Colombia para diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales. Los costos obtenidos con estas curvas tienen una confiabilidad de mas o menos 15%.

La siguiente tabla resume los costos de capital para cada uno de los tres sistemas:

### COMPARACIÓN DE COSTOS (MILLONES DE PESOS 1994)

SISTEMA	CAUDAL	CAPITAL (*)	OKM (1/año)
Lagunas de Oxidación	(28 l/s)	160	5
	(56 l/s)	211	10
Aerobio - Aireación Extendida	(28 l/s)	550	26.5
	(56 l/s)	984	53
Anaerobio - RAP	(28 l/s)	180	5.5
	(56 l/s)	238	11
Anaerobio - UASB	(28 l/s)	210	5.5
	(56 l/s)	371	11

(\*) No incluye costos de terrenos, estructuras de entrada, estructuras de salida ni otras estructuras comunes; así mismo no incluye los costos de diseños, ni AUI. Estos costos se consideran iguales para todas las alternativas.

En el apéndice se describe la metodología utilizada para hallar estos costos.

### COMPARACIÓN DE ÁREAS (Ha)

	28 l/s	56 l/s
Lagunas	2.7	5.4
Aerobio	0.10	0.21
Anaerobios + laguna	0.17	0.44

#### 4. OTRAS CONSIDERACIONES

A continuación se presenta una tabla comparativa de los tres tipos de procesos propuestos con respecto a otras variables de importancia en la selección de tecnología:

Descripción	Laguna	Lodos Activados	UASB - RAP
Potencial de Olores	Mediano	Bajo	Alto
Ruido	Muy Poco	Mediano	Muy Poco
Vectores	Mediano	Bajo	Bajo
Confiabilidad en el tratamiento	Alta	Mediana (*)	Mediana
Nivel de Tratamiento (**)	Alto	Alto	Mediano
Necesidad de mantenimiento	Poca	Alta	Mediana

(\*) La confiabilidad de los lodos activados es menor que en los otros sistemas debido a la mayor posibilidad de fallas en los equipos. Mientras que las lagunas y los reactores anaerobios no tienen equipos mecánicos los lodos activados si.

(\*\*) Todos los sistemas con excepción de las lagunas requieren desinfección final del efluente.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a las consideraciones anteriores de costos, espacios y rendimientos se puede concluir lo siguiente:

- Los tratamientos anaerobios no son viables tecnológicamente en el momento actual dadas las altas concentraciones de sulfatos y hierro en las aguas residuales. En caso de subsanarse esta característica, este tipo de sistema es muy atractivo económica y tecnológicamente.

- Los tratamientos aerobios también pueden verse afectados por las altas concentraciones de hierro, y es recomendable hacer estudios de tratabilidad antes de realizarse el diseño.

Los costos de este tipo de tratamiento son los más altos, tanto en inversión inicial como en operación y mantenimiento, sin embargo su rendimiento en términos de remoción de materia orgánica es muy bueno. Para cumplir con las normas para remoción a patógenos requeridos por la CAR es necesario hacer desinfección del efluente.

- Las lagunas, por su parte, presentan ventajas económicas y tecnológicas. Son las más económicas. (sin considerar el costo del terreno que se asume disponible por parte del Aeropuerto) y son las únicas que lograrían la remoción de patógenos requeridos. Por otra parte estas presentan problemas potenciales de olores y vectores, que aunque controlables con un buen diseño, y un adecuado mantenimiento, pueden presentarse.

510

## APENDICE

### PARAMETROS PARA EVALUACION ECONOMICA

#### Cálculos Capital

##### A. Lodos Activados - Aireación Extendida

$$Q= 28 \text{ l/s}$$

$$33.826.482 (28)^{0.8373} = 550'000.000 \quad (28 \text{ l/s})$$

$$Q= 56 \text{ l/s}$$

$$33.826.482 (56)^{0.8373} = 984'000.000 \quad (56 \text{ l/s})$$

##### B. Anaerobios - RAP

$$43.108.293 (28)^{0.4243} = 180'000.000 \quad (28 \text{ l/s})$$

$$43.108.293 (56)^{0.4243} = 238'000.000 \quad (56 \text{ l/s})$$

##### C. Anaerobios - UASB

$$13.974.805 (28)^{0.8149} = 210'000.000 \quad (28 \text{ l/s})$$

$$13.974.805 (56)^{0.8149} = 371'000.000 \quad (56 \text{ l/s})$$

##### D. Laguna de Oxidación

$$41.915.593 (28)^{0.4019} = 160'000.000 \quad (28 \text{ l/s})$$

$$41.915.593 (56)^{0.4019} = 211'000.000 \quad (56 \text{ l/s})$$

$$\text{OXM : Larga: } 28 \text{ l/s} \times 200 \frac{\text{mg DBO}_5}{\text{l}} \times \frac{86400 \text{sg}}{\text{d}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{mg}}$$

$$\text{Larga} = 484 \text{ Kg DBO/d}$$

$$\text{Larga equivalente} = 10.000 \text{ habitantes}$$

### Cálculo de áreas

a.- Lagunas:  $28 \text{ lps} = 484 \text{ kg DBO/d}$   
 $LA = 20 \text{ Kg DBO /Hd/d}$   
 $A = 2.5 \text{ Ha} \times 1.1$   
 $A = 2.7 \text{ Ha}$

b. Aerobio            Tanque de Aireación

$$\text{HRT} = 17 \text{ horas} \quad V = 56 \text{ l/s} \times 17\text{h} \times 3600\text{s/h} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}$$
$$V = 3427 \text{ m}^3$$

$$H = 3 \text{ m}$$

$$A = V/3\text{m}$$
$$A = 1142 \text{ m}^2$$

Sedimentador Sec:  $V_s = 10 \text{ m/d}$ ,  $H = 3.5 \text{ m}$

$$A = \frac{Q}{V_s} = \frac{56 \text{ l/s} \times 86.4 \text{ m}^3/\text{d} / \text{l/s}}{10 \text{ m/d}}$$

$$A = 484 \text{ m}^2$$

Lodos: Filtro prensa para evitar vectores

$$\text{Area Total} : (1.15 + 0.5) \times 1.3 = 0.21 \text{ Há}$$

C. Anaerobio : TRH = 11 Horas

$$H = 4$$

$$V = 56 \times 86.4 \times 11/24$$

$$V = 2218 \text{ m}^3$$

$$A = V/H$$

$$A = 554 \text{ m}^2$$

Lodos con filtro prensa

TRH, Laguna = 1 día, H = 1.5 m

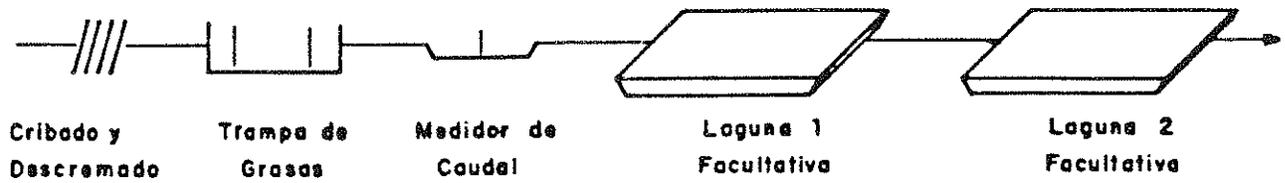
Anaerobios ( cantidad)

$$V_{lag.} = 56 \times 86.4 \times 1 = 4840 \text{ m}^3$$

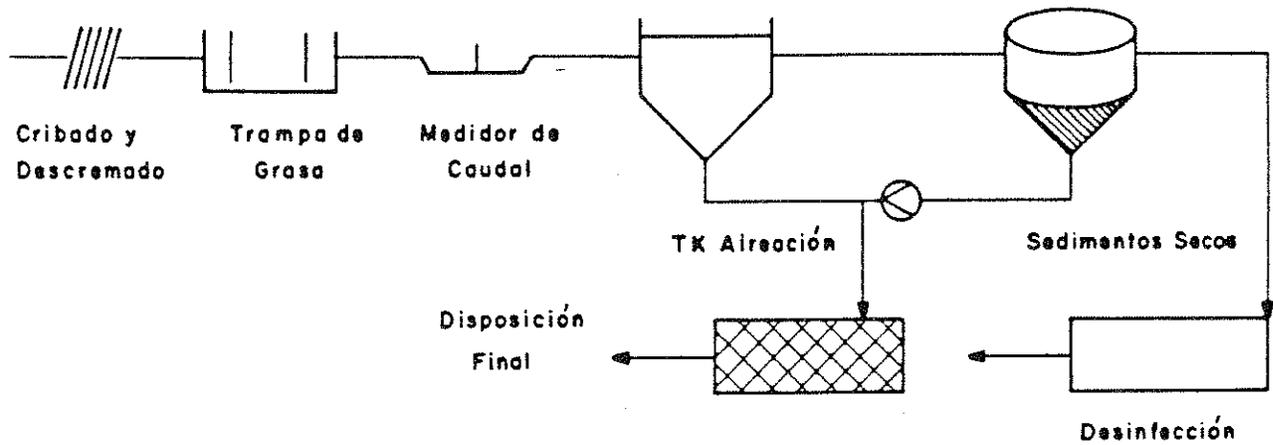
$$A = \frac{V}{H} = 3.200 \text{ m}^2$$

$$\text{Total : } (0.32 + 0.05) \times 1.2 = 0.44$$

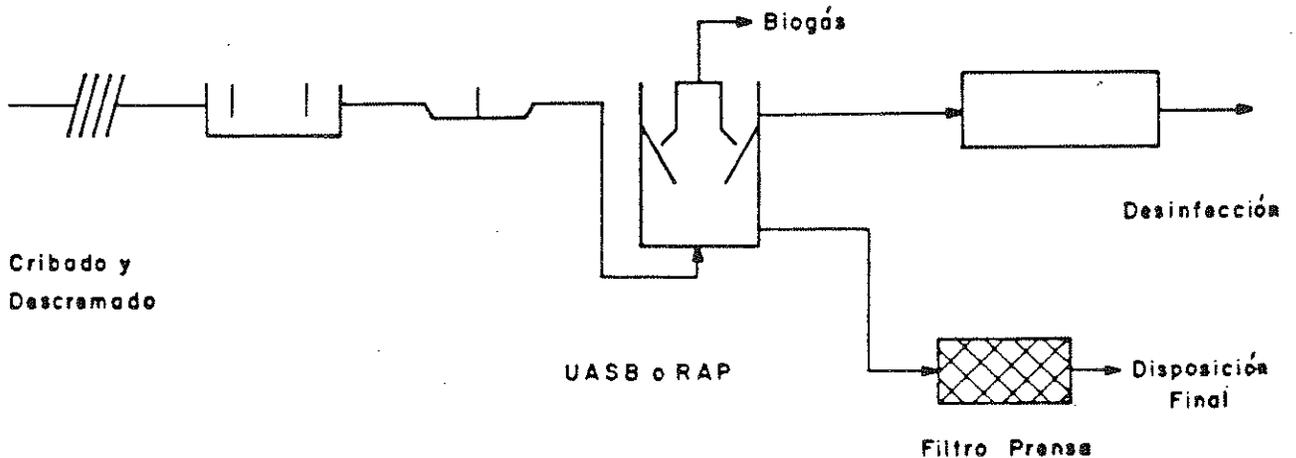
### A. Laguna de Oxidación



### B. Lodos Activados



### C. Reactor UASB o RAP



UNIDAD ESPECIAL  
ADMINISTRATIVA DE  
AERONAUTICA CIVIL

DAMES & MOORE, INC  
ESTUDIOS TECNICOS S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
CONSTRUCCION SEGUNDA  
PISTA AEROPUERTO  
ELDORADO

ESQUEMAS DE TRATAMIENTO

DIC. 1994

Figura No 1

5/12

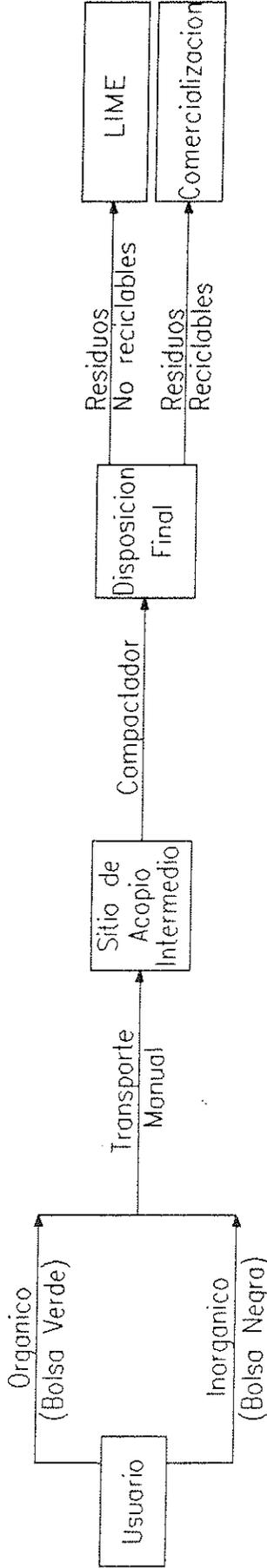
## **ANEXO E - 3**

**ESQUEMA GENERAL DEL PLAN DE MANEJO DE  
RESIDUOS SOLIDOS**

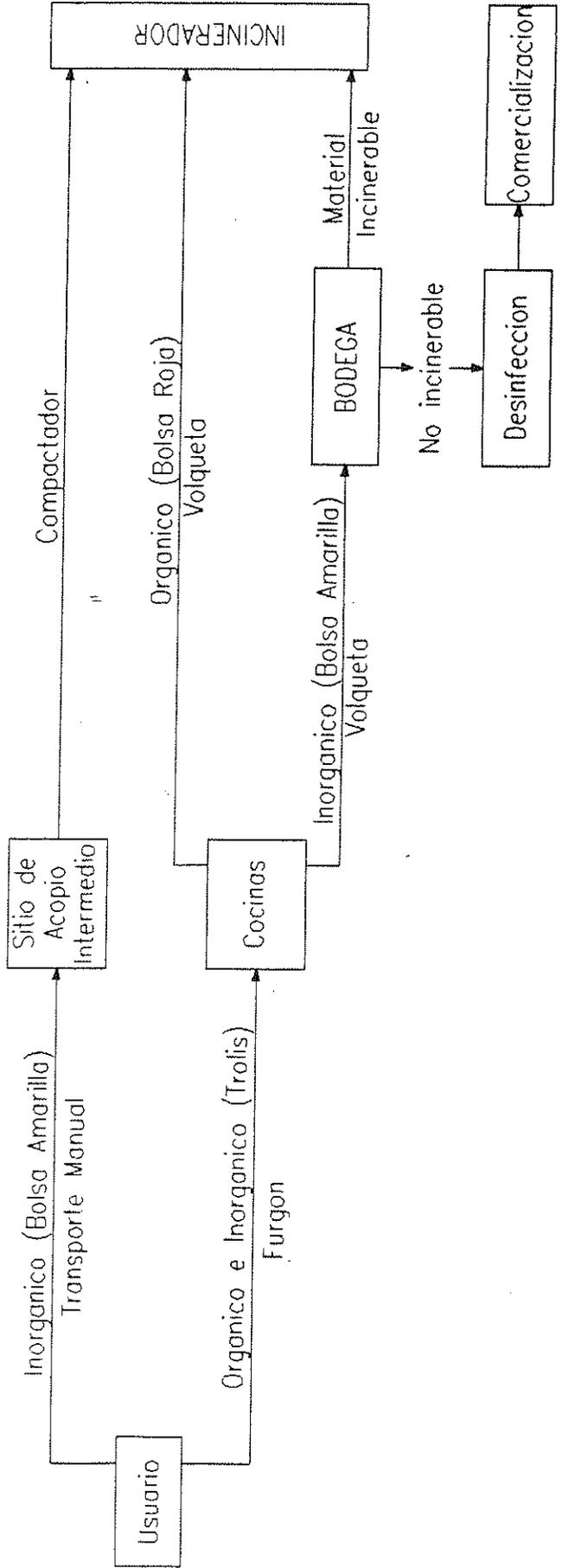


# AEROPUERTO EL DORADO FLUJO DE RESIDUOS PROPUESTO

## VUELOS NACIONALES



## VUELOS INTERNACIONALES





## **ANEXO E - 4**

**LICITACION 003/94 - CONSTRUCCION SEGUNDA PISTA.  
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION  
RELACIONADAS CON EL PLAN DE MANEJO PROPUESTO**



576

## INTRODUCCION

A continuación se incluyen los capítulos de especificaciones técnicas y condiciones especiales incluidas en el pliego de condiciones de la licitación No. 003/94 relacionados con el plan de manejo del proyecto segunda pista Aeropuerto Eldorado.

- \* TOMO I, SECCION 2 - CONDICIONES TECNICAS ESPECIALES.
- \* TOMO II, SECCION 1, VOLUMEN 1 - ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES - OBRAS CIVILES.
  - Capitulo 1 - Despeje, limpieza y descapote.
  - Capitulo 2 - Excavaciones, rellenos y terraplenes.
  - Capitulo 17 - Empradizado.
  - Capitulo 20 - Relocalización y desvio del Río Bogotá
  - Capitulo 21 - Impacto urbano.



UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE  
AERONÁUTICA CIVIL

PROYECTO SEGUNDA PISTA AEROPUERTO ELDORADO

TOMO I, SECCION 2

CONDICIONES TECNICAS ESPECIALES

# INDICE

2.1. Localización y Descripción del Aeropuerto Eldorado	1
2.2. Descripción de las Obras a Ser Ejecutadas	2
2.3. Descripción de las Obras a ser Mantenidas	6
2.4. Instalaciones del Concesionario y Acceso y Vigilancia de las Zonas de Trabajo	8
2.5. Campamento y Obras Provisionales	9
2.6. Higiene y Seguridad Industrial	10
2.7. Energía Eléctrica y Comunicaciones	10
2.8. Suministro de Agua	10
2.9. Disposición de Aguas Residuales	10
2.10 Vías de Acceso y de Trabajo	11
2.11. Fuentes de Materiales	11
2.12. Zonas de Descargue de Desechos o Botaderos	12
2.13. Restricciones por Operación del Aeropuerto	12
2.14. Planos y Especificaciones Técnicas	14
2.15. Cantidades de Obra	15

## TOMO I - SECCION 2

### CONDICIONES TÉCNICAS ESPECIALES

#### 2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AEROPUERTO EL DORADO

El Aeropuerto Eldorado está localizado a 11 kilómetros del centro de la ciudad de Santafé de Bogotá a una elevación sobre el nivel del mar de 2546 metros. Su construcción se inició en 1955 en lugar netamente rural. Fue inaugurado en 1959 convirtiéndose para ese momento en el aeropuerto más moderno de América Latina. En la actualidad es el aeropuerto con mayor movimiento de pasajeros y carga del país con un número de operaciones anuales del orden de las 160.000.

El aeropuerto posee una pista de 3800 metros de longitud y 48.80 metros de ancho orientada con un azimut de 120° (12) y 300° (30). Está equipada con 5 carreteros de salida, 3 a 90° y 2 a 45°. Estas salidas conectan a una pista de carretero paralela de igual longitud de la pista. Una segunda pista de carretero paralela se extiende desde el punto central de la pista hasta la cabecera 30.

El campo aéreo está dotado con un sistema completo de ayudas visuales y radioayudas categoría I.

El edificio terminal consiste en una instalación frontal con dos espigones que se extienden hacia la plataforma; tiene uno y medio niveles de operación que cubren aproximadamente 42.000 m<sup>2</sup>. En el centro de la instalación frontal existe una torre de seis pisos que es utilizada por la UAEAC para sus oficinas administrativas.

Al noreste existe otro terminal inaugurado en Diciembre de 1981 que sirve una parte de las operaciones de AVIANCA y que corresponden aproximadamente al 30% del total de las operaciones del Aeropuerto.

La carga es manejada por dos edificaciones que ocupan un área de 9300 m<sup>2</sup>. Se tiene igualmente un complejo de nuevas instalaciones que cubren un área construida de 21600 m<sup>2</sup> que servirán próximamente la carga internacional.

Las instalaciones destinadas a la aviación general cubren una área total cercana a los 190.000 m<sup>2</sup> y están agrupadas en dos sectores; uno sobre la cabecera 30 de la pista existente y otro, menor, sobre la cabecera 12.

Igualmente el aeropuerto posee áreas destinadas a las empresas encargadas del suministro de combustibles que ocupan 20.000 m<sup>2</sup>.

Dentro de los predios del Aeropuerto, la Fuerza Aérea Colombiana posee instalaciones aéreas conectadas con la pista a través de la plataforma del Terminal Principal. Estas instalaciones, denominadas Base Aérea Militar CATAM, poseen una plataforma propia, hangares, depósitos de combustibles así como otras áreas de mantenimiento y servicio.

## **2.2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS A SER EJECUTADAS**

A continuación se describen las obras a ser ejecutadas para la construcción de la Segunda Pista y Obras Complementarias de acuerdo con los Planos de Licitación y Especificaciones Técnicas que hacen parte de estos Pliegos de Condiciones :

### **2.2.1 RELOCALIZACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ**

Consistirá en la relocalización del río Bogotá al occidente del actual cauce incluyendo todas las operaciones de desvío requeridas en coordinación con las entidades del Estado administradoras de los recursos naturales. El nuevo canal en tierra tendrá una longitud de 2600 metros y una sección trapezoidal. El trabajo incluirá la utilización del material de excavación para la conformación de jarillones, el relleno del antiguo cauce y el relleno de zonas de seguridad de la pista y otras áreas anexas.

### **2.2.2 SEGUNDA PISTA Y CARRETEOS DE CONEXIÓN**

Consistirá en la construcción de la Segunda Pista de una longitud de 3.800 metros, un carreteo paralelo, del cual ya se tienen construidos cerca de 1.100 m, una bahía de espera en cada cabecera, tres calles de salida a 90° y una calle de salida rápida con los sistemas completos de ayudas visuales y radioayudas Categoría II. Se construirán igualmente 2 nuevos carreteos de conexión entre la pista existente y la segunda pista, se ampliará en 10 metros la plataforma existente frente al Terminal de Pasajeros y se prolongará el carreteo "F" hasta conectarlo con los dos carreteos de conexión entre las dos pistas.

518

## **A. OBRAS CIVILES**

Incluirá todas las demoliciones, excavaciones y terraplanes para la nueva pista, carreteos y demás obras definidas para el campo aéreo. Se harán igualmente las excavaciones para aproximadamente 12 kilómetros de canales de drenaje en tierra y la construcción de alcantarillas de cajón de una y dos celdas en los cruces de las zonas pavimentadas. Los suelos escogidos como nivel de excavación de la pista serán limos arcillosos.

Se conformarán, además, barreras alrededor del aeropuerto en el sector limítrofe con Fontibón. Estas barreras consistirán en jarillones de material procedente de las excavaciones; en un sector ya se tienen conformadas parcialmente y el Constructor deberá revisar su sección y reconfigurarlas.

Para los terraplenes necesarios en el sector del actual cauce del Río Bogotá hacia el Occidente se ha previsto la colocación de drenes verticales y horizontales con sus respectivos lechos filtrantes y un terraplén de sobrecarga con el fin de permitir la preconsolidación del suelo de fundación. Se ha previsto igualmente una instrumentación mediante extensómetros de registros de movimiento vertical y piezómetros de cuerda vibrante.

En cuanto a la estructura del pavimento se han previsto en los diseños dos alternativas para su construcción : Una en pavimento flexible y otra en pavimento rígido con losas de concreto de cemento. El proponente deberá analizar las dos alternativas y elaborar la propuesta que considere más conveniente para su construcción y mantenimiento.

La pintura de piso consistirá en la colocación de todas las indicaciones requeridas en el campo aéreo según las normas de la OACI.

## **B. SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE AYUDAS VISUALES Y SUS CORRESPONDIENTES LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA**

Comprenderán los sistemas de luces de iluminación del campo aéreo para Categoría II de Operación que incluirá luces eje y borde de pista, eje de carreteos, de guía de salida y entrada de la pista, luces de zona de contacto y sistema ALS de la cabecera 12, luces de umbral y sistema PAPI de ambas cabeceras, letreros luminosos y las consolas que irán en la torre de control. Para la construcción e instalación del Sistema ALS será necesario la construcción de un puente sobre el nuevo cauce del Río Bogotá, el cual deberá ser ejecutado con la coordinación de la entidad administradora de este recurso natural.

Los trabajos incluirán la construcción de dos subestaciones de energía de 11.4 kV/0.480 kV, localizadas una en cada cabecera, con sus equipos de transformación, regulación, control y sistemas de emergencia según la categorización de la pista; y todo el sistema de bancos de ductos, conduits y cableado para su conexión con el sistema de iluminación del campo aéreo. La subestación de la cabecera 12 tendrá una capacidad de 300 KVA y la de la 30, 150 KVA.

### **C. SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LOS EQUIPOS DE RADIOAYUDAS Y DE METEOROLOGÍA**

Incluirá todos los equipos del sistema de aterrizaje por instrumentos ILS, categoría II con sus balizas interior e intermedia, equipo de Glide Slope, equipo Localizador, equipos radio telemétricos medidores de distancia DME, equipos de meteorología y nuevos paneles de control y monitoreo en la torre de control para atender tanto la pista existente como la nueva con todas sus conexiones eléctricas y de control.

#### **2.2.3 PLATAFORMA BASE AÉREA DE CATAM**

##### **A. OBRAS CIVILES**

Las obras incluirán la ampliación de la plataforma de parqueo de la Base Aérea Militar CATAM en un área aproximada de 120.000 m<sup>2</sup>.

Los trabajos consistirán en todas las demoliciones y movimientos de tierra para la construcción de la ampliación de la plataforma según las dimensiones mostradas en los planos y sus salidas a los carreteos "A" y "S". La estructura del pavimento deberá ser en concreto de cemento. Su sistema de drenaje será efectuado por medio de rejillas de piso conectadas al sistema de canales del Aeropuerto.

##### **B. ILUMINACIÓN**

Consistirá en el suministro, instalación y puesta en servicio del sistema de postes de iluminación para la plataforma y luces de borde requeridas.

#### **2.2.4 OBRAS COMPLEMENTARIAS**

##### **A. CONSTRUCCIÓN DE CERRAMIENTOS DEL AEROPUERTO**

Consistirá en la construcción de cerramientos en malla eslabonada a lo largo de un tramo del perímetro de propiedad del Aeropuerto y la reconstrucción de los tramos de cerramiento existentes a lo largo del perímetro sobre la Carrera 103 y Avenida de La Esperanza, colindante con la nueva pista y sobre la vía a Engativá y el Sector Este, colindantes con la pista existente. Asimismo, se deberán construir cerramientos

519

en el interior de la propiedad del Aeropuerto para aislar las áreas de acceso restringido al campo aéreo.

Los linderos del área de propiedad del Aeropuerto deberán quedar con doble cerca de malla eslabonada en medio de la cual se construirá la vía perimetral. Estratégicamente se colocarán un total de 8 puertas vehiculares y 5 puertas peatonales.

**B. VÍA PERIMETRAL Y VÍAS INTERNAS DE ACCESO**

Consistirá en la construcción, a nivel de sub-base, de una vía interna a lo largo del cerramiento perimetral y de vías internas para el acceso a las Subestaciones A y B, Glide-Slope, equipos de localizador, marcadores del ILS y demás instalaciones de apoyo de la nueva pista.

**C. NUEVAS VÍAS DE ACCESO AL OCCIDENTE Y NUEVA VÍA DE SERVICIO**

Por razón de la construcción de la Segunda Pista será necesario construir una nueva vía de acceso a las instalaciones de la Base Aérea Militar CATAM y demás áreas existentes en el sector Occidental del Aeropuerto.

Consistirá en la construcción de aproximadamente 6 kilómetros de vías en pavimento flexible con sus correspondientes obras de drenaje, señalización y control.

La Nueva Vía de Servicio consistirá en la construcción de aproximadamente 800 metros de vía pavimentada de servicio interno localizada a continuación de la nueva vía de acceso y colindante con los predios ocupados por la FAC. Su estructura de pavimento será igual a las de las Vías de Acceso.

**D. ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS Y ESTACIÓN DE BOMBEO**

Por razón de la construcción de los carreteos de conexión entre las dos pistas y por la relocalización del Río Bogotá, deberá ejecutarse la construcción de un nuevo tramo de alcantarillado en una longitud aproximada de 3.000 m que irá entre la actual plataforma de parqueo del terminal principal y el nuevo canal del Río Bogotá, según se muestra en los planos de Licitación. Asimismo será necesario construir una nueva estación de bombeo con sus correspondientes equipos e instalaciones eléctricas que reemplazará la existente actualmente frente a las instalaciones de la Base Aérea de CATAM.

## **E. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS EXTERIORES**

Este trabajo consistirá en la construcción de las canalizaciones eléctricas necesarias entre la subestación general del Aeropuerto y las nuevas Subestaciones A y B que alimentarán la Segunda Pista, la subestación de la Base Aérea de CATAM y del sector de Aviación General localizado al Oeste de la Base de CATAM.

Las obras incluirán la construcción de los bancos de ductos según el dimensionamiento indicado en los planos y el suministro, instalación y puesta en servicio de los alimentadores eléctricos a 11.4 kV entre la subestación general y las subestaciones A y B, la Subestación de la base aérea de CATAM, la zona de Aviación General y la nueva estación de bombeo de Aguas Negras.

## **F. NUEVAS INSTALACIONES EN LA BASE AÉREA DE CATAM**

Consistirá en la ejecución de las edificaciones para la sala presidencial, despacho y equipos de comunicaciones dentro de la Base Aérea Militar CATAM, incluyendo las obras de acceso, parqueo y redes de servicio según los planos y especificaciones preparados directamente por la Fuerza Aérea Colombiana FAC y que hacen parte de los presentes Pliegos de Licitación. Además de todo lo indicado para las demás obras que hacen parte de las obras a construir, el Concesionario deberá tener en cuenta que en particular para la ejecución de estas obras será necesario una estrecha coordinación con la FAC.

## **2.3 DESCRIPCION DE LAS OBRAS A SER MANTENIDAS**

A continuación se describen las obras y equipos que deberán ser mantenidos durante la etapa de Concesión. Como se indica más adelante no todas las obras que serán construidas por el Concesionario deberán ser mantenidas por éste; por otra parte la pista existente deberá ser incluida dentro de los servicios de mantenimiento que estarán a cargo del Concesionario. Todos los trabajos de mantenimiento deberán ser realizados según el cubrimiento indicado en las especificaciones de mantenimiento que hacen parte de estos Pliegos de Condiciones. Debe tenerse especialmente en cuenta que la operación del Aeropuerto estará a cargo durante todo el tiempo de la Concesión a cargo de la Aeronáutica Civil.

### **2.3.1 SEGUNDA PISTA Y CARRETEOS DE CONEXIÓN**

Cubrirá el mantenimiento de los pavimentos, zonas de seguridad, sistemas de drenaje y demás obras civiles que conforman la Segunda Pista y carreteos que fueron construidos por el Concesionario.

Igualmente, incluirá el mantenimiento de los sistemas de iluminación del campo aéreo construido; luces de pista y carreteo, luces de aproximación, ALS, letreros y demás ayudas visuales instaladas. Cubrirá el mantenimiento y reemplazo, cuando se requiera, de las lámparas, artefactos, conduits, ductos, alambrados de potencia y control desde la salida de las Subestaciones A y B. No se incluye el mantenimiento de las Subestaciones A y B ni del sistema ILS.

### **2.3.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS**

#### **A. CERRAMIENTOS**

Cubrirá el mantenimiento de la totalidad de los cerramientos en malla eslabonada del Aeropuerto.

#### **B. VÍA PERIMETRAL E INTERNAS DE ACCESO A INSTALACIONES DE LA PISTA**

Cubrirá el mantenimiento de la estructura y superficie de la vía y sus drenajes respectivos.

#### **C. VÍA DE ACCESO AL OCCIDENTE, VÍAS DE SERVICIO**

Cubrirá el mantenimiento de los pavimentos, taludes, sistemas de drenaje y pintura de señalización de las vías pavimentadas construidas por el Concesionario.

### **2.3.3 PISTA Y CARRETEOS EXISTENTES**

Consistirá en el mantenimiento del pavimento de la pista existente y carreteos "A", "B", "C", "D", "E", "F" y conexiones a plataformas, sus zonas de seguridad, sistema de drenaje y demás obras civiles existentes dentro de éstos. Se incluye igualmente el tramo de carreteo existente que hace parte del Carreteo "M" paralelo de la Segunda Pista.

Cubrirá el mantenimiento de los sistemas de iluminación existentes compuestos por luces de pista, carreteo, luces de aproximación ALS y letreros. Incluirá el mantenimiento y reemplazo, cuando se requiera, de las lámparas, artefactos y alambrados de potencia y control. No se incluye el mantenimiento de las subestaciones existentes del sistema ILS.

## **2.4 INSTALACIONES DEL CONCESIONARIO Y ACCESO Y VIGILANCIA DE LAS ZONAS DE TRABAJO**

### **2.4.1 AREA PARA INSTALACIONES DEL CONCESIONARIO**

El Concesionario dispondrá de una zona para sus instalaciones, incluyendo campamentos, plantas de procesamiento de materiales, almacenamientos y equipos de construcción. Dicha zona estará localizada dentro de los predios del Aeropuerto, y su ubicación y dimensiones están señaladas en los Planos de Licitación.

### **2.4.2 ACCESO A LAS ZONAS DE TRABAJO**

El acceso a las instalaciones del Concesionario se hará exclusivamente por una puerta que instale en la malla proyectada frente a sus instalaciones. No habrá acceso por otro lugar, a menos que expresamente y por escrito lo autorice la Interventoría, previo convenio con la UAEAC.

El acceso y programación para el mantenimiento de la Pista Existente y la Nueva Pista, cuando ésta entre en operación, serán convenidos con la UAEAC.

### **2.4.3 VIGILANCIA**

El Concesionario deberá tomar las debidas precauciones para controlar la entrada a sus instalaciones y a los predios del Aeropuerto en la zona de construcción de las obras objeto del Contrato de Concesión. Como parte de dicha vigilancia y para facilitarla, debe iniciar como actividad prioritaria la construcción de las mallas perimetrales mostradas en los planos que encierran el área de la Segunda Pista, especialmente en tramos necesarios para separar las áreas de trabajo de las zonas de servicio de plataformas del Aeropuerto actual y de áreas de la FAC. Asimismo deberá construir en las etapas iniciales del Proyecto, la vía perimetral en los límites Sur, Oriental y Occidental proyectada para el Aeropuerto, según se muestra en los Planos de Licitación de este Pliego de Condiciones.

Cuando se requiera durante la construcción, el Concesionario deberá construir mallas o cercas provisionales para separar las áreas en servicio del Aeropuerto con las que necesita su equipo y personal para ejecutar el trabajo. El tamaño, ubicación, relocalización y remoción de dichas cercas o mallas provisionales deberá ser aprobado por la Interventoría y coordinado con la UAEAC.

52

Será responsabilidad del Concesionario establecer un sistema de vigilancia adecuado para controlar el acceso de personas, vehículos y maquinaria, a los predios del Aeropuerto en la zona a su cargo y en general evitar daños, accidentes o interferencia durante el proceso de construcción y ejecución de las obras, con los aviones, vehículos, personas y demás instalaciones que se encuentren en las áreas del Aeropuerto y de la FAC.

El sistema a emplear para el control y vigilancia será sometido a consideración y aprobación de la Interventoría, lo cual no lo eximirá de sus responsabilidades contractuales de acuerdo con lo establecido en este Pliego de Condiciones.

## 2.5 CAMPAMENTO Y OBRAS PROVISIONALES

En la zona o área para campamentos e instalaciones del Concesionario, señalada en los Planos de Licitación, debe construir, además de sus propios campamentos, instalaciones adecuadas para uso de la Interventoría, con las siguientes áreas mínimas:

Para oficinas, 120 metros cuadrados, de acuerdo con distribución convenida con la Interventoría. Para laboratorio, 40 metros cuadrados para almacenamiento, ensayos y procesamiento de muestras. Debe incluirse la construcción de mesas fijas y pocetas para curado de muestras de concreto. La distribución del laboratorio será convenida con la Interventoría.

Las áreas anteriores tendrán especificaciones iguales o similares a las que construya el Concesionario para sus Ingenieros y empleados. El valor de las instalaciones de la Interventoría deberá estar considerado en los costos y valores de la Propuesta.

Los campamentos, tanto para empleados del Concesionario, como de obreros, y de la Interventoría, deberán estar provistos de agua potable, baños adecuados, energía eléctrica y sistema para disposición de aguas negras y desechos. De acuerdo con las posibilidades técnicas se deben proveer tres (3) líneas telefónicas para uso de la Interventoría.

La UAEAC podrá ordenar, a la terminación de las obras, la remoción total o parcial de los campamentos y demás instalaciones de carácter provisional. Asimismo, podrá decidir que los campamentos queden en servicio durante la operación y mantenimiento de las obras objeto de esta Licitación. No habrá pago separado por lo anterior.

La construcción de campamentos, así como la instalación de plantas de asfalto, trituradoras, plantas de concreto, etc., deberá ceñirse a las disposiciones del Ministerio del Medio Ambiente.

## **2.6 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Será responsabilidad del Concesionario el diseño del Programa de Higiene y Seguridad Industrial que utilizará durante el periodo de Concesión, de acuerdo con las normas y reglamentaciones aplicables.

Correrá por cuenta del Concesionario la implementación de dichos programas. La UAEAC o el representante que para el efecto designe, verificará el cumplimiento de los mismos.

## **2.7 ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES**

El Concesionario deberá obtener y suministrar por su cuenta toda la energía eléctrica que requiera para sus instalaciones y operaciones y por las cuales no habrá ninguna remuneración. Con este fin el Concesionario construirá por cuenta suya las líneas de derivación o prolongación y suministrará e instalará las conexiones, transformadores, elementos de protección, controles y todas las instalaciones eléctricas que se requieran para suministrar la suficiente energía eléctrica y alumbrado a los sitios de construcción. Estas redes serán aprobadas por el Ingeniero Interventor.

Todas las instalaciones eléctricas hechas por el Concesionario deberán cumplir con los requisitos generales establecidos en las normas aplicables de ICONTEC y deberán ser realizadas a satisfacción del Ingeniero Interventor y de la Empresa de Energía de Bogotá; las instalaciones que considere insatisfactorias deberán ser modificadas por el Concesionario.

Excepto cuando se establezca lo contrario, el Concesionario deberá desconectar, dismantelar y remover todos los servicios eléctricos temporales que haya instalado para la ejecución de la obra a la terminación de la misma o en cualquier otro tiempo que lo requiera el Ingeniero Interventor.

El Concesionario deberá suministrar y mantener por su propia cuenta los teléfonos y otros sistemas de comunicación que pueda requerir en relación con la obra; todas las líneas y permisos serán a su entera responsabilidad y a su costa.

## **2.8 SUMINISTRO DE AGUA**

La fuente de abastecimiento de agua es el Acueducto de Bogotá para lo cual los trámites respectivos serán a su entera responsabilidad y costos. El proponente deberá tener en cuenta los costos de abastecimiento y transporte hasta el lugar de las obras en las cantidades que se requiera. El Concesionario podrá ofrecer la utilización de otras fuentes diferentes previo análisis químico de la calidad del agua a utilizar.

## **2.9 DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Todas las instalaciones del Concesionario deberán ser provistas de sus respectivos sistemas de desagüe. Será responsabilidad del Concesionario la correcta disposición de sus residuos para lo cual podrá utilizar las redes de alcantarillado de la ciudad, previa autorización respectiva la cual estará a su cargo y responsabilidad. Si lo anterior no fuere posible se deberán construir las redes y sistemas de tratamiento necesarios según los requerimientos respectivos de la CAR o la entidad que esté a cargo de los respectivos permisos de vertimiento.

## **2.10 VÍAS DE ACCESO Y DE TRABAJO**

El Concesionario deberá estudiar muy cuidadosamente las condiciones particulares de las obras y en especial lo correspondiente a vías de acceso y de trabajo.

Todas las vías que requiera el Concesionario para el acceso de su equipo y de su personal así como de la UAEAC a las zonas de trabajo serán por cuenta y responsabilidad suya; por tanto todos los costos que requieran la adecuación de los carretables existentes o de los nuevos caminos que requiera así como su mejoramiento y conservación deberán ser de su cuenta.

De igual manera serán por cuenta y costo del Concesionario todas las vías internas necesarias para el transporte de los materiales de desecho a las zonas de botadero o para la comunicación entre los diferentes frentes de trabajo.

Todas las vías que requiera construir el Concesionario por fuera de los predios del Aeropuerto serán de su responsabilidad; deberá tomar todas las previsiones necesarias para mantener a la UAEAC fuera de cualquier reclamación que esto pudiere ocasionar. Serán por su cuenta y riesgo la obtención de todos los permisos y el pago de arrendamiento por las zonas de servidumbre.

## **2.11 FUENTES DE MATERIALES**

Dentro de la documentación de estos Pliegos de Condiciones se incluye a título informativo las posibles fuentes de materiales que podrían ser usadas por el Concesionario para el suministro de las mismas. Sin embargo la UAECA no se compromete a suministrar ninguna zona para la explotación de los mismos.

Por consiguiente, será responsabilidad del Concesionario adelantar cualquier gestión que sea necesaria para lograr el libre acceso a las zonas de préstamo como negociar y pagar los derechos de explotación de las mismas.

Los costos que implique la explotación de zonas de préstamo y transporte de materiales serán con cargo al Concesionario.

La explotación de zonas de préstamo y canteras deberá ceñirse a las disposiciones vigentes del Ministerio de Medio Ambiente.

## **2.12 ZONAS DE DESCARGUE DE DESECHOS O BOTADEROS**

La UAEAC no se compromete a suministrar zonas para la disposición de materiales, producto o subproducto de las excavaciones por fuera de los predios del Aeropuerto. Por consiguiente, será responsabilidad del Concesionario adelantar cualquier gestión que sea necesaria para lograr el libre acceso a las zonas de disposición de materiales fuera de las zonas asignadas dentro del Aeropuerto, negociar y pagar los derechos de utilización de las mismas. El Concesionario solventará a su costo y sin involucrar en forma alguna a la UAEAC, las reclamaciones que en su caso resulten por la utilización de zonas para el descargue de desechos.

Serán a costo del Concesionario la construcción y mantenimiento de los accesos a las zonas de cargue y descargue de desechos, y las demás obras que fueren necesarias para garantizar la estabilidad de taludes y construcciones, la prevención de procesos de erosión y el adecuado manejo de las aguas en los lugares que utilicen para la disposición y desecho de materiales.

## **2.13 CONDICIONES ESPECIALES PARA LA PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS**

### **2.13.1 RESTRICCIONES POR OPERACIÓN DEL AEROPUERTO**

Durante la ejecución de los trabajos el Aeropuerto estará en operación; por lo tanto el Concesionario deberá programar con la UAEAC, la ejecución de las obras para que no interfieran con la operación y la seguridad de las aeronaves.

El Concesionario deberá mantener en el frente de trabajo señales que indiquen peligro y la orientación necesaria para la circulación y serán de su responsabilidad accidentes que por su negligencia o descuido sufran en sus bienes o personas el personal de la UAEAC, usuarios del Aeropuerto, así como de todos los accidentes que pueda sufrir su personal. Los proponentes deberán analizar muy detalladamente su Plan de Trabajo teniendo en cuenta que al terminar cada jornada ni en el sector de trabajo ni en la zona de las obras inconclusas haya objetos o materiales que comprometan la seguridad de la operación normal de las aeronaves.

Tal como se indicó en la Sección 2.4.3 anterior, todos los cerramientos provisionales o labores de control para mantener aisladas las áreas de trabajo de los sectores de circulación de aeronaves deberán ser previstos como parte de las obligaciones del Concesionario y sus costos deberán ser asumidos por entero por éste.

El Concesionario deberá tener en cuenta las restricciones de altura en inmediaciones de la cabecera 12 de la pista existente. En dicho sector no podrán operarse equipos

que tengan una altura superior a los 8 metros ni circular sin la previa autorización de la UAEAC en inmediaciones de las instalaciones de luces de aproximación.

### **2.13.2 VÍAS DE ACCESO A LA BASE AÉREA MILITAR Y AVIACIÓN GENERAL**

El Concesionario deberá garantizar el acceso a las instalaciones existentes de la Base Aérea Militar CATAM y Aviación General localizada al Occidente de ésta. Si el Concesionario requiere eliminar las vías de acceso existentes a esas instalaciones, deberá, previa aprobación del Ingeniero Interventor, construir a su costa una vía provisional o haber ejecutado la nueva vía por el Occidente.

### **2.13.3 DESVÍO DEL RÍO BOGOTÁ**

El Concesionario deberá tomar todas las previsiones que fueren necesarias para el control de los niveles freáticos durante la construcción, las operaciones de desvío del Río Bogotá y de la ejecución posterior de las obras faltantes. La relocalización del Río deberá ser ejecutada con la coordinación de la Corporación Autónoma Regional, CAR, o la entidad que haga sus veces. Las obras de desvío deberán ser entregadas a esta entidad a nombre de la UAEAC. Se aclara que los diseños respectivos para la relocalización del Río han sido previamente aprobados por la CAR.

Será de su responsabilidad mantener la comunicación necesaria con las zonas de trabajo en el periodo comprendido entre la ejecución del desvío del Río y la construcción de los respectivos rellenos sobre el cauce antiguo. El puente de luces existente en inmediaciones de las zonas de trabajo no podrá ser utilizado bajo ningún caso sin previa autorización por escrito de la UAEAC. La negativa por parte de la UAEAC de autorizar dicha utilización no eximirá al Concesionario de sus obligaciones.

Puesto que el funcionamiento del alcantarillado del Aeropuerto no podrá sufrir ninguna interrupción, el Concesionario deberá tomar todas las precauciones necesarias y ejecutar las obras provisionales que se requieran para obtener el desagüe de su efluente mientras se adelanten los trabajos de desvío del Río y de prolongación de la red de alcantarillado.

#### **2.13.4 PRECONSOLIDACIÓN DE TERRAPLENES**

Los terraplenes de la pista previstos para el sector de la cabecera 12 en una longitud aproximada de 1.200 metros han sido diseñados para que se presente la preconsolidación del suelo de fundación antes de colocar el pavimento respectivo. Para ello se previó un lapso de 1 año entre la terminación del terraplén y la iniciación de la colocación de las capas finales del pavimento. Este tiempo deberá ser considerado como parte del tiempo de construcción.

#### **2.13.5 PAVIMENTOS EN LA ZONA DE PRECONSOLIDACIÓN**

Teniendo en cuenta las condiciones particulares del área en terraplén indicada en el numeral anterior, antes de finalizar el periodo de preconsolidación, el Concesionario decidirá, con qué tipo de pavimento se construye este sector de la pista, responsabilizándose de los sobrecostos en que pueda incurrir, ya que de ninguna manera habrán cambios en la tarifas propuestas. Dicha decisión se tomará con base en la lectura e interpretación de los datos de asentamiento y presión de poros obtenidos con la instrumentación prevista y será comunicada al Concesionario por escrito a través de la Interventoría.

#### **2.14 PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Los Planos de Licitación y las Especificaciones Técnicas que hacen parte de estos Pliegos de Condiciones son la base técnica sobre la cual deberán prepararse los planos detallados de construcción y ejecutarse la totalidad de las obras de construcción así como los suministros, instalación y puesta en servicio de los equipos requeridos.

Toda la información y requerimientos de materiales y procedimientos constructivos serán de obligatorio cumplimiento por parte del Concesionario. Cualquier discrepancia entre la información contenida en los Planos de Licitación con las Especificaciones Técnicas privará lo que aparezca en estas últimas.

Si se llegare a presentar que alguna obra requerida para la ejecución de los trabajos no esté cubierta por la documentación técnica indicada, el Concesionario podrá someter a consideración de la UAEAC la respectiva especificación para lo cual deberá tener en cuenta las normas de los siguientes organismos nacionales e internacionales :

FAA                      Federal Aviation & Administration of USA

ICONTEC                Instituto Colombiano de Normas Técnicas de Colombia

AASHTO Officials	American Association of State Highway and Transportation
MOPT	Ministerio de obras Públicas y Transporte
ASTM	American Standards for Testing and Materials
AISC	American Institute of Steel Construction
ACI	American Concrete Institute
PCA	Portland Cement Association
NEC	National Electrical Code

## 2.15. CANTIDADES DE OBRA

En el Anexo 10 del Tomo I, se incluye con carácter exclusivamente informativo, un listado de las cantidades de obra elaborado por la UAEAC. Para la valoración de las obras a ser construidas, el Proponente deberá preparar su propia lista de cantidades, según lo indicado en el numeral 1.17.5, sección I, Tomo I.



525

## CAPITULO 1

### DESPEJE, LIMPIEZA Y DESCAPOTE

#### 1.1 DESCRIPCION

La parte de la obra especificada en este Capítulo consistirá en el despeje, limpieza y descapote incluyendo la disposición de materiales, de todas las áreas que ocuparán las obras diseñadas que aparecen en los planos o aquellas requeridas por el Ingeniero Interventor.

Los trabajos de despeje y limpieza consistirán en el corte y la remoción de todos los árboles, tocones, malezas, troncos, matorrales, cercas y otros desechos o materiales protuberantes en las áreas indicadas. También incluirá la demolición y el retiro de la superficie de todas las estructuras existentes tales como casas, tanques de concreto, vías existentes y la zona de losas de concreto de la plataforma de CATAM u otro material, molinos, postes y en general todos los obstáculos por encima del nivel del terreno existente en las zonas mostradas en los planos, y la evacuación, a las áreas de botadero, de todos los materiales de desperdicio resultantes de la limpieza por incineración, o de otra manera, todo como lo ordene el Ingeniero Interventor.

En todas las áreas bajo pavimento, todos los troncos y raíces mayores de 5 centímetros de diámetro deberán extraerse como mínimo a una profundidad de 50 centímetros por debajo de la subrasante preparada. El destronque de zonas para cunetas, zanjas y canales se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a esas áreas.

A menos que se especifique otra cosa en los planos, todas las áreas de trabajo deberán ser despejadas a satisfacción del Ingeniero Interventor.

También cubre los trabajos de corte de árboles, por fuera de las áreas de despeje y limpieza, sobre las zonas de aproximación de la cabecera 12 de la Nueva Pista que se indican en los planos; igualmente los trabajos de demolición de pavimentos y losas de concreto que deban ejecutarse para la ejecución de las obras que se realizarán.

El descapote consiste en la remoción de los primeros 20 centímetros de material vegetal y orgánico, que habiendo sido despejados van a quedar por debajo de rellenos, terraplenes y estructuras de la obra.

## 1.2 METODOS DE CONSTRUCCION

### 1.2.1 Generalidades

Las áreas demarcadas en los planos por despejar, o despejar y limpiar, bajo este ítem serán replanteadas en el terreno para aprobación del Ingeniero Interventor.

Los trabajos de despeje y limpieza serán hechos a una distancia satisfactoria del avance de las operaciones de excavación.

Todos los materiales de escombros removidos por despeje y limpieza serán evacuados por incineración o por transporte a las áreas de botadero aprobadas. Las pilas de incinerado serán colocadas cerca del área despejada o en espacios adyacentes donde no ocurran daños a los árboles, otra vegetación, u otras propiedades. El Contratista será responsable por el control de incendios. Las cenizas resultantes de la incineración serán removidas y evacuadas cuando lo ordene el Ingeniero Interventor.

Los escombros de concreto y mampostería provenientes de las demoliciones y todos los otros materiales no adecuados para usar en otra parte, serán evacuados y transportados por el Contratista a las áreas de botadero. En ningún caso se dejarán materiales descartados en montones o pilas adyacentes o en los límites del Aeropuerto.

Cuando se encuentre que un poste telefónico o telegráfico, tubería, ducto, vía, alcantarillado u otro servicio público tenga que ser removido o relocalizado, el Contratista deberá avisar al Ingeniero Interventor, quien notificará al dueño o autoridad y así lograr una pronta acción coordinada a seguir.

### 1.2.2 Despeje

El Contratista despejará el área replanteadada o indicada por el Ingeniero Interventor de todos los materiales objetables. Los árboles que se encuentran fuera de los límites especificados deberán ser cortados, removidos y evacuados de una manera satisfactoria. Con el fin de minimizar los daños en los árboles se talarán hacia el centro del área despejada. El Contratista preservará de daños todos los árboles que no van a ser removidos.

Las cercas deberán ser removidas y retiradas cuando lo indique el Ingeniero Interventor. Las cercas de alambre deberán ser enrolladas y el alambre y los postes almacenados dentro del Aeropuerto si no van a ser usados de nuevo, o almacenados en un lugar designado si las cercas son para reserva de propiedad del Aeropuerto.

### 1.2.3 Descapote

El Contratista descapotará el área replanteada o indicada por el Ingeniero Interventor, éste consiste principalmente en la remoción de la zona del suelo superior que en su gran mayoría consisten en pastos Kikuyo y su zona de raíces que se estima en 20 cm.

Los materiales provenientes de estas operaciones deberán ser retirados de la obra por el Contratista a las zonas de botadero aprobados por la Aeronáutica Civil.

### 1.2.4 Demoliciones

Antes de la demolición de cualquier edificación u otra estructura, la Aeronáutica Civil deberá ser notificada para asegurar que los equipos y materiales recuperables hayan sido removidos por éste.

Cualquier edificio o estructura miscelánea que sea mostrada en los planos o indicados por el Ingeniero Interventor para ser removida, será demolida o evacuada, y todos los materiales, por incineración, u otra forma, serán retirados del sitio. Las fundaciones, pozos, cámaras y demás estructuras similares existentes serán destruidas fracturándolas hacia afuera o demoliendo los materiales con los cuales fueron construidas hasta una profundidad de por lo menos 60 centímetros por debajo del terreno circundante.

Cualquier concreto roto, bloques u otros materiales objetables, que no puedan ser usados en la obra, deberán ser removidos y evacuados a las áreas de botadero señaladas en los planos o indicadas por el Ingeniero Interventor dentro del Aeropuerto. Los huecos que queden se rellenarán con material aceptable y convenientemente compactado a la densidad requerida en el Capítulo 2.

### 1.2.5 Utilización de Maderas

El Contratista no podrá utilizar las partes comerciales de los árboles talados sin previa autorización del Ingeniero Interventor. Estas partes serán limpiadas de ramas y corona, aserradas en rollos y apiladas en sitios asignados por el Ingeniero Interventor. Dependiendo del posible uso, los rollos serán cortados en trozos de un largo no menor de 3 metros. La conformación de los botaderos debe ser tal que no se tengan depresiones que acumulen agua después.

---

## 1.3 METODO DE MEDIDA

La unidad para el despeje y limpieza de las áreas dentro de los límites de trabajo mostrados en los planos será la hectárea.

La unidad para el corte de árboles que se encuentren por encima del plano de aproximación en la cabecera 12 a la Nueva Pista sera la suma global.

La unidad para la demolición de pavimentos y losas de concreto será el metro cuadrado.

La unidad para el descapote dentro de las áreas mostradas donde se colocarán los rellenos, estructuras de pavimentos y otras estructuras será el metro cúbico.

#### 1.4 BASES DE PAGO

Los pagos para despeje, limpieza y descapote, corte de árboles y demoliciones de pavimentos y losas serán hechos al Contratista al precio cotizado en la propuesta. Estos precios serán la única compensación por el suministro de todos los materiales, equipo, mano de obra, herramientas necesarias para el despeje, limpieza y descapote de las áreas indicadas en los planos, en un todo de acuerdo con estas especificaciones, incluyendo las demoliciones de todas las estructuras, el corte y retiro de los árboles existentes y la evacuación de todos los materiales resultantes del despeje y limpieza a las áreas de botadero mostradas en los planos o indicadas por el Ingeniero Interventor dentro del área del Aeropuerto. Igualmente incluirá el traslado y reubicación de las redes de servicios que sean necesarias para el cumplimiento de estos items.

##### 1.4.1 Items de Pago

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta del Contratista para los siguientes items:

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Unidad de Medida</u>
1.1	Despeje y limpieza	Ha
1.2	Corte y retiro de árboles	Global
1.3	Demoliciones de pavimentos y de losas de concreto	m <sup>2</sup>
1.4	Descapote	m <sup>3</sup>

## CAPITULO 2

### EXCAVACIONES, RELLENOS Y TERRAPLENES

#### 2.1 DESCRIPCION

La parte de la obra especificada en este Capítulo consistirá en la excavación, remoción y corte de todos los materiales por debajo del terreno natural hasta el nivel de subrasante y la extracción de materiales inadecuados por debajo de ésta, dentro de los límites de trabajo requerido para construir la pista, plataforma y otras áreas tales como estructuras, obras de arte y canales de drenaje, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con las dimensiones y secciones típicas mostradas en los planos y con las líneas y pendientes establecidas por el Ingeniero Interventor. También se incluyen en este Capítulo las especificaciones para los rellenos y terraplenes necesarios para la construcción de las obras antes descritas. - Se entiende como relleno todo material que se coloca alrededor y debajo de : estructuras, zanjas de tuberías, estructuras de pavimentos de vías, plataformas y pistas. Aquellos rellenos que sobresalen de la rasante natural del terreno se definen como terraplenes.

Todo material adecuado tomado de las excavaciones será usado hasta donde sea posible, y según el caso, en la formación de terraplenes y rellenos, tal como se muestra en los planos o como lo indique el Ingeniero Interventor.

Cuando el volumen de la excavación exceda el de los terraplenes requeridos por las cotas indicadas, el exceso será usado para rellenar las áreas de último desarrollo o será dispuesto en las áreas de botadero mostradas en los planos o indicadas por el Ingeniero Interventor dentro de los predios del Aeropuerto. Si el volumen de material de excavación adecuado no es suficiente para construir el relleno en las áreas indicadas, la deficiencia será suministrada de las áreas de préstamo aprobadas por el Ingeniero Interventor en las canteras propuestas por el Contratista y aquellas aprobadas por el Ingeniero Interventor.

#### 2.2 CLASIFICACION DE EXCAVACIONES

Todo material excavado será definido como "excavación sin clasificar". La "excavación sin clasificar" incluirá toda excavación requerida luego de las operaciones de despeje, limpieza y descapote que trata el Capítulo anterior, sin tener en cuenta el material encontrado y cualquiera que sea su profundidad.

En el Apéndice 1 y en los planos de perfiles estratigráficos se **presentan los resultados** de las perforaciones de suelos, que permitirán al Contratista **formarse una idea de las** características de los materiales por excavar.

## **2.3 MATERIALES PARA RELLENOS Y TERRAPLENES**

### **2.3.1 Generalidades**

Los materiales para los rellenos se obtendrán de las excavaciones realizadas para las obras o de las fuentes de préstamo seleccionadas por el Contratista y aprobadas por el Ingeniero Interventor. En los planos se anexa únicamente como referencia la localización de algunas fuentes de materiales cercanas a los sitios de la obra y sus características principales.

Cuando se requiera utilizar como relleno materiales provenientes de las excavaciones, éstos deberán ser previamente aprobados por el Ingeniero Interventor.

Por lo menos treinta (30) días antes de que el Contratista proponga iniciar las operaciones de relleno con material de préstamo, deberá someter a consideración del Ingeniero Interventor las fuentes de materiales y deberá presentar muestras representativas y los resultados de los ensayos de laboratorio solicitados por el Ingeniero Interventor para evaluar la calidad de los materiales que se propone utilizar. El suministro de estas muestras y la ejecución de los ensayos no será objeto de pago adicional.

### **2.3.2 Relleno Tipo 2**

En general este relleno se usará para la conformación de las zonas de seguridad de la pista fuera de las áreas pavimentadas. El relleno Tipo 2 se obtendrá del material excavado y deberá estar libre de materia orgánica, cepas y raíces (suelos OH). El relleno Tipo 2 se colocará en capas que no excedan de 30 centímetros de espesor compactadas con un mínimo de cuatro (4) pasadas del equipo constituido por un bulldozer D-6C o similar.

### **2.3.3 Relleno Tipo 3**

En general este material se usará como relleno, en su última capa, de las zonas de seguridad de la pista, fuera de las áreas pavimentadas, tal como se muestra en los planos. El relleno Tipo 3 se obtendrá del material excavado sin las restricciones de calidad del material Tipo 2.

La colocación se hará en capas no mayores de 20 centímetros de espesor y se compactará con un mínimo de 2 pasadas del equipo de construcción, bulldozer D-6C o similar, que se utilice para extender el material.

#### 2.3.4 Relleno Tipo 4

Este relleno se utilizará en las áreas de la pista por pavimentar, de acuerdo con lo mostrado en los planos o lo indicado por el Ingeniero Interventor, y se asimila en sus procedimientos y métodos constructivos a la Sub-base P-154 de la FAA.

El relleno Tipo 4 deberá tener una granulometría con tamaño máximo de 7.5 centímetros (3") y un porcentaje máximo de 25%, en peso del material que pasa la malla número 200. El índice de plasticidad de la fracción del material que pase el Tamiz No. 40 no deberá ser mayor de 10 y el límite líquido será menor de 40. Su colocación deberá hacerse en capas de espesor no mayor de 15 centímetros y compactarse al 90%, con excepción de la última capa, donde se requiere un mínimo del 95% de la densidad máxima, determinada por los ensayos de la AASHTO T-180, método D, T-191 y T-204.

#### 2.3.5 Relleno Tipo 5

Este relleno se utilizará en el lecho de las estructuras de drenaje especificadas de esta forma. El material para el relleno Tipo 5 deberá ajustarse a la siguiente gradación.

<u>Tamaño del Tamiz</u>	<u>Porcentaje en Peso que Pasa</u>
1-1/2"	100
3/4"	55 - 95
No. 4	35 - 65
No.40	0 - 40
No.200	0 - 15

El índice de plasticidad deberá ser menor de 6. El relleno Tipo 5 se colocará en capas uniformes que no pasen de 20 centímetros de material suelo y deberá compactarse al 95% de la máxima densidad a humedad óptima determinada según los ensayos mencionados en el Capítulo 2.

#### 2.3.6 Relleno Tipo 6

Este relleno se utilizará en su mayoría en los terraplenes de las pistas hasta el nivel de subrasante de acuerdo con lo mostrado en los planos a lo indicado por el Ingeniero Interventor y como nivelación para reponer el material inadecuado extraído por debajo de la subrasante.

El relleno tipo 6 deberá tener una granulometría con tamaño máximo de 10 cm (4") y un porcentaje máximo de 30% en peso del material que pasa la malla #200. El índice de plasticidad de la fracción del material que pase el Tamiz #40 no deberá ser mayor del 15% y el límite líquido menor de 50%.

Su colocación no deberá hacerse en capas no mayores de 20 cm y compactarse al 90% de la densidad máxima determinada por los ensayos de la AASHTO T-180.

### **2.3.7 Tela Geotextil**

Se utilizará tela Geotextil en los sectores de las pistas de aterrizaje y despegue, y calles de interconexión y carreteo donde se encuentren condiciones de subrasante que, a juicio del Ingeniero Interventor, no garanticen la estabilidad de los rellenos. Deberá considerarse principalmente su uso en las zonas del cauce actual del Río Bogotá bajo las áreas por pavimentar.

La tela deberá ser no tejida y cumplir las características especificadas en el Capítulo 3.

## **2.4 METODOS DE CONSTRUCCION**

### **2.4.1 Generalidades**

La excavación se ejecutará a la profundidad necesaria para obtener la cota de subrasante mostrada en los planos. Si el Contratista, por negligencia u otra falla, ha excavado por debajo de las líneas de diseño, deberá reemplazar por su propia cuenta, la excavación con materiales de préstamo y de acuerdo con métodos y sistemas aprobados. El Ingeniero Interventor tendrá completo control sobre la excavación, movimiento, colocación y disposición de todo material y determinará la aprobación del material a ser colocado en terraplenes.

El Contratista deberá informarse del carácter, cantidad y distribución de todo material a ser excavado. Ningún área por pavimentar será rellena con material proveniente de las excavaciones.

Todas las áreas de botadero serán niveladas con una línea y sección uniformes y presentarán una apariencia correcta antes de su aceptación. La elevación superficial de áreas de botaderos no será superior a las elevaciones de las áreas utilizables adyacentes del Aeropuerto, tal como se indica en la Sección 2.4.5 de estas especificaciones.

Si es necesario interrumpir las estructuras existentes de drenaje, alcantarillas, ductos, servicios, o estructuras subterráneas similares, o partes de éstas, el Contratista será responsable por todas las obras necesarias para prestar los servicios temporales.

Quando se encuentren tales obras de arte, el Contratista notificará al Ingeniero Interventor, quien dispondrá su remoción, si llegase a ser necesario. El Contratista deberá, a su costa, reparar satisfactoriamente todos los daños en tales obras o estructuras que puedan resultar como efecto de sus operaciones durante el período de construcción.

#### **2.4.2 Excavaciones**

Las excavaciones deberán conformarse de acuerdo con las líneas, pendientes y elevaciones mostradas en los planos o como lo indique el Ingeniero Interventor, y deberán ser hechas de tal manera que pueda cumplirse con los requisitos de los materiales para ejecutar los terraplenes. Ninguna excavación podrá iniciarse sin que el Ingeniero Interventor haya verificado las secciones transversales y las medidas necesarias sobre la superficie del terreno, y haya revisado el chaflanado de la zona del trabajo propuesta. Todos los materiales encontrados en los límites indicados serán removidos y evacuados como se indique.

Durante el proceso de excavación, la rasante deberá mantenerse de manera que esté siempre drenada. Cuando se indique, se instalarán desagües temporales y zanjas de drenaje para interceptar o desviar aguas superficiales que puedan afectar este trabajo o el trabajo de contratistas ocasionales.

Donde se tengan secciones en cajón, se construirán zanjas de desagüe, a intervalos frecuentes, para proveer el drenaje adecuado.

El control de agua freática y aguas lluvias deberá continuarse durante la construcción de la fundación de la estructura. Realizada la excavación, deberán limpiarse, a menos que se especifique algo diferente, las superficies del terreno que han de quedar en contacto con concreto las cuales se protegerán con una capa de concreto pobre para limpieza, de un espesor mínimo de 5 centímetros. Por el trabajo requerido para la reparación de la fundación de acuerdo con lo especificado, no habrá pago adicional; por el concreto pobre de limpieza, se pagará el precio respectivo estipulado en el Contrato.

Deberán utilizarse medios manuales, si fuere necesario, para excavaciones de sumo cuidado; cualquier daño que se haga a la obra o a la vecindad de estructuras u obras existentes se reparará a expensas del Contratista.

El Contratista conformará la excavación como se indica en los planos. No serán permitidas la ampliación o estrechamiento de la sección y el levantamiento o profundización de la rasante, para evitar acarreo. El derecho de efectuar ajustes menores o revisiones en las líneas y rasantes está reservado al Ingeniero Interventor si éste lo encuentra necesario, con el fin de que se ajusten las pequeñas discrepancias en los planos y el trabajo progrese, o para obtener drenaje adecuado.

Cuando se especifique, o requiera, material seleccionado proveniente de las excavaciones, como se indica en los planos, las excavaciones deberán manejarse de modo que permitan que el material seleccionado pueda ser correctamente colocado en los terraplenes como lo determinan el perfil y las características del suelo. El material sobrante se dispondrá en las áreas diseñadas de botaderos como se muestra en los planos o como lo indique el Ingeniero Interventor.

Si durante el tiempo de excavación no es posible colocar algún material, en su propia sección de la construcción permanente, será apilado, en áreas aprobadas, para su uso posterior sin que ésto implique costos adicionales.

La rezaga, turba, raíces densas u otro material blando, no satisfactorio para fundación de la subrasante será removido a la profundidad especificada, para proveer una fundación satisfactoria. Los materiales no satisfactorios serán evacuados a los botaderos dispuestos por el Ingeniero Interventor. Todos los materiales así excavados serán pagados a los precios unitarios por metro cúbico de excavaciones sin clasificar. La porción que se excave se rellenará con material seleccionado adecuado como se especifica, obtenido de las operaciones de clasificación del material excavado o de áreas de préstamo y compactado extensivamente por cilindrado. Los rellenos necesarios constituirán una parte del terraplén.

La remoción de instalaciones existentes de servicios públicos requerida para permitir el desarrollo respectivo del trabajo se hará de acuerdo con las empresas, a menos que se muestre de otra manera en los planos. Todas las estructuras existentes serán excavadas por lo menos 60 centímetros debajo del tope de la subrasante y el material evacuado como se indique. Todas las fundaciones así excavadas se rellenarán con material adecuado y compactado.

Las voladuras, si llegaren a ser necesarias serán permitidas solamente cuando se tomen las precauciones propias de estas operaciones para la protección y seguridad de todas las personas, el trabajo, y las propiedades. Todos los daños hechos al trabajo o propiedades serán reparados a expensas del Contratista. Todas las operaciones del Contratista en conexión con los transportes, almacenamientos y esquemas de voladuras de rocas serán aprobados por el Ingeniero Interventor. Cualquier aprobación dada no releva al Contratista de su responsabilidad en las operaciones de voladuras. El costo de estas actividades se considerará incluído dentro de los respectivos items de pago del Contrato.

530

### **2.4.3 Preparación de la Superficie Excavada**

La superficie excavada antes de recibir el relleno Tipo 6 ó 4 se deberá emparejar y compactar con 3 pasones de rodillo, ya sea metálico o de llantas, con 10 tons. de peso. Una vez efectuado este trabajo se procederá a colocar, si así se requiere, el geotextil tal como lo disponga el Ingeniero Interventor.

### **2.4.4 Sobre-excavación**

La sobre-excavación, incluyendo derrumbes, es aquella porción de cualquier material desplazado o aflojado más allá de los límites de excavación mostrados en los planos o autorizados por el Ingeniero Interventor. El Ingeniero Interventor determinará si el desplazamiento de tal material fue, o no, inevitable y su decisión será definitiva.

Todo el material de sobre-excavación deberá ser retirado por el Contratista y depositado en las zonas de botadero según se especifica. Cuando, a juicio del Ingeniero Interventor la sobre-excavación haya sido evitable, su volumen no será incluido en las cantidades medidas para pago por excavación ni por disposición de materiales de desecho. En caso contrario tal volumen se incluirá como "excavación sin clasificar" para efectos de pago.

### **2.4.5 Excavación de Zanjas de Drenaje Provisionales**

Esta actividad consistirá en la excavación de zanjas de drenaje provisionales necesarias para la estabilidad de las obras, las cuales se harán de tal forma que intercepten salidas o entradas o niveles temporales de construcción. El trabajo se ajustará a la secuencia propia de la construcción. La localización de todas las zanjas y sus niveles será establecida en el campo. Todo material satisfactorio será colocado en las áreas de botadero o como se indique. Las zanjas interceptoras se construirán con anterioridad al inicio de las operaciones de las excavaciones adyacentes. Todos los trabajos manuales que sean necesarios para asegurar una terminación se ejecutarán en exacta conformidad a los planos.

Las zanjas construídas en el proyecto deberán mantenerse a la sección transversal requerida y se dejarán libres de salientes u obstrucciones hasta que el proyecto sea aceptado. Donde sea necesario se dejarán suficientes desagües que permitan drenaje a las calles adyacentes. A menos que otra cosa se especifique no se harán pagos por separado por excavación de zanjas u otro material removido, lo cual será pagado con el precio unitario para excavación.

#### **2.4.6 Disposición de Sobrantes**

El Contratista deberá disponer los materiales, no utilizables, producto de las excavaciones, colocándolos en las áreas determinadas por rellenar, aprobadas por el Ingeniero Interventor y de conformidad con los alineamientos, dimensiones y cotas de los planos. En general, las zonas dispuestas como botadero serán conformadas hasta el nivel del terreno circundante.

Igualmente, los excedentes del material utilizable deberán disponerse en las áreas de botadero indicadas en los planos o aprobadas por el Ingeniero Interventor. Se deberán colocar los materiales de desecho en forma adecuada, esparciéndolos por capas, compactándolos y tomando todas las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad. La compactación que deberá darse a los materiales de las áreas de botadero será como mínimo la obtenida por cuatro pasadas de bulldozer D-6 o equivalente, en capas no mayores de 30 centímetros.

El Contratista no podrá desechar materiales o retirarlos sin la autorización previa y por escrito de la Interventoría.

#### **2.4.7 Conformación de Terraplenes y Rellenos**

Las áreas de terraplén se despejarán y limpiarán de acuerdo con los requerimientos del Capítulo 1 tanto en los aspectos constructivos como en los de medida y pago.

Todas las depresiones o huecos debajo de la superficie del terreno, debido a las operaciones de despeje y limpieza o alguna otra causa, se rellenarán con material adecuado antes de la construcción del terraplén y ésta será condición necesaria para iniciar los rellenos.

Los terraplenes se construirán con los materiales especificados en los planos y aprobados por el Ingeniero Interventor y deberán ser colocados en capas sucesivas horizontales y en todo el ancho de la sección. Las operaciones se efectuarán de tal manera que se logre una sección final de acuerdo con los planos. Las operaciones deberán suspenderse en casos de lluvia y otras condiciones poco favorables para los trabajos. El Contratista deberá mantener el terraplén en condiciones de fácil drenaje superficial.

El material de las capas deberá tener la humedad necesaria antes de su compactación. Se humedecerá y tratará en forma tal que se asegure su contenido de humedad uniforme a través de toda la capa. Si el material estuviese demasiado húmedo para obtener la densidad exigida, se paralizará el trabajo en todas las partes del terraplén afectadas, hasta que se seque la superficie y adquiera el grado de humedad requerido. El riego se hará en vehículos, tanques para rociar, distribuidores de presión u otro equipo apropiado que distribuya homogéneamente el agua.

Se tomarán muestras de todo el material de terraplén para pruebas antes y después de su colocación, a intervalos frecuentes según lo ordene la Interventoría. Con base en el resultado de estos ensayos se harán correcciones, ajustes y modificaciones de métodos, materiales y contenido de humedad para construir el terraplén.

Las operaciones de extendido y colocación deberán continuarse hasta que los rellenos y terraplenes sean compactados a las densidades especificadas. Bajo las áreas a ser pavimentadas, los terraplenes serán compactados en sus últimos 15 centímetros a una densidad no menor del 95%, de la densidad máxima a la humedad óptima encontrada de los ensayos de la AASHTO indicados anteriormente.

#### **2.4.8 Tela Geotextil**

Cuando el uso de tela filtrante sea requerida por las condiciones del terreno o por el Ingeniero Interventor, en general deberán tenerse en cuenta las consideraciones indicadas en el Capítulo 3 de estas Especificaciones. Además deberán seguirse las siguientes recomendaciones :

Una vez que el terreno haya sido excavado, se colocará la tela directamente sobre el terreno proporcionándole traslapos tanto longitudinales como transversales de mínimo 30 centímetros. Una vez el Ingeniero Interventor haya aprobado la instalación de la tela, el material de relleno deberá ser extendido en la dirección del traslapo de la tela, de tal forma que llene las zonas sueltas y débiles. El equipo del Contratista no deberá ser movilizado hasta no haber cubierto la tela con el material de relleno.

Cuando la tela haya sufrido roturas o haya sido agujereada deberá repararse, colocando un parche de la misma tela de un tamaño por lo menos 90 centímetros mayor a las dimensiones del hueco por reparar.

#### **2.4.9 Protección de Obras de Arte**

En todos los casos se tomarán medidas necesarias para asegurar que el método constructivo empleado en el terraplén no origine movimientos o tensiones indebidas en cualquier obra de arte.

El Contratista será responsable por la estabilidad de los terraplenes hechos bajo el contrato y reemplazará cualquier porción que, en opinión del Ingeniero Interventor, haya sido desplazada por falta de cuidado o negligencia por parte del Contratista.

#### **2.4.10 Equipos**

El Contratista podrá usar cualquier equipo de movimiento de tierras, siempre que pruebe que el equipo esté en condiciones satisfactorias y que su capacidad sea tal que los programas de construcción puedan mantenerse como se planificó y sean aprobados por el Ingeniero Interventor de acuerdo con los programas de construcción. El Contratista suministrará, operará y mantendrá el equipo como sea necesario para controlar la uniformidad de las densidades, capas, secciones y pendientes.

#### **2.4.11 Preparación y Protección de la Capa Superior de las Excavaciones y Terraplenes**

En las áreas a ser pavimentadas, de acuerdo con lo indicado anteriormente, se compactarán las superficies finales de corte y la corona del terraplén a las densidades especificadas. Cuando se completen las superficies deberán verificarse en sus líneas, pendientes y secciones transversales mostradas en los planos o como lo indique el Ingeniero Interventor.

Cualquier irregularidad o depresión que se desarrolle por la cilindrada será corregida, escarificando el material en esos lugares y añadiendo, removiendo o reemplazando material hasta que la superficie quede uniforme. Cualquier porción del área que no sea accesible al cilindrador será compactada a la densidad requerida por apisonadores mecánicos o equipos manuales aprobados. El material será regado con agua durante el cilindrado o apisonado, cuando sea indicado por el Ingeniero Interventor.

Todo material flojo, que ceda y que no compacte rápidamente con el cilindrado deberá ser removido y reemplazado por material adecuado. Después que se completen las operaciones de conformación de la subrasante, todas las piedras sueltas mayores de 5 centímetros en su mayor dimensiones serán removidas de la superficie de todas las áreas propuestas para pavimentar y dispuestas donde el Ingeniero Interventor lo indique.

En todos los casos, estas superficies deberán dejarse en condiciones que drenen rápida y efectivamente. El Contratista protegerá la subrasante de daños por manejo de materiales, herramientas y equipo, extendiendo tabloncillos cuando se le indique y tomará otras precauciones si se necesitan. En ningún caso se permitirá el tránsito de vehículos en una dirección. Si se forman marcas la subrasante será reconformada y cilindrada. No será permitido el almacenamiento o apilamiento de materiales en la capa de rodadura de la subrasante. Mientras la subrasante no haya sido revisada y aprobada, no se podrá colocar encima la capa de relleno.

En los sectores aledaños a la pista donde no se vaya a colocar pavimento, se deberá procurar que la última capa de los rellenos y terraplenes tengan cierto contenido de tierra vegetal para permitir el crecimiento de la grama. Cualquier asentamiento de estas áreas deberá corregirse agregando más material el cual no será objeto de pago adicional.

#### **2.4.12 Canal de Desvío para el Río Bogotá y Relleno del Antiguo Cauce**

Además de todas las indicaciones especificadas en este Capítulo, el Contratista deberá tener en cuenta para las obras relacionadas con el canal de desvío del Río Bogotá lo especificado en el Capítulo que trata del manejo y desvío del Río.

Todos los trabajos de excavaciones para el nuevo canal se llevará en forma ordenada manteniendo permanente precaución para evitar cualquier movimiento que pudiere poner en peligro la estabilidad de los taludes del canal. Si fuere el caso deberán tomarse las precauciones que fueren necesarias para proteger los taludes finales antes de que el Río sea desviado.

Donde deban colocarse jarillones para completarse la sección del canal del terreno de soporte deberá removerse la capa vegetal hasta llegar al nivel del limo arcilloso. Una vez en dicho estrato el Contratista podrá iniciar la continuación del jarillón con relleno 2.

Para el relleno del cauce antiguo del Río Bogotá en las zonas por pavimentar, previo a la colocación del mismo deberá removerse el material suelto del fondo del mismo en un espesor no menor de 1 metro.

En las zonas sobre las cuales se colocarán pavimentos, deberá extenderse a continuación tela geotextil cubriendo la sección total del Río y en un ancho por lo menos de 20 metros más allá del punto más alejado de la pata del terraplén tipo 4 que se colocará a continuación.

El resto de las zonas del cauce antiguo del Río Bogotá por fuera de la zona de la pista se considerará como zona de botadero y deberá ser rellena con material de desperdicio.

#### **2.4.13 Acarreo**

No se hará pago por separado o directamente por acarreo de materiales provenientes de las excavaciones de la obra, cualquiera que sea su destino final, ni por el acarreo del material de relleno Tipo 4 o Tipo 6 y Tipo 5 proveniente de préstamos. Todo acarreo será considerado una parte necesaria de los trabajos y su costo será considerado por el Contratista e incluido en los precios unitarios del Contrato.

#### 2.4.14 Tolerancias

La superficie de la subrasante una vez conformada deberá ser lisa y pareja, de tal forma que cuando se coloque la regla de 5 metros paralelamente y en ángulo recto con la línea de centro no presente depresiones o salientes de más de 1.25 a 1.5 centímetros de la línea de diseño. Igualmente no deberá presentar pendientes con relación a la línea del centro mayores de 0.2% en sentidos transversales y 0.02% en sentido longitudinal. Cualquier desviación será corregida por escarificado, adición y reconformación y recompactación por rociado y cilindrado.

---

### 2.5 METODOS DE MEDIDA

Las excavaciones se pagarán de acuerdo con el número de metros cúbicos, medidos en su posición original.

Los volúmenes de excavaciones para pago serán calculados según el método aprobado por el Ingeniero Interventor, de acuerdo con las líneas de levantamiento topográfico, antes y después de ejecutado el trabajo.

No habrá medida ni pago por material excavado sin autorización más allá de las líneas normales de pendiente, o por la cantidad de material usado para otros propósitos que no fueron indicados por el Ingeniero Interventor.

El material de terraplén y relleno será pagado por el número de metros cúbicos que resulten del volumen colocado en su posición definitiva, calculado de acuerdo con procedimientos aprobados por el Ingeniero Interventor, e incluirá todos los costos asociados, tales como acarreo, extendido, compactación y todos los demás trabajos requeridos para hacer esta parte de la obra, de acuerdo con los planos, estas especificaciones y lo indicado por el Ingeniero Interventor.

El material sobrante o de desperdicio será medido por el número de metros cúbicos de material dispuesto en las áreas de botadero asignadas, e incluirá todos los costos asociados, acarreo, colocación, compactación, etc.

La tela filtrante se pagará según el ítem aplicable del Capítulo 3 de estas Especificaciones.

### 2.6 BASES DE PAGO

#### Excavación

El pago será hecho a los precios unitarios del Contrato por metro cúbico para excavación sin clasificar. Este precio será la compensación total por el suministro de

materiales, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar este ítem.

### Rellenos y Terraplenes

El pago será hecho a los precios unitarios del Contrato por metro cúbico para rellenos y terraplenes de los distintos tipos. Este precio será la compensación total por el suministro de materiales, acarrees, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar este ítem.

### Disposición de Materiales

El pago será hecho a los precios unitarios del Contrato por metro cúbico para disposición de materiales de desperdicio. Este precio será la compensación total por el suministro de materiales, acarrees, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para completar este ítem.

### Compactación de la Subrasante

El pago será hecho a los precios unitarios del Contrato por m<sup>2</sup> para compactación de subrasante de acuerdo con lo especificado según el tipo de pavimento. Este precio será compensación total por el suministro de materiales, acarrees, mano de obra y equipo para compactar la subrasante.

No habrá medida ni pago por separado por las siguientes partes de la obra relacionadas con las excavaciones, rellenos y terraplenes cuyo valor deberá estar incluido en los diferentes precios unitarios de este Capítulo.

- a. El manejo del agua superficial y subterránea y el drenaje de todas las áreas de trabajo.
- b. El mantenimiento de obras de drenaje construídas para la obra.
- c. La explotación, procesamiento, selección, apilamiento y transporte de cualquier material de relleno.
- d. Los arriendos y derechos de explotación de canteras, servidumbres, vías de acceso, campamentos provisionales, pagos de daños y perjuicios.

#### **2.6.1**        Items de Pago

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta del Contratista para los siguientes ítems :

## CAPITULO 17

### EMPRADIZADO

#### 17.1 DESCRIPCION

Este Capítulo se refiere al empradizado de las áreas mostradas en los planos o como lo indique el Ingeniero Interventor. También incluirá la especificación para el suministro, colocación y esparcido de la capa vegetal orgánica sobre las áreas que la requieran para el crecimiento de la grama o pasto y donde lo requiera el Ingeniero Interventor.

#### 17.2 MATERIALES

##### 17.2.1 General

La empradización de las áreas del Aeropuerto que así lo requieran podrá efectuarse mediante la colocación de cespedones de grama provenientes de las mismas áreas del proyecto o de las áreas del Proyecto o de las áreas aprobadas por el Ingeniero Interventor o mediante el sembrado de semillas aprobadas por el Ingeniero Interventor.

##### 17.2.2 Capa Vegetal

La capa vegetal será la capa superficial de suelo proveniente de las excavaciones y descapote sin mezclas de desperdicios, algún material tóxico o plantas de raíces, troncos y piedras de 5 centímetros o más de diámetro, bolsas de arcilla u objetos similares. Césped ordinario y plantas herbáceas tales como grama y maleza no serán removidas pero deberán ser cuidadosamente rotas y mezcladas con el suelo durante las operaciones de manejo.

La capa vegetal, a menos que otra cosa sea especificada o aprobada, deberá tener un rango de pH aproximado entre 5.5. y 7.6, cuando se ensaye de acuerdo con los métodos de ensayo del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).

El contenido orgánico no será menor que el 3% ni mayor del 20% como se determina por el método húmedo de combustión (reducción por ácido crómico). Habrá no menos de un 20% ni más de 80% de material que pasa la malla 200 de acuerdo con el ensayo de lavado con ASSGTO T-11.

534

La capa vegetal natural puede ser arreglada por el Contratista con materiales y métodos aprobados para cumplir con las especificaciones.

### **17.2.3 Cespedones**

Los cespedones de grama deberán estar libres de maleza, raíces y piedras. Su espesor no deberá ser inferior a 10 centímetros y cuando se saquen deberá evitarse que se separen de la capa vegetal. El tamaño mínimo de los cespedones deberá ser de 0.50 x 0.50 metros y el máximo de 1.00 x 1.00 metros.

### **17.2.4 Semillas**

Cuando se utilicen semillas, éstas deberán ser suministradas separadamente o en mezclas en envases con el nombre de la semilla, número de lote, peso neto, porcentajes de pureza o de germinación y dureza y porcentaje de maleza claramente marcados para cada tipo de pasto. El Contratista suministrará al Ingeniero Interventor duplicado de las copias finales del informe del vendedor de cada lote de engramado donde se certifican los ensayos en 6 meses de crecimiento. Este informes incluirá nombre y dirección del laboratorio, fechas de ensayo con su nombre, porcentajes de pureza y de germinación y porcentaje de contenido de maleza para cada clase de grama suministrada, y en caso de una mezcla suministrada, las proporciones de cada clase de grama.

### **17.2.5 Cal**

La cal, si se requiere, deberá ser caliza de cantera conteniendo no menos del 85% de carbonatos totales, y sera molida hasta tal finura que el 90% pase a través de la malla No. 20 y 50% pase la malla número 100. Se aceptará material grueso siempre que se aumenten las ratas de aplicación para proveer por lo menos las cantidades y espesores especificados en provisiones especiales basadas en los dos tipos de mallas indicadas. La cal Dolmita o cal con magnesio contendrá al menos 10% de óxido de magnesio.

### **17.2.6 Fertilizantes**

Los fertilizantes, si se requieren, serán fertilizantes comerciales estándares suministrados separadamente o en mezclas conteniendo los porcentajes de nitrógeno total, ácido fosfórico disponible y potasio hidrosoluble adecuadas. Se aplicarán a la rata y profundidad especificadas y cumplirán los requerimientos del I.C.A. (Instituto Colombiano Agropecuario). Se suministraran en envases estándar, con nombre, peso y análisis garantizados del contenido claramente marcado en la parte exterior. No se permitirán compuestos de cianamida o cal hidratada en fertilizantes mezclados.

Los fertilizantes pueden suministrarse en una de las siguientes formas :

- a. Una seça, correspondiente a fertilizante de flujo libre adecuado para aplicación con esparcidor.
- b. Fertilizante finamente molido soluble en agua, adecuado para aplicación por aspersores de polvo.
- c. Granular o en forma de bolitas adecuado para aplicación por equipos sopladores.

### 17.3 METODOS DE CONSTRUCCION

#### 17.3.1 Colocación de la Capa Vegetal

Inmediatamente antes del acarreo y esparcido de la capa vegetal la superficie del área a cubrirse se soltará por discos o rastrillos, o por otros medios aprobados por el Ingeniero Interventor, a una profundidad mínima de 5 centímetros para facilitar la adherencia del suelo orgánico a la subrasante cubierta. La superficie del área a cubrirse se limpiará de todas las piedras mayores de 5 centímetros en cualquier dirección y otros materiales que puedan resultar en detrimento de la adherencia, la elevación de humedad por capilaridad o el propio desarrollo de lo que se desea plantar. Las áreas demasiado compactadas para responder a estas operaciones recibirán escarificación especial.

Las pendientes de las áreas a ser cubiertas con capa orgánica, que se muestran en los planos, serán mantenidas en condiciones correctas. Donde las rasantes no hayan sido establecidas, las áreas se alisarán y la superficie se dejará a las pendientes prescritas y se compactarán correctamente, para prevenir que se formen sitios bajos donde el agua pueda almacenarse. El suelo orgánico deberá ser extendido uniformemente sobre las áreas preparadas a una profundidad constante de 5 centímetros después de la compactación, a menos que otra cosa se muestre en los planos o se establezca en las provisiones especiales.

El extendido no podrá efectuarse cuando el suelo orgánico esté excesivamente húmedo o en otra condición que vaya en detrimento de los trabajos. El extendido será llevado en tal forma que se pueda proceder a operaciones de empradizado con un mínimo de preparación del suelo.

Después de extendido, cualquier piedra, terrón o arcillas duras deberán ser rotas con un pulverizador o por otro medio efectivo, y todas las piedras o rocas (de 5 centímetros o más de diámetro), raíces o materias foráneas serán rastrilladas o evacuadas por el Contratista. Después que se complete el extendido, el suelo orgánico será satisfactoriamente compactado por cilindrado con un "cilindro" o por otros medios aprobados por el Ingeniero Interventor. La superficie de material orgánico sera conformada, a las líneas, pendientes y secciones transversales.

Cualquier capa orgánica u otra basura que caiga sobre las zonas de pavimentos como resultado del acarreo o manejo de suelo vegetal deberá ser prontamente removida por el Contratista.

Los daños que por erosión u otra causa ocurran después del pendientado, el Contratista deberá reparar el daño nivelando de nuevo el área y manteniéndola hasta ser cubierta por el empradizado.

### **17.3.2 Colocación de Cespedones**

Los cespedones se transportarán dentro de las 24 horas posteriores al corte de los bloques, y deberán transportarse en forma que no hay pérdida de capa vegetal de los mismos. El Ingeniero Interventor podrá autorizar el almacenamiento de los bloques de grama, siempre y cuando se mantengan condiciones adecuadas de humedad, protegiéndolos del sol y evitando su enraizamiento en el lugar de almacenamiento. El Contratista regará, limpiará y cuidará las áreas empradizadas hasta obtener el arraigo de la grama y sean aceptadas por el Ingeniero Interventor.

### **17.3.3 Sembrado de Semillas**

#### **a. Método Seco de Aplicación**

Si se necesitase cal, ésta deberá aplicarse separadamente y con prioridad a la aplicación de cualquier fertilizante o grama solamente sobre lechos de grama que hayan sido preparados como se describió arriba. La cal será entonces aplicada en los 8 centímetros superficiales de suelo después de lo cual el lecho de grama será de nuevo rasanteado y alisado.

A continuación de los preparativos, limpieza y colocación de cal, si se requirió, el fertilizado deberá hacerse uniformemente esparcido por lo menos a la rata mínima dosificada en las proviones especiales.

La semilla de césped será sembrada a la rata requerida para que ésta pueda garantizar un empradizado total del área; las semillas serán rastrilladas en el rango de profundidad estipulada en las provisiones especiales definidas por el Interventor. Semillas de leguminosas, por sí sólo o en mezcla, serán inoculadas antes del mezclado o sembrado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del inoculador.

Después que la semilla haya sido correctamente esparcida, el lecho de grama será inmediatamente compactado por medio de una cilindradora de césped que pese de 60 a 90 kilogramos por metro de ancho para suelo arcilloso (o cualquiera suelo que tenga tendencia a compactarse), y que pese de 225 a 330 kilogramos por metro para suelos arenosos y ligeros.

b. Método Húmedo de Aplicación

- General

El Contratista podrá elegir el aplicar semilla y fertilizantes (y cal si es necesario) por aspersión de ellos sobre la cama de semillas en la forma de una mezcla acuosa y usando los métodos y equipos aquí descritos. Las tasas de aplicación serán las definidas por el Interventor en pruebas efectuadas con anterioridad.

- Equipo de Aspersión

El Equipo de aspersión tendrá un contenedor o tanque de agua equipado con un manómetro de nivel líquido calibrado para leer en incrementos no mayores de 210 litros sobre el rango entero de la capacidad del tanque y montado en forma que sea visible al operador de la boquilla. El contenedor o tanque será equipado con un agitador mecánico no manual capaz de dejar todos los sólidos de la mezcla en completa suspensión en todo momento mientras se use.

La unidad también deberá estar equipada con una bomba de presión de 7 kilos por centímetro cuadrado. La bomba estará montada en una línea que recirculará la mezcla a través del tanque cuando no esté siendo esparcida por las boquillas. Todos los pasajes de la bomba y líneas de tuberías estarán capacitadas de proveer paso libre para sólidos de 1.5 centímetros. La unidad de potencia para la bomba y el agitador tendrá controles montados de tal forma que sean accesibles al operador de la boquilla. Deberá haber un indicador de presión conectado y montado inmediatamente atrás de la boquilla.

La tubería de la boquilla estará montada en una estructura de soporte de tal manera que pueda rotar en 360° horizontalmente e inclinarse verticalmente al menos 20° debajo y 60° arriba de la horizontal. En esta estructura habrá una válvula de control rápido de 3 vías conectando la línea de recirculación a la tubería de la boquilla y montada en tal forma que el operador tenga acceso a los controles y pueda controlar las cantidades de flujo de mezcla despachadas por la boquilla. Se suministrarán por lo menos 3 tipos de

536

boquillas diferentes para que la mezcla pueda ser correctamente esparcida sobre distancias que varíen de 6 a 30 metros. Una será una boquilla de cinta de corto rango, otra será de rango medio y la otra será de chorro de largo alcance (jet). Para el caso de remoción y limpieza, todas las boquillas se conectarán al tubo de la boquilla por medio de acoples de relevo rápido.

Con el fin de alcanzar áreas inaccesibles al equipo regador, se proveerá una manguera de extensión de al menos 15 metros de longitud a la cual pueda conectarse las boquillas.

#### - Mezclas

La cal, si se requiere, será aplicada separadamente, en la cantidad especificada, con anterioridad a las operaciones de fertilización y empradización. Hasta 100 kilogramos de cal podrán ser añadidos y mezclarse por cada 400 litros de agua. Las semillas y fertilizantes deberán mezclarse en las proporciones relativas definidas y un total de 100 kilogramos de estos sólidos combinados podrán añadirse y mezclarse con cada 400 litros de agua.

Toda el agua usada se obtendrá de fuentes de agua fresca y deberá estar libre de sustancias químicas dañinas o tóxicas a la vida de las plantas. En ningún momento se usará agua salobre. El Contratista identificará con el Ingeniero Interventor, las fuentes de agua al menos 2 semanas antes de su uso. El Ingeniero Interventor podrá tomar muestras del agua de la fuente o del tanque en cualquier momento para ensayos de laboratorio para análisis químicos y salinos. El Contratista no empleará agua de fuentes rechazadas por el Ingeniero Interventor con base en los resultados de los ensayos.

Todas las mezclas serán constantemente agitadas desde el momento de su mezcla hasta la aplicación en el lecho de empradizado. Las mezclas que que no se usen dentro de las dos horas desde que fueron mezcladas, serán desechadas y evacuadas en un sitio aceptado por el Ingeniero Interventor.

#### - Esparcido

La cal, si se requiere, será esparcida solamente sobre lechos de empradizado previamente preparados. Después que la mezcla de cal aplicada haya secado, se homogeneizará con los 8 centímetros superiores del lecho, después de lo cual la cama de empradizado será de nuevo enrasada y labrada en un acabado liso.

Las mezclas de semilla y fertilizantes serán aplicadas por medio de aspersores de alta presión que estarán siempre dirigidos hacia arriba al aire para que la mezcla se esparza uniformemente en forma de lluvia. Las boquillas o esparcidores no deberán dirigirse hacia el suelo para que no se produzcan erosiones o escorrentías.

Se tendrá especial cuidado con el fin de asegurar que la aplicación se haga uniformemente y a la rata prescrita y paraevitar la omisión de las áreas de traslazo. Cantidades apropiadas predeterminadas de mezcla de acuerdo con la especificación se usarán para cubrir secciones específicas de área conocida. Chequeos sobre la rata y uniformidad de la aplicación podran hacerse por observación del grado de humedad de la tierra o por ensayos sobre el área a intervalos para evaluar las cantidades de material allí depositados.

#### **17.3.4 Mantenimiento de Areas Empradizadas**

El Contratista protegerá las áreas empradizadas contra el tránsito u otros usos, empleando señales especiales o como lo apruebe el Ingeniero Interventor. Los baches superficiales u otros daños en las áreas empradizadas serán reparadas por renivelación y resembrado como se indique. El Contratista segará y regará las áreas empradizadas con el fin de mantenerlas en una condición satisfactoria mientras se hace la inspección y aprobación final.

---

#### **17.4 METODO DE MEDIDA**

La medida para el pago de empradizado mediante la colocación de cespedones, grama o mediante el sembrado de semillas sera el número de hectáreas o fracción de ellas hasta el tercer decimal medidas sobre la superficie del terreno. No se hará medida por separado por el suministro y colocación de capa vegetal la cual se considerará incluida en los costos unitarios de excavaciones no clasificadas del Capítulo 2.

#### **17.5 BASES DE PAGO**

Las cantidades determinadas como se indica arriba, serán pagadas con los precios unitarios del Contrato por hectáreas o fracción de ellas hasta el tercer decimal de empradizado. Este precio será la compensación total por el suministro y colocación de todo el material y por toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el trabajo prescrito en este Capítulo. El costo por el suministro y colocacion de capa vegetal se considerará incluido en los precios unitarios del Contrato de Excavaciones no clasificadas, item 2.1.

## CAPITULO 20

### RELOCALIZACION Y DESVIACION DEL RIO BOGOTA - EVACUACION DEL AGUA DEL ANTIGUO CAUCE Y MANEJO TEMPORAL DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS

#### 20.1 DESCRIPCION

La parte de la obra especificada en este Capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para relocalizar y desviar el Río Bogotá por el nuevo canal que se reconstruirá, las operaciones de evacuación total del agua del cauce antiguo del Río Bogotá y obras provisionales que sean necesarias para la construcción de las obras requeridas sobre éste.

#### 20.2 METODOS DE CONSTRUCCION

##### 20.2.1 General

El esquema para la recolocación y desviación del Río Bogotá consiste en :

- a. Relocalizarlo por un canal de 2.6 kilómetros de longitud durante las épocas de mayor estiaje que son los meses de Enero, Febrero, Marzo, Agosto y Septiembre de acuerdo con las curvas de duración del Río Bogotá en la estación de Puente Cundinamarca situada aproximadamente a 2 kilómetros aguas abajo del final del desvío y con los histogramas de lluvias de la Estación de Eldorado (Ver APéndice de Referencia).
- b. Desviarlo en el período más seco cerrando el cauce actual del río en los extremos del tramo que se va a relocalizar. La construcción de estos cerramientos o ataguías se presentará a la aprobación del Ingeniero Interventor y se ejecutará con material proveniente de excavaciones y se realizará una vez se hayan terminado todas las excavaciones y jarillones indicados en los planos. Los jarillones indicados en los planos se conformarán con los métodos especificados en el numeral 2.3 - Sección 2.3.2.

### 20.3.2 Evacuación y Manejo de Agua del Cauce Antiguo

Una vez se haya desviado el Río Bogotá por el nuevo canal, el Contratista deberá evacuar el agua que haya quedado dentro del cauce antiguo por medio de bombas localizadas tanto al principio como al final del canal de relocalización. El método utilizado para tal evacuación será tal que no ocasione, a juicio del Ingeniero Interventor, demoras para la construcción del paso de la vía de acceso ni para el tendido de latubería de aguas negras. Si a juicio del Ingeniero Interventor la rata de evacuación del agua no es satisfactoria, éste podrá ordenar la utilización de una o más instalaciones de bombeo, sin que ésto ocasione costos adicionales al Contrato.

El Contratista deberá tomar las medidas del caso, tales como la construcción de estructuras provisionales para el control y manejo de las aguas negras del alcantarillado existente, mientras se construye el terrapén de la vía de acceso del cauce con el cauce antiguo y se conecte a la nueva red de alcantarillado.

El Contratista deberá suministrar y mantener todas las obras de protección requeridas para evacuar el agua fuera de las áreas de trabajo y mantenerlas libres de agua durante los períodos que sean necesarios para la terminación satisfactoria de la obra. Donde sea necesario, el Contratista deberá controlar las aguas de infiltración hacia el cauce antiguo mediante sistema de pozos o filtros o por cualquier otro método aprobado por el Ingeniero Interventor que evite la tubificación y erosión. Estos métodos deberán ser tales que no interfieran con el progreso o seguridad de la obra.

A menos que el Ingeniero Interventor permita algo diferente, el Contratista deberá remover a satisfacción, todas las ataguías y obras provisionales cuando éstas ya no se requieran y acarrear los materiales provenientes de tales demoliciones a los sitios de desecho. Antes de remover las ataguías provisionales o de otra obra de protección, el Contratista deberá someter a la aprobación del Ingeniero Interventor, la información completa sobre los métodos que se propone utilizar para remover dichas obras de protección. El costo por la ejecución y demolición de ataguías u otras obras de protección se considerará incluido dentro del precio por el "manejo y desvío del Río Bogotá, evacuación del agua del cauce antiguo, manejo temporal del alcantarillado de aguas negras y obras provisionales".

---

## 20.3 METODO DE MEDIDA

La medida para la relocalización del Río Bogotá será por m<sup>3</sup> de excavación sin clasificar y relleno Tipo 2.

338

La medida para el pago de la operación del desvío del Río Bogotá, manejo de aguas, evacuación total del agua del cauce antiguo y obras provisionales será una suma global.

## 20.4 BASES DE PAGO

El pago será hecho por m<sup>3</sup> y será la compensación por el suministro de equipo, mano de obra y materiales para efectuar la relocalización del río.

El pago será hecho a los precios unitarios del Contrato por una suma global para el ítem "Manejo y Desvío del Río Bogotá, Evacuación del Agua de las Fundaciones, Manejo Temporal del Alcantarillado de Aguas Negras y Obras Provisionales". Este precio será la compensación total por el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar las obras contempladas en este Capítulo.

### 20.4.1 Items de Pago

Todos los costos especificados en este Capítulo deberán estar cubiertos por los precios cotizados en la propuesta del Contratista para el siguiente ítem de pago :

<u>Item</u>	<u>Descripción</u>	<u>Unidad de Medida</u>
10.1	Manejo y desvío del Río Bogotá, evacuación del agua del antiguo cauce, manejo temporal del alcantarillado de aguas negras y obras provisionales.	SG
20.2	Excavación sin clasificar del nuevo canal	m <sup>3</sup>
20.3	Conformación de los jarillones del nuevo canal y de la parte del antiguo cauce	m <sup>3</sup>

## CAPITULO 21

### IMPACTO URBANO

#### 21.1 ALCANCE

El presente Capítulo tiene como objeto establecer las normas de conservación del contorno humano en las áreas destinadas a la Pista Paralela. El Contratista deberá adoptar los controles y medidas para preservar el bienestar urbano y la seguridad de la población, así como para conservar la seguridad de la población, la circulación vehicular y los demás servicios públicos que se vean afectados por la ejecución de las obras.

Igualmente comprende las estipulaciones relacionadas con los sistemas que se deben emplear para la protección y control de erosión de superficies naturales y de excavación en corte abierto de canteras.

#### 21.2 DISPOSICIONES GENERALES

El dueño y el Contratista elaborarán un Acta, antes de iniciar las obras, donde se establecerá el estado actual del entorno y que servirá de base para comparar y evaluar su estado al final de los trabajos, el cual deberá presentar condiciones ambientales semejantes o mejores a los descritos inicialmente.

Las actividades que el Contratista adelantará para preservar, conservar y recuperar el medio ambiente se pueden agrupar en :

- a. Manejo de la obra
- b. Manejo de los servicios públicos
- b. Manejo del tránsito vehicular y peatonal
- d. Protección y adecuación de los sitios de trabajo incluyendo canteras.
- e. Sistemas de información y comunicación social

### **21.2.1 Manejo de la Obra**

El Contratista deberá presentar con una anticipación de 30 días a la ejecución de los trabajos, un Programa Detallado que contenga la descripción básica de los trabajos a realizar, secuencia, duración estimada, tiempo de iniciación, terminación y flujos. Igualmente determinará y solucionará las interferencias posibles.

Se determinarán los métodos y maquinaria de construcción previstos; el número, tipo, características y rendimientos esperados.

Igualmente presentará el plan de construcción y conservación del entorno en las zonas de préstamo que sean aluviales o de cantera; el plan de transporte y las medidas preventivas e informativas que implementará tanto para el de materiales como los desechos a los botaderos. Es claro que estos programas incluyen los rendimientos esperados.

### **21.2.2 Manejo de los Servicios Públicos**

Se espera que durante la construcción de la pista y sus obras accesorias no se presenten interferencias de manejo en servicios públicos que por negligencia del Contratista fueren obstruidos, dañados o deteriorados o aquellos que hubiere necesidad de relocalizar, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos o las indicaciones del dueño, se reconstruirán con anterioridad a los trabajos de construcción como tal, garantizando de todas maneras la continuidad de los servicios.

Esto se aplica especialmente a las instalaciones aeroportuarias existentes, Base Militar CATAM e instalaciones petroleras.

### **21.2.3 Manejo del Tránsito Vehicular y Peatonal**

El Contratista pondrá todo su interés y vehicular en las áreas aledañas al proyecto. Deberá iniciarse en coordinación con el Departamento de Tránsito un programa de señalización informativa-preventiva y normativa con el fin de no entorpecer los flujos vehiculares y peatonales en la zona del Aeropuerto.

Igualmente deberá si es el caso ejecutar :

- Adecuación de vías alternas
- Ejecutar trabajos nocturnos o en días feriados
- Medidas de protección

- Puentes o pasos peatonales provisionales

#### **21.2.4 Adecuación de Areas de Trabajo**

Tal como se indica en el Contrato, la Aeronáutica suministrará únicamente las zonas para construcción de campamentos o viviendas para el personal del Contratista dentro de los predios. Las zonas que garantizará la Empresa tendrán como finalidad servir de áreas para construir instalaciones provisionales a cargo del Contratista.

En su propuesta, el proponente presentara la descripción y planos generales de las instalaciones que propone construir para la obra; el Contratista, con anticipación necesaria, deberá someter a aprobación del dueño los planos de localización de las obras provisionales que proyecta construir y a medida que la obra progrese y para los mismos efectos, los planos detallados de cada una de estas obras. La AERONAUTICA hará las observaciones o exigirá las modificaciones que considere convenientes, las cuales serán tenidas en cuenta por el Contratista.

Las instalaciones u obras provisionales deberán contar con una disposición adecuada y el tratamiento de basuras y aguas servidas a satisfacción de la Aeronáutica.

Durante la construcción y hasta la entrega final de la obra el Contratista mantendrá los sitios de la obra aseados e higiénicos, transportará los materiales de desecho a zonas aprobadas fuera de la obra y los dispondrá en forma ordenada de acuerdo con las instrucciones de la Aeronáutica.

Es obligación del Contratista proveer de instalaciones sanitarias en sus talleres y sitios de obras provisionales y de trabajo. Tanto los planos de las instalaciones sanitarias como de los tratamientos pertinentes y conexiones al alcantarillado deberán ser aprobados por la Aeronáutica.

El Contratista conservara las áreas de trabajo utilizadas en adecuadas condiciones de drenaje, seguridad y protección.

A menos que se hayan efectuado otros acuerdos, tan pronto como se haya concluído la obra, el Contratista deberá retirar de las áreas de trabajo todas las instalaciones provisionales y cubrir con tierra orgánica o humos todas las áreas que fueron excavadas o cubiertas de material de construcción.

#### **21.2.5 Manejo de Materiales de Excavación**

Todos los materiales de desecho resultantes de las excavaciones deberán ser retirados de los sitios de las obras y llevados fuera de las áreas bajo control de la Aeronáutica o donde ésta lo disponga.

En las áreas de trabajo únicamente se permitirá el acopio temporal del material de desecho en sitios donde pueda ser cargado y transportado a las zonas de disposición previamente aprobados por el Dueño, y será por un tiempo mínimo no mayor de 2 días y cantidad mayor de 20 m<sup>3</sup>.

#### **21.2.6 Control a la Contaminación Causada por la Maquinaria de Construcción**

La operación y mantenimiento de la maquinaria y el manejo de combustibles y lubricantes se harán con sumo cuidado para evitar vertimientos de grasas o aceites al suelo, a la vegetación o a los cursos de agua. Estara prohibida la quema de residuos de aceite, grasa y combustibles o cualquier otro tipo de quema de materiales, vegetación o desechos.

La operacion de la maquinaria se deberá hacer en un todo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y se deberán cumplir con los estándares pararuido, emisión de partículas y gases. No deberá excederse lo estipulado por la Organización Mundial de la Salud y por el Ministerio de Salud y sus normas sobre Salud Ocupacional.

#### **21.2.7 Sistemas de Información y Comunicación Social**

El Contratista en conjunto con la AERONAUTICA CIVIL deberá elaborar una serie de Programas de Comunicación Social destinados a dar explicaciones a la población a través de radio, televisión, comunicados y otros medios sobre la obra, resaltando los beneficios de la misma.

Se resumen así :

- a. Divulgación del Proyecto y sus Beneficios
- b. Posibles interferencias por la obra y sus soluciones
- c. Programas de Desvío de Tránsito
- d. Identificación de los Sectores de Población afectados por el Proyecto
- e. Campañas de Aseo urbano y Mitigación de Efectos
- f. Recuperación de Aéreas, incluidas áreas verdes y otras.



**ANEXO E - 5**





REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

17840 e-5

542

P L A N   D E   E M E R G E N C I A   Y   C O N T I N G E N C I A

AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO

División de Seguridad Aeroportuaria El Dorado  
Santa Fé de Bogotá, D.C., Diciembre de 1994



### FUNDAMENTACION LEGAL

La Constitución Política de Colombia, en su artículo 2º, establece que las autoridades de la República, están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia; en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades, para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares.

En el código de comercio, libro quinto (5), parte segunda, capítulo primero, artículo N 1773 y siguientes, en armonía con la Ley 3 de 1977, el Decreto 2332 de 1977, Artículo 46 y el manual de Reglamentos Aeronáuticos, adaptado mediante resolución 2450 de 1974; facultan a la autoridad aeronáutica para prestar los servicios necesarios a fin de garantizar la seguridad y eficiencia del transporte aéreo y hallar programas de prevención de accidentes y Seguridad aérea en coordinación con las empresas y usuarios del servicio de aviación.

En el anexo 14, párrafo 9.1.1, del convenio sobre aviación Civil Internacional de la OACI, se establecen disposiciones con carácter de norma, de proveer a los aeródromos del servicio del Plan de Emergencia; en relación con las operaciones de aeronaves y demás actividades desplegadas del mismo.

En la enmienda 39 (15 de Noviembre de 1990), se resaltó la importancia de los ensayos del Plan de emergencia para su mayor efectividad y la verificación periódica (Intervalos que no exceda un de uno año), de si el procedimiento es adecuado.

Se establece además que el Plan se verificará mediante dos (2) tipos de prácticas; una completa a intervalos no mayores de dos (2) años, con el fin de asegurarse que el plan es adecuado para hacer frente a diversas clases de emergencia y una práctica parcial para asegurarse de que cada organismo reacciona adecuadamente y corregir las deficiencias observadas durante las prácticas completas.

Igualmente se realizarán las correcciones necesarias, luego de ocurrido una emergencia.

543



REPUBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

O B J E T I V O

El objetivo primordial del Plan de emergencia, es el de determinar los procedimientos de actuación en caso que se presente un accidente de aeronave en el Aeropuerto, asegurando que los organismos participantes tengan claridad en la responsabilidad que les compete según se ha establecido.

Así mismo este Plan deberá facilitar que el operativo que se realice, sea rápido, confiable y seguro, con miras a que la emergencia sea atendida en el menor tiempo posible, minimizando efectos del accidente, salvando el mayor número de vidas y lo más rápido posible.



## FUNDAMENTACION LEGAL

La Constitución Política de Colombia, en su artículo 2º, establece que las autoridades de la República, están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia; en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades, para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares.

En el código de comercio, libro quinto (5), parte segunda, capítulo primero, artículo N 1773 y siguientes, en armonía con la Ley 3 de 1977, el Decreto 2332 de 1977, Artículo 46 y el manual de Reglamentos Aeronáuticos, adaptado mediante resolución 2450 de 1974; facultan a la autoridad aeronáutica para prestar los servicios necesarios a fin de garantizar la seguridad y eficiencia del transporte aéreo y hallar programas de prevención de accidentes y Seguridad aérea en coordinación con las empresas y usuarios del servicio de aviación.

En el anexo 14, párrafo 9.1.1, del convenio sobre aviación Civil Internacional de la OACI, se establecen disposiciones con carácter de norma, de proveer a los aeródromos del servicio del Plan de Emergencia, en relación con las operaciones de aeronaves y demás actividades desplegadas del mismo.

En la enmienda 39 (15 de Noviembre de 1990), se resaltó la importancia de los ensayos del Plan de emergencia para su mayor efectividad y la verificación periódica (Intervalos que no exceda un año), de si el procedimiento es adecuado.

Se establece además que el Plan se verificará mediante dos (2) tipos de prácticas; una completa a intervalos no mayores de dos (2) años, con el fin de asegurarse que el plan es adecuado para hacer frente a diversas clases de emergencia y una práctica parcial para asegurarse de que cada organismo reacciona adecuadamente y corregir las deficiencias observadas durante las prácticas completas.

Igualmente se realizarán las correcciones necesarias, luego de ocurrido una emergencia.



## G E N E R A L I D A D E S

En el momento en que ocurre una emergencia de aeronave, bien sea dentro o fuera del Aeropuerto, el comienzo del desarrollo del Plan de emergencia, debe darse en forma inmediata, para lo cual se requiere que este exponga de forma detallada tanto el procedimiento a seguir como las responsabilidades de todas las entidades participantes en sus papeles de respuesta y actuación ante el suceso.

Sin embargo, nunca un accidente de aeronave es igual a otro, por lo cual este Plan de emergencia se ha constituido como guía modelo para contribuir a salvar vidas.

El logro de los objetivos será posible gracias a la coordinación del grado de participación y eficacia de las distintas dependencias y servicios radicados en el aeropuerto, así como de aquellas otras de la comunidad circunvecina que puedan servir de ayuda para responder a la emergencia mediante acuerdos formales que determinen sin lugar a dudas y en cada caso con otras ayudas particulares y del Estado, las cuales pueden ser :

- 1- Cuerpos de apoyo
- 2- Procedimientos y sistemas de comunicación
- 3- Procedimientos específicos de actuación de cada uno de los Cuerpos de Apoyo.

Para una mejor eficacia este plan deberá propiciar el adiestramiento del personal cuyas funciones son específicas en el plan de emergencia, programando Simulacros que permitan evaluar la confiabilidad y eficacia del mismo. Para ello es indispensable revisar periódicamente el plan e introducir en el, las enmiendas que se consideren necesarias, así como también establecer revisiones periódicas del equipo utilizable a fin de que se encuentren en buenas condiciones.

La Dirección General del Aeropuerto, coordinará la capacitación del personal civil que preste su servicio de cualquier naturaleza en las instalaciones aeroportuarias, sobre los procedimientos y actuaciones en cualquier caso de emergencia que pueda presentarse en el aeropuerto.

Es importante que todas las entidades representantes del plan de emergencia conozcan muy bien el procedimiento operacional y el acatamiento de las órdenes para evitar el entorpecimiento de las labores de rescate logrando llevar a cabo el objetivo principal.

Las comunicaciones serán parte importante en el desarrollo y el procedimiento del plan.



## LA EMERGENCIA

Una emergencia comienza en el momento en que los servicios de aeronavegación detectan el llamado de auxilio enviado desde el aire a tierra por una aeronave a la torre de control de otro aeropuerto según sea la aproximación de la aeronave.

Quien recibe la señal la comunica de inmediato a los organismos de administración, control y salvamento del circuito. Cualquier dificultad de orden técnico presentado por una aeronave que se disponga a decolar o a aterrizar y que indique motivo de emergencia, implica que han de tomarse de inmediato las medidas de auxilio necesarias para corregir una falla, un mal movimiento o cualquier otra situación, activando los equipos situados en el aeropuerto con el fin de prestar toda la ayuda posible en el menor tiempo.

Se da por terminada la emergencia cuando se ha logrado el control pleno de la situación, se retire la aeronave del sitio y se pueda restablecer el desarrollo de las operaciones del aeropuerto y se haya recuperado la zona en su totalidad.

La Dirección de la Aeronáutica Civil, por medio de la Gerencia del Aeropuerto, asume la responsabilidad de atender la emergencia, fijar las responsabilidades de la empresa aérea a la cual pertenezca la aeronave accidentada, previa rigurosa investigación de sus causas y efectos, para lo cual ha de mantener informadas a las autoridades aeronáuticas y judiciales respectivas.



## SISTEMAS DE NOTIFICACION DE UNA EMERGENCIA

## A. Primario

Los accidentes o incidentes aéreos deberán ser reportados en primera instancia a:

Torre de Control  
Estación de Bomberos  
Gerencia del Aeropuerto  
Sanidad Portuaria  
Seguridad Aeroportuaria  
Policía Aeroportuaria  
Empresa explotadora de la aeronave

Se especificará además la persona o personas que deben efectuar las llamadas en su respectivo orden para evitar la duplicación u omisión o entorpecimiento en el desarrollo del plan.

## Nota:

En el plan de emergencia se debe anexar la lista de los números telefónicos, intercom o extensiones de cada una de las anteriores oficinas.

## B. Secundario

El Director, Gerente o Administrador del Aeropuerto, o la persona delegada se encargará de notificar a todos los organismos radicados fuera del terminal aéreo, comunicando el incidente ocurrido a fin de que en el menor tiempo posible se hagan presentes para cumplir con la labor que a cada entidad corresponde.

Esta notificación será confirmada en el mismo orden indicado y especificando el lugar de reunión.

Las entidades a notificar son:

Central de Bomberos de la ciudad  
Cruz Roja  
Defensa Civil  
Hospitales vecinos  
Tránsito y Transporte (si lo amerita)  
Policía Judicial  
La unidad regional de control Fiscalía

En el momento de confirmar la llamada se reconfirmará el sitio de encuentro.



LISTADO DE ORGANISMOS PARTICIPANTES

A- Organismos involucrados dentro del aeropuerto

- 1- Servicios de tránsito aéreo
- 2- Servicio de salvamento y extinción de incendios
- 3- Sanidad aeroportuaria
- 4- Control y seguridad aérea
- 5- Servicios de Policía aeroportuaria
- 6- Administración o gerencia aeroportuaria
- 7- Seguridad aeroportuaria
- 8- Empresas de aeronaves
- 9- Catam

B- Organismos involucrados fuera del aeropuerto

- 1- Servicio de policía o ejército, con jurisdicción en la zona
- 2- Cuerpo de bomberos de la ciudad
- 3- Médicos y hospitales, Secretaría de salud
- 4- Autoridades gubernamentales
- 5- Otros servicios de apoyo (DC., CR., Cte. local de emerg., TT.)



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

P L A N D E E M E R G E N C I A Y C O N T I N G E N C I A

AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO

Para prestar un óptimo servicio en una emergencia, se requiere de los siguientes elementos y equipos necesarios:

Equipo de comunicación (Radios pòrtatiles)  
Sistema de emergencia línea roja automática  
Vehículos  
100 metros de manila  
100 metros de cinta reflectiva  
Conos reflectivos  
Chalecos reflectivos  
Vehículo de rescate con unidad médica  
Equipo de tratamiento y transporte de pacientes politraumáticos  
Equipo de respiración autónoma SCBA  
Guantes en Kevlar  
Brazaletes de identificación  
Overoles antifiama en Nomex Aramid  
Botas de caucho  
Linternas industriales



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

DIRECTORIO

COMITE DE EMERGENCIA

- TORRE DE CONTROL

Intercom 224  
Extensión 2527  
Teléfono 4 135445

- DIV. SEGURIDAD AEROP.

Intercom  
Extensión 2586  
Teléfono 4 135437  
4 135438

- BOMBEROS

Intercom 244  
Extensión 2254, 2255  
Teléfono 4 139533

- SANIDAD PORTUARIA

Intercom 254  
Extensión 2247  
Teléfono 4 139476

-SEGURIDAD CONTROL AEREO

Intecom 8509  
Extensión 2209  
Teléfono 4 139326

-SEGURIDAD PORTUARIA DIST.

Intercom  
Extensión 2307, 2246  
Teléfono

- POLICIA AEROPORTUARIA

Extensión 2160, 2298  
Teléfono 4 138348

- DIVISION OPERACIONES

Intercom  
Extensión 3121

- GRUPO MANTENIMIENTO

Intercom 521, 567  
Extensión 2235  
Teléfono 4 138702

- DIR. OPERACIONES AEREAS

Intercom 8506  
Extensión 2214  
Teléfono 4 138228

- CENTRO DE CONTROL

Intercom 60  
Extensión 2546  
Teléfono 4 139858

- DIVISION AERONAVEGACION

Intercom 8545  
Extensión 2233  
Teléfono 4 139308, 4 138563

- BUSQUEDA Y RESCATE

Intercom  
Extensión  
Teléfono 4 139324



5597

## LISTADO DE ORGANISMOS PARTICIPANTES

### A- Organismos involucrados dentro del aeropuerto

- 1- Servicios de tránsito aéreo
- 2- Servicio de salvamento y extinción de incendios
- 3- Sanidad aeroportuaria
- 4- Control y seguridad aérea
- 5- Servicios de Policía aeroportuaria
- 6- Administración o gerencia aeroportuaria
- 7- Seguridad aeroportuaria
- 8- Empresas de aeronaves
- 9- Catam

### B- Organismos involucrados fuera del aeropuerto

- 1- Servicio de policía o ejército, con jurisdicción en la zona
- 2- Cuerpo de bomberos de la ciudad
- 3- Médicos y hospitales, Secretaría de salud
- 4- Autoridades gubernamentales
- 5- Otros servicios de apoyo (DC., CR., Cte. local de emerg., TT.)



REPÚBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

### FASES DE LA EMERGENCIA

El plan de emergencia contempla las normas y procedimientos correspondientes a las acciones que deben ejecutarse en las tres fases siguientes:

#### Fase 1.

Son los procedimientos correspondientes antes de que se presente la emergencia y serán aquellos que han sido restablecidos con el fin de tener listos todos los recursos humanos y materiales necesarios en caso de que se presente un percance aéreo, establecer la responsabilidad y mando, prever los procedimientos y sistemas de comunicación, alistamiento de los materiales disponibles que posiblemente se han de utilizar y analizar en el plan para reformar algún procedimiento si es necesario de acuerdo al tipo de emergencia.

#### Fase 2

Corresponde a los procedimientos realizados durante la emergencia. Es primordial la correcta aplicación del plan con el fin de obtener una respuesta positiva por parte de los organismos involucrados en el menor tiempo posible. Así mismo es de gran importancia la claridad y orden en las tareas asignadas a cada uno para asegurar que la situación sea superada.

Para obtener este propósito se establecerán las misiones particulares que contienen la información necesaria para cada uno de los organismos implicados, así como los medios de ayuda exterior correspondientes a su actividad a saber:

- Responsable de cada organismo
- Procedimiento a seguir por cada organismo según el plan
- Medios de apoyo para ejecutar el plan

#### Fase 3

Serán las tareas a realizar después de superada la emergencia y que tienen como fin establecer la normalidad de las operaciones del aeropuerto. Otras tareas importantes dentro de esta fase son las siguientes:

- Apoyo a la comisión investigadora del accidente
- Documentación sobre las operaciones de emergencia efectuadas
- Preparación de los informes para la opinión pública sobre lo acontecido



Para la ejecución de un plan de emergencia es necesario tener en cuenta el grado de alerta de cada situación:

542

#### ALERTA LOCAL

Cuando se conoce que una aeronave que se aproxima a el aeropuerto tiene dificultades, pero no de tal naturaleza que le impida aterrizar; sin embargo se pone sobre aviso a las dependencias contempladas en el sistema primario de notificación, por si es necesario actuar.

#### ALARMA GENERAL

Cuando se sabe de una aeronave que se aproxima al aeropuerto, tiene dificultades de tal naturaleza que existe el peligro de un accidente; se pone en marcha de inmediato las actuaciones previstas para antes de la emergencia. Igualmente se pone sobre aviso a los organismos involucrados, en el sistema primario de notificación, quienes estarán listos para actuar.

#### ACCIDENTE DE AVIACION

Una vez ocurrido el accidente en el aeropuerto, o sus alrededores se pone en marcha las actuaciones previstas durante la emergencia.



## DELIMITACION DE ZONAS

Buscando permitir un fácil desarrollo de las labores de los organismos operativos se determinan tres zonas que son:

Zona de exclusión  
Zona intermedia  
Zona de no exclusión

## ZONA DE EXCLUSION

Es el punto exacto donde ocurrió el accidente y se desarrollan las operaciones de extinción de incendios, rescate y evacuación de víctimas.

## ZONA INTERMEDIA

Es el área para una rápida movilización y acción del plan operativo que efectúa la clasificación y atención de heridos, movilización de ambulancias y ubicación del puesto de mando.

## ZONA DE NO EXCLUSION

Es el área libre de acceso tanto para los organismos de socorro como para los medios de comunicación y el público en general. Gráficamente se podrían explicar así:

Para efectos de lograr la coordinación y el buen curso de las operaciones y el plan de emergencia se han establecido dos puestos de mando con características y funciones específicas a saber:

## PUESTO DE MANDO PRINCIPAL

Es el puesto de operaciones de emergencia llamado COE. Este lugar es un puesto fijo y es designado por el aeropuerto, desde el cual se realizan las funciones de dirección, coordinación y apoyo a las tareas de emergencia. En él se reúnen los miembros del comité de emergencia dirigidos por el gerente de aeropuerto, así mismo este puesto dispondrá de los equipos necesarios para una buena colaboración con todos los organismos que intervengan en el evento.



549

**PUESTO DE MANDO**

Se encuentra ubicado en la zona intermedia en enlace con el puesto de mando principal; En este puesto estará el comandante de la emergencia, el cual tendrá como responsabilidad, coordinar y verificar los procedimientos operativos normatizados que apliquen cada uno de los organismos que se encuentran en la zona de exclusión tales como:

Bomberos aeronáuticos  
Bomberos Bogotá  
Cruz roja  
Defensa Civil

Sanidad portuaria  
Secretaria de salud  
Policía

El comandante de emergencia será establecido con anterioridad, con lo cual se busca el perfil y el conocimiento en los procedimientos operativos., para ello se debe tener un grupo de posibles comandantes de emergencia de mínimo 4 personas con el fin de elegir a uno de ellos en cualquier momento que sea requerido.

**Nota:**

El comandante de emergencia después de ser designado no se podrá sustituir por otro., pues esto entorpecerá las acciones ya desarrolladas y no podría definirse la responsabilidad. Al comandante se le dará un mapa detallado del área de cubrimiento de la emergencia con especificaciones de los límites del aeropuerto, vías de acceso y salidas del aeropuerto, vías alternas, ubicación de los abastecimientos de agua, punto de reunión, áreas de espera y ubicación de heridos entre otros.



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

EJECUCION DEL PLAN

El plan de emergencia del aeropuerto Eldorado deberá activarse al momento que ocurra un accidente de aviación. Las dependencias que intervendrán en el momento de la activación del plan son:

- 1- TORRE DE CONTROL
- 2- BOMBEROS AERONAUTICOS
- 3- SANIDAD PORTUARIA
- 4- DIVISION DE SEGURIDAD PORTUARIA
- 5- OPERACIONES AEROPORTUARIAS



550

REPUBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

PLAN DE EMERGENCIA GRUPO S.E.I

La forma de procedimiento que se desarrolla en la base de bomberos Eldorado en caso de una emergencia contingencia es el siguiente.

A) En caso de Emergencia:

1- Llamado de la torre de control a la base de Bomberos por intercom, timbre frecuencia.

- Intercom: Este llamado da tiempo de un alistamiento previo

- Alarma: El accionar de éste tiene 3 características que son:

I. Un timbre, significa alistamiento, tiempo estipulado por la torre.

II Dos timbres. Significa salir en las maquinas a ocupar lugares de ataque en calles de rodaje:

a. 115 intervención rápida calle de rodaje Delta

b. P19 vehículo mediano Int. Rap. calle de rodaje CHARLY

c. 421 vehículo mediano Int. Rap. calle de rodaje BRAVO

d. 001 Vehículo pesado tipo M15 calle de rodaje CHARLY

\* La maquina 021 tipo t6 se encuentra fuera de servicio.

III timbres. Significa accidente dentro del perímetro establecido de los 8 kilómetros.

- Frecuencia: Se cuenta con las frecuencias 121.9 control superficie. en la guardia al llamado de torre, se cambia de frecuencia 118.1 control torre eldorado, para establecer contacto con la aeronave en problemas. Tanto las frecuencias de la guardia como la de las maquinas cambian todas a 118.1.

En el momento en que la aeronave toque pista, las máquinas entran en esta con el fin de seguir a la aeronave hasta su hangar o lugar de parqueo. Lo anterior quiere decir que esta aeronave ha superado su emergencia. Si por lo contrario la aeronave se accidenta en el momento de aproximación (conos de aproximación), área de movimiento o dentro del perímetro comprendido dentro de los ocho kilómetros, el procedimiento de emergencia varía a partir de la alerta dos.

Las máquinas de bomberos se dirigen al área de impacto donde informó la torre que la aeronave posiblemente se accidentó, al momento se procede a tomar control del incendio, para poder efectuar el rescate y la evaluación de la s personas que se encuentran atrapadas en la aeronave.



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

Para tal fin se establecen senderos de evacuación en las salidas de emergencia de la aeronave, protegidas por líneas manuales para asegurar que la evacuación se realice bajo los mínimos de riesgos permitidos por el desastre, después de que se realiza la evaluación total de la aeronave se precede a sofocar en su totalidad el incendio en dicha aeronave.

A esta zona la denominamos zona de impacto la cual esta conformada por:

1- AREA CALIENTE: En dicha área en donde se encuentra concentrada la mayor temperatura por efectos del incendio y en consecuencia los peligros de explosión y derrame de combustibles. Es de aclarar que esta área no debe encontrarse persona ajena al as actividades de salvamento y extinción de incendios.

2- AREA TIBIA: En esta área se concentran todos equipos y máquinas de bomberos que sean necesarias y requeridas para la intervención en dicha emergencia. Área a la cual se prohíbe el tránsito de vehículos o personas que no estén involucradas en las operaciones de salvamento o extinción de incendios.

3- AREA FIRMA: En esta se procede a dejar al personal que ha sido evacuado de la aeronave por grupo S.E.I. Estos serán recogidos por la Cruz Roja, Defensa Civil u organismos de atención médica. Ninguna persona podrá entrar en esta área sin previa autorización del grupo S.E.I. y en caso de que solicite un médico en cualquiera de estas áreas, deberá de dotarse de un equipo de aproximación para su protección personal.

Dichas emergencias estarán controladas por los oficiales de servicio o en su defecto por el comandante o subcomandante del grupo S.E.I.

B) POR CONTINGENCIA : Estas emergencias son comunicadas por el teléfono de incendios 2254 o 2255, esta línea esta abierta a todas las dependencias de la Unidad Administrativa, empresas de aviación en general, lugares públicos como restaurantes, cafeterías, locales comerciales y plantas de abastecimientos de combustible tales como la ESSO y la TEXACO, además de las eventualidades que se presenten en las áreas de rampas. Este comunicado es recibido por el comandante de guardia el cual inmediatamente da la voz de alerta al personal con fin de que se desplacen las unidades necesarias para el control de dicho caso.

Una vez se tiene el control de la emergencia, se efectúa una investigación minuciosa con el fin de dictaminar las causas reales que originaron dicho accidente o incidente para impartir los correctivos necesarios y llevar un registro de accidentalidad.

551



REPÚBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

Estos registros al igual que las emergencias son llevadas estadísticamente para tener una valoración de la frecuencia con que suceden, motivos que la ocasionan el tiempo de respuesta y los mecanismos y tácticas utilizadas para el control de las mismas.

Para cualquier aclaración o información adicional complementaria pueden dirigirse al comando de Bomberos Aeronáuticos ElDorado, o llamar a los teléfonos:

Directos: 4 1 3 9 5 0 8 - 4 1 3 9 5 3 8 - 4 1 3 9 5 0 0

Extensiones : 2 2 5 4 - 2 2 5 6 - 2 5 8 9



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL  
PLAN DE EMERGENCIA TORRE DE CONTROL

OBJETIVOS:

- Proporcionar toda la asistencia posible a las aeronaves, en casos de emergencia o peligro.
- Alertar a todos los organismos locales apropiados de salvamento y emergencia, suministrándoles toda la información necesaria, conocida por la torre con el fin de proteger las vidas humanas y las aeronaves que operen en el aeropuerto ElDorado o sus inmediaciones así como para minimizar los riesgos de acciones ilícitas.

Las emergencias de acuerdo con el grado de riesgo las podemos catalogar de la siguiente forma:

1. ALERTA LOCAL: Cuando se sepa de que una aeronave se ve obligada a aterrizar después de tener una falla y se presume que no podrá efectuar un aterrizaje seguro. En este caso se pone sobreaviso a las dependencias apropiadas por si fuese necesaria su intervención.
2. ALARMA GENERAL: Cuando se reciban informes que indiquen que las condiciones de funcionamiento de la aeronave no son normales hasta el extremo de que sea probable un aterrizaje forzoso. En este caso se alerta a las dependencias apropiadas para que se ponga en marcha las actuaciones para antes de la posible emergencia; cuando se sepa o se sospeche que una aeronave esta siendo objeto de interferencia ilícita y; se tenga información de bomba a bordo.
3. EMERGENCIA: Cuando una tripulación tiene una situación de peligro inminente y procede a aterrizar o cuando ha ocurrido un accidente en el aeropuerto o en la zona de influencia. En este caso se informa inmediatamente a las dependencias apropiadas para que actúen ante la emergencia.

F U N C I O N E S :

1. En todos los casos que se presenten en el aeropuerto o en la zona de influencia (8 Kms.) se iniciará con el procedimiento de ALERTA PRIMARIA, con BOMBEROS, SANIDAD AEROPORTUARIA, SEGURIDAD AEROPORTUARIA y SEGURIDAD AEREA, de acuerdo con el procedimiento (ver cuadro adjunto) suministrando la siguiente información:



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

- 1.2 Tipo de emergencia
- 1.3 Matrícula de la aeronave
- 1.4 Tipo de aeronave
- 1.5 Cantidad de combustible
- 1.6 Localización de acuerdo a los mapas sectorizados de emergencia.
- 1.7 Tipo de carga
- 1.8 Hora estimada de aterrizaje

2. En caso de accidente o emergencia de aeronave en el aeropuerto o en el área de influencia (8 Kms.) o emergencia de aeronave con intenciones de aterrizar en el aeropuerto ElDorado, tendrá además de la ALERTA PRIMARIA las siguientes funciones según sea el caso:

- 2.1 Informar a la empresa explotadora
- 2.2 Mantendrá la zona de emergencia libre de todo tráfico de aeronaves
- 2.3 Coordinará con el supervisor del Centro de Control
- 2.4 Difundirá la información necesaria hasta el control de la emergencia.
- 2.5 Determinará el grado de operación del aeropuerto
- 2.6 Informará a la División de Aeronavegación
- 2.7 Informará a la Dirección de Operaciones Aéreas
- 2.8 Toma nota de las condiciones meteorológicas en el momento del accidente.
- 2.9 Emite información NOTAM respectiva
- 2.10 Deja constancia en el Diario de Señales

3. AMENAZA DE BOMBA A BORDO:

Se utilizará el código "BRAVO WHISKEY" en vez de bomba a bordo para evitar revelaciones inapropiadas.

- 3.1 AMENAZA DE BOMBA A BORDO (BW) AERONAVE EN VUELO.
  - 3.1.1 Dará prelación absoluta para el aterrizaje y rodaje de la aeronave.
  - 3.1.2 Alertará a todas las dependencias apropiadas de acuerdo a la ALERTA PRIMARIA.
  - 3.1.3 Coordinará con el supervisor del Centro de Control, la operación del aeropuerto.
  - 3.1.4 Informará a la compañía explotadora
  - 3.1.5 Una vez en tierra la aeronave se aislará ubicándola en la ZONA DE AISLAMIENTO más próxima al sitio del aterrizaje.
  - 3.1.6 Se informará a: DIRECCION DE OPERACIONES AEREAS  
DIVISION DE AERONAVEGACION
  - 3.1.7 Dejar informe correspondiente en el Diario de Señales
- 3.2 AMENAZA DE BOMBA A BORDO (BW) AERONAVE EN TIERRA



DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

- 3.2.1 Ordena el traslado inmediato de la aeronave hacia la zona de aislamiento más próxima.
  - 3.2.2 Inicia la ALERTA PRIMARIA
  - 3.2.3 Se informará al supervisor del Centro de Control sobre la situación de la operación del aeropuerto.
  - 3.2.4 Informa a la empresa explotadora
  - 3.2.5 Informará a: DIRECCION DE OPERACIONES AEREAS  
DIRECCION DE AERONAVEGACION
  - 3.2.6 Deja informe correspondiente en el Diario de Señales.
4. ACCIDENTE FUERA DEL AREA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO ELDORADO
- 4.1. Se informará por medio más rápido a:  
SUPERVISOR CENTRO DE CONTROL  
DIRECCION DE OPERACIONES AEREAS  
DIVISION DE SEGURIDAD AEREA - Centro Coordinaro de Búsqueda y Rescate.  
EMPRESA EXPLOTADORA  
DIVISION DE AERONAVEGACION.
  - 4.2. Deja informe correspondiente en el Diario de Señales.
5. INTERFERENCIA ILICITA (SECUESTRO)

Cuando se sepa o sospeche que una aeronave es objeto de INTERFERENCIA ILICITA, la torre de Control atenderá con prontitud las solicitudes de dicha aeronave, seguirá transmitiéndose la información que proceda para que el vuelo se realice con seguridad y se tomarán las medidas necesarias para facilitar la realización de todas las partes del vuelo, especialmente el aterrizaje en condiciones de seguridad.

FUNCIONES:

1. Iniciaré las ALERTA PRIMARIA con carácter de ALARMA GENERAL
2. Informaré: al SUPERVISOR DEL CENTRO DE CONTROL.  
EMPRESA EXPLOTADORA.  
DIVISION DE AERONAVEGACION.  
DIRECCION DE OPERACIONES AEREAS.
3. Mantendrá todo el tráfico local alejado de la aeronave en cuestión.

550



REPÚBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

4. Prestará toda la asistencia posible a los Organismos de Seguridad hasta que pase la situación ILICITA, o, la aeronave abandone el Aeropuerto Eldorado.
  
5. Elabora informe correspondiente en el Diario de Señales.



REPUBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

PLAN DE EMERGENCIA DE SECRETARIA DE SALUD

OBJETIVOS:

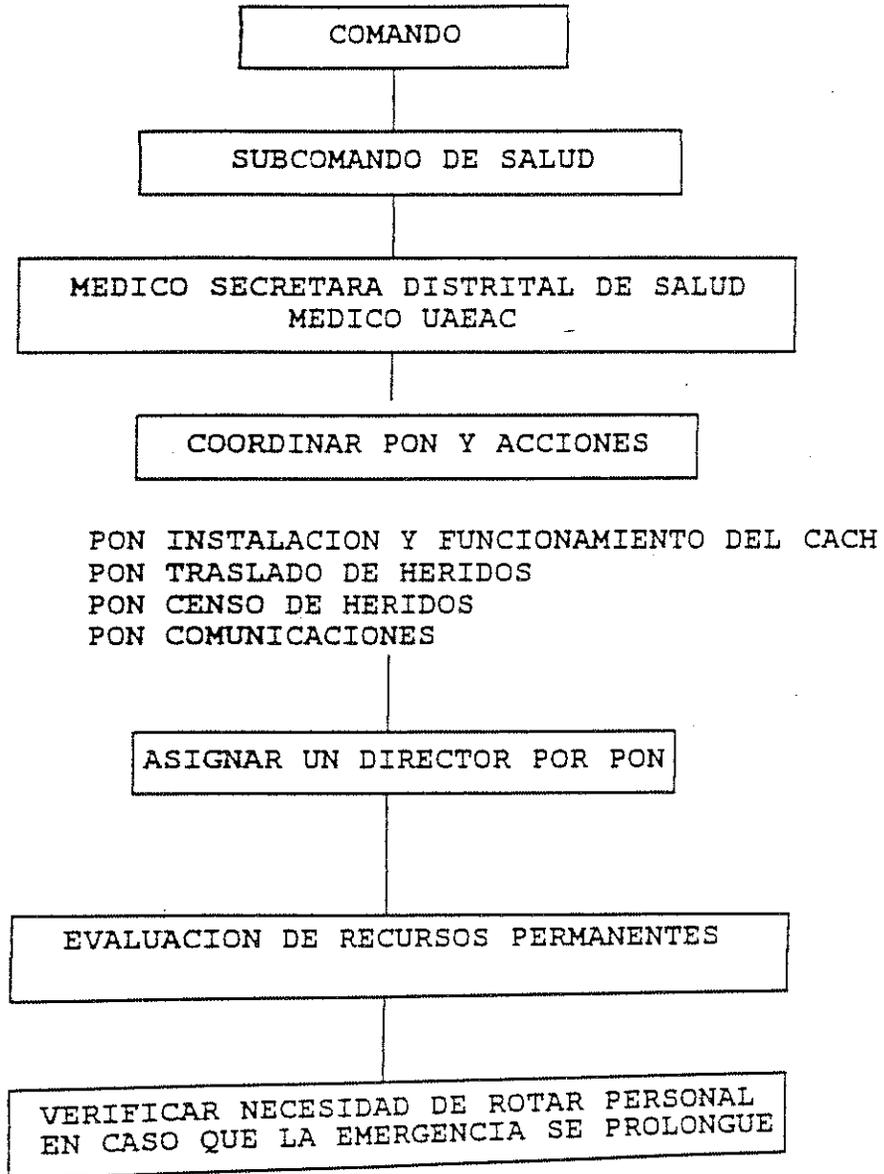
1. Atención Pre-hospitalarios en caso de desastre tratando de salvar la mayor cantidad de vidas posibles.
2. Realizara CACH y dar primeros auxilios según prioridades.

Para el área de Salud se dispondrá de PON (Procedimientos Operativos Normalizados) en los diferentes tipos de Emergencias:

Emergencia	Accidente Aéreo BW a bordo Interferencia Ilícita
Contingencia	Terrorismo Subversión Incendio Naturales (Sismos)



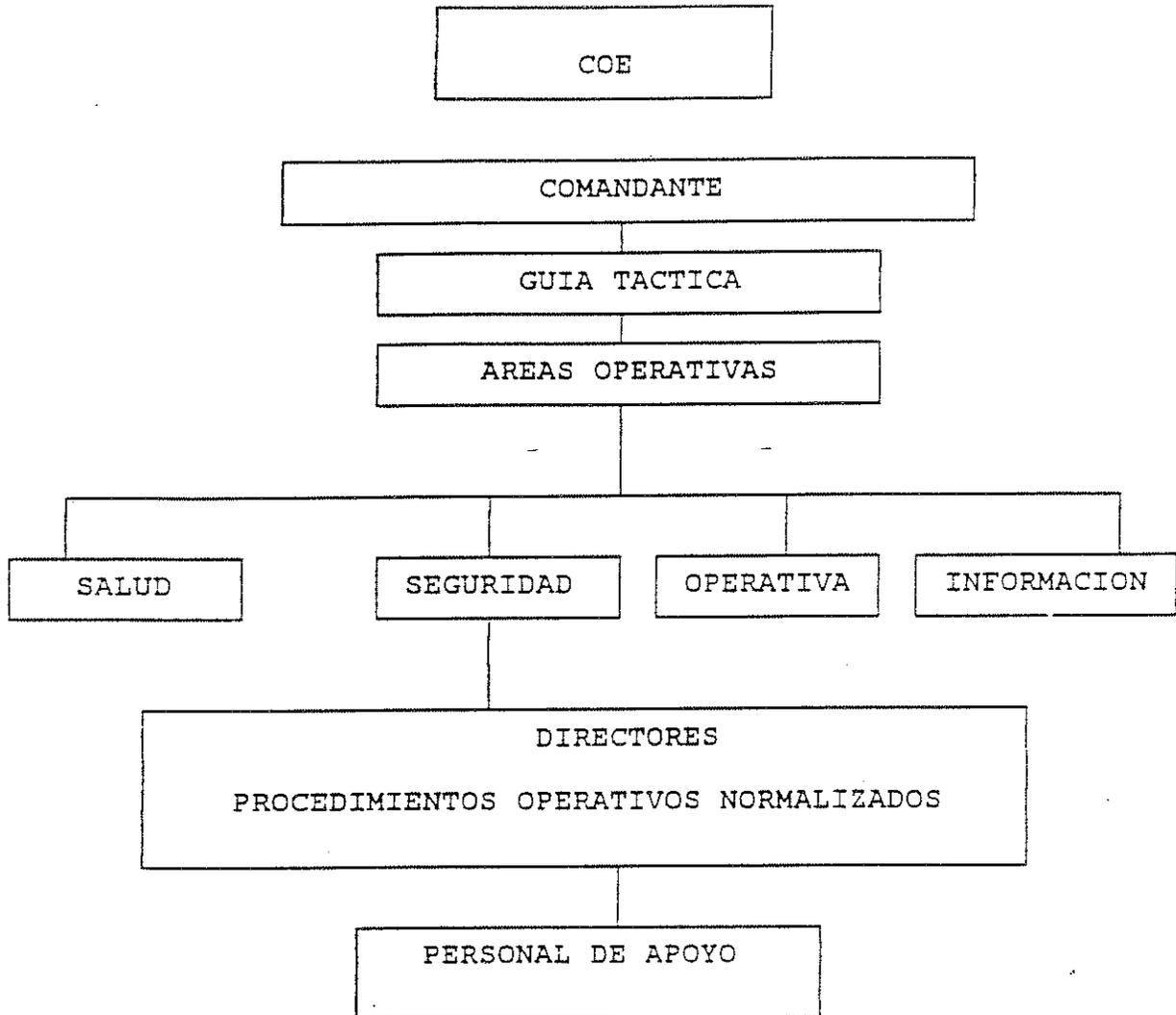
REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL





REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

ORGANIGRAMA OPERATIVO





EVALUACION ACCIDENTE AEREO  
O CONTINGENCIA

COE

COMANDO

VERIFIQUE EN ZONA DE IMPACTO

- Si es poblada
- Si es despoblada
- TWR

VERIFICACION AVION

- No. pasajeros (compania responsable)
- Tamano y Uso
- Tipo de Carga

Si incluye  
rescate

EXISTE RIESGOS DE OTROS EVENTOS

NO

SI

No debe  
desarrollarse  
la estrategia  
defensiva

VERIFIQUE RIESGOS ASOCIADOS

VERIFICAR HORA Y DIA

IMPLICA:

- Disponibilidad Recursos.
- Facilidad de Conseguirlos
- Cantidad de personal en el area

PUEDA DESARROLLAR ESTRATEGIA OFENSIVA

SI

NO

Ablique estrategia  
Ofensiva 1

Ablique Estrategia  
Defensiva 2

556

BOMBA EN AERONAVE

C.O.E.

COMANDO

SUBCOMANDANTE SALUD

COORDINE PCN Y ACCIONES SEGUN INDICACIONES DEL AREA DE SEGURIDAD

ESTABLEZCA COMUNICACION RADIO OPERADORES SDS

ALERTAR CONSOLA NIVEL CENTRAL Y SILOS SAN PABLO FONTIBON

EMERGENCIA

NO
SI
CONTINUAR SEGUN PON COMUNICACIONES

FIN OPERATIVO

EVALUAR SITUACION

COORDINAR PON DE ACCIDENTE AEREO

PON UBICACION CACH
TRASLADO HERIDOS
COMUNICACIONES
SENSO HERIDOS



COMUNICACIONES

TORRE DE CONTROL

SANIDAD PORTUARIA UAEAC

SANIDAD PORTUARIA SDS

ALERTE CONSOLA NIVEL CENTRAL Y SILOS SAN PABLO FONTIBON

EMERGENCIA

NO

SI — PEDIR APOYO CATAM

SOLICITAR No. DE AMBULANCIAS SEGUN INDICACION MED. COORD.

SOLICITAR APOYO SILOS SAN PABLO FONTIBON, EQUIPOS PRE HOSPIITALARIOS (CENTRO SEMA)

COORDINA CON CONSOLA TRASLADO HERIDO A LOS DIFERENTES CENTROS HOSPITALARIOS

FIN OPERATIVO



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

GUIA TACTICA

Señala las directrices, frente de trabajo y acciones a realizar para cada tipo de Siniestro.

Evaluación de la Situación para decidir el camino a seguir en la Emergencia y el tipo de Estrategia que se debe aplicar.

Estrategia Ofensiva:

UNO (1) indicado en el recuadro superior, consiste en controlar y manejar el siniestro siempre y cuando no exista peligro para el personal operativo.

Estrategia Defensiva:

Dos (2) parte inferior del recuadro, consiste en abandonar el área porque representa un peligro inminente, sea inoficioso de controlar la emergencia y se deba dejar el evento siga su curso.



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA EN EL AEROPUERTO EL DORADO  
POLICIA

1. OBJETIVOS Y ALCANCE

A. Finalidad:

Establecer misiones y acciones a seguir para atender con acierto y prontitud las emergencias tales como:

Accidentes aéreo o emergencia aérea, bomba en aeronave, secuestro de aeronave, desastre natural y acciones de delincuencia común, con el fin de operar en forma ordenada y coordinada.

B. Referencia:

- Constitución Policía de Colombia
- Código Nacional de Policía
- Ley 62 de 1993
- Reglamento de Vigilancia Urbana y Rural.

C. Vigencia:

A partir de la fecha sujeto a modificaciones.

II. RESPONSABLES:

Corresponde a la Policía Nacional coordinar los operativos encaminados a mantener la normalidad en el Aeropuerto Internacional "Eldorado" en caso de presentarse las situaciones anormales establecidas anteriormente.

A. MISIONES PARTICULARES:

Comando de Estación:

Dirige las operaciones que sean pertinentes y necesarias para el cabal cumplimiento de la misión asignada al personal comprometido.

Subcomando de Estación:

1. Antes.

Mantiene al personal en permanentes entrenamientos y practicas en procedimientos Policial sobre las medidas de seguridad para alcanzar el mejoramiento y capacitación del personal a fin de que se encuentre preparado para atender cualquier emergencia.



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

2. Durante.

- Responde al Comando de Estación de la actividad operativa tendiente a lograr el éxito de la misión Policial.
- Ejerce actividades de dirección, control y supervisión permanente en los lugares donde no se encuentre el Comandante de Estación.
- Controlar la disciplina y conducta del personal bajo su mando, evaluando la efectividad de los servicios de mando, evaluando la efectividad de los servicios policiales, en desarrollo y aplicación del presente plan.
- Dispone los apoyos de personal a los sitios de mayor atención en forma ordenada y rápida.

Comandante de Unidad:

1. Durante.

- Ejerce el control del sitio del insuceso evitando que personas ajenas a la emergencia se acerquen al lugar o sitio del accidente hasta que lleguen las autoridades competentes como lo son: Bomberos, Cruz Roja Defensa Civil, Seguridad Aeroportuaria.
- Dispondrá de desplazamientos rápidos y efectivos para el acordonamiento del lugar objeto del accidente y preservandolo de posibles saqueos a los heridos o fallecidos.
- Solicitará el apoyo necesario de acuerdo a la magnitud del hecho.
- Coordinar con las autoridades de la aerocivil para permitir una efectiva labor en cada uno de sus funciones.

2. Después:

- Recolecta toda la información necesaria para el esclarecimiento de los hechos.



555

REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONÁUTICA CIVIL

-Velar por las disposiciones emitidas por el Gobierno Nacional, los Comités de Emergencia y otras unidades sobre medidas de prevención, manejo, rehabilitación y construcción de las áreas afectadas.

-Restablecimiento de la convivencia ciudadana.

III. RECURSOS:

A. HUMANOS:

1. Propias Fuerzas.

- Personal Policía Aeroportuaria
- Personal E-24 Estación de Apoyo
- Personal E-9 Fontibón

2. Fuerzas de Apoyo

- CATAM
- BR-13
- DIJIN
- Policía Cívica
- das

3. Entidades y Organismos de Apoyo

- Aerocivil
- Cuerpo de Bomberos
- Cruz Roja
- Defensa Civil
- Torre Control Aeropuerto
- Administración Aeropuerto

4. En primer lugar el Comandante de Estación dispondrá de:

- Escuadra de reacción
- Sección de carga
- Personal disponible

B. MATERIALES:

1. Vehículos

- Los de dotación oficial
- Ambulancias y grúas Policía Nacional

2. Comunicaciones

- Los de dotación
- Teléfonos



#### IV. INSTRUCCIONES DE COORDINACION

- Toma de decisiones y cubrimiento del área por parte de la Policía a órdenes del Comandante de Estación.
- El personal de Vigilancia y terminales Privados deberá estar en todo momento alerta y será responsable en cada área sin desplazamiento de su lugar de facción ante una emergencia y contingencia.
- El personal de la Policía Aeroportuaria estará capacitado para atender cualquier emergencia relacionada con: Accidente Aéreo, Informe de explosivo en Aeronave, Secuestro Aeronave, Terremoto, incendio.
- En caso de contingencia en aspectos de subversión, actos terroristas, la policía Aeroportuaria aplicará los planes de carácter reservado así: Patrullaje Perimetral, Traslado de presos peligrosos por vía aérea, vigilancia y seguridad presos peligrosos por vía aérea, vigilancia y seguridad aeroportuaria.
- La Policía facilitará los medios tácticos de comunicaciones y el traslado de los heridos a centros hospitalarios.
- La Policía preverá y buscará los medios de iluminación en caso de presentarse la emergencia en la noche.
- La Policía ubicará al oficial Comandante de la Operación en el lugar indicado de acuerdo a la situación.
- El Comandante de la Estación Aeroportuaria solicitará los apoyos necesarios para el cubrimiento de la emergencia o contingencia.
- El Comandante de Estación coordinará con las diferentes autoridades y entidades del Aeropuerto Internacional "Eldorado" las actividades de una operación para lograr superar la emergencia o contingencia presentada.

S&D



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

**PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA  
AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO**

**PARTICIPACION:** DIVISION DE SEGURIDAD  
**RESPNSABLE:** JEFE DIVISION Y GERENTE DE TURNO  
**TELEFONO:** 4135437 - 4135438 - EXT. 2685

**OBJETIVO**

- Alertar a los organismos involucrados en cada una de las situaciones que se presenten, suministrándoles la información necesaria.
- Prestar toda colaboración a las entidades que intervienen en el Plan de Emergencia y Contingencia, en cuanto a su circulación en las Zonas de exclusión, intermedia y de no exclusión.

**1. EN CASO DE ACCIDENTE O EMERGENCIA DE AERONAVE**

Que se presente en el Aeropuerto Internacional Eldorado o en el área de influencia (8 kilómetros), un accidente o emergencia de aeronave con intensiones de aterrizar en el Aeropuerto, tendrá las siguientes funciones:

- a. Coordinar con las fuerzas militares (policia aeroportuaria, ejército, etc.), el acordonamiento de las diferentes zonas de desastre.
- b. Mantener la Zona de Emergencia libre de cualquier obstáculo (carros o personas) en coordinación las las entidades competentes (Policia Aeroportuaria, Ejército, Secretaria de Tránsito y Transporte).
- c. Facilitar el ingreso de los vehículos y personas que intervienen en la emergencia.



REPÚBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

**1.1. BOMBA A BORDO**

Recibido el Código **BRAVO WHISKEY**, el cual significa BOMBA A BORDO, el se procede a:

- a. Coordinar con Torre de Control el lugar donde se debe parquear la Aeronave, la cual generalmente es en la Zona de aislamiento más próxima al sitio de aterrizaje.
- b. Coordinar con la División de Operaciones (Gerencia Aeroportuaria de Santafé de Bogotá), que la zona donde se va a ubicar la Aeronave, se encuentre libre de obstáculos (personas, vehículos, etc.).
- c. Coordinar con la Policía Aeroportuaria y Compañías de Vigilancia contratadas por la U.A.E. de AERONAUTICA CIVIL, el acordonamiento del área.
- d. Coordinar con la entidad competente para este caso **ANTIEXPLOSIVOS**, el ingreso de las personas que asisten.

**1.2. AMENAZA DE BOMBA A BORDO AERONAVE EN TIERRA**

Recibido el Código **BRAVO WHISKEY**, el cual significa BOMBA A BORDO, el se procede a:

- a. Coordinar con Torre de Control el lugar donde se debe parquear la Aeronave, la cual generalmente es en la Zona de aislamiento más próxima al sitio de aterrizaje.
- b. Coordinar con la División de Operaciones (Gerencia Aeroportuaria de Santafé de Bogotá), el traslado de la Aeronave al sitio indicado por Torre de Control.
- c. Coordinar con la Policía Aeroportuaria y Compañías de Vigilancia, contratadas por la U.A.E. de Aeronáutica Civil, el acordonamiento del área.
- d. Coordinar con la entidad competente para este caso **ANTIEXPLOSIVOS**, el ingreso de las personas que asisten.



REPUBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

2.3 INUNDACION Y SISMO

- a. Dar alerta general procediendo a la evacuación.
- b. Coordinar con las entidades que intervienen (Bomberos, Cruz Rojas, Defensa Civil y Búsqueda y Rescate) la evacuación de heridos.
- c. Coordinar con las Fuerzas Militares y Compañías de Vigilancia contratadas por la U.A.E. de AERONAUTICA CIVIL, el acordonamiento del área.



### 1.3. SECUESTRO AERONAVE

- a. Coordinar con CATAM, el operativo a seguir y prestarle el apoyo necesario.
- b. Coordinar con las Fuerzas Militares el acordonamiento de las áreas de terminal, rampa y calles de rodaje.

## 2. PLAN DE CONTIGENCIA

### 2.1 BOMBA DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL TERMINAL

- a. Se inicia la alerta primaria, con carácter de alarma general, prosiguiendo con la evacuación del área e instalaciones.

Se coordinará con ANTIEXPLOSIVOS, el operativo a seguir, prestándoles el apoyo necesario.

- c. Coordinar con las Fuerzas Militares y Compañías de Vigilancia contratadas por la U.A.E. de AERONAUTICA CIVIL, el acordonamiento del área.

### 2.2 INCENDIO DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL TERMINAL

- a. Se inicia la alerta primaria, con carácter de alarma general, prosiguiendo con la evacuación del área e instalaciones.

- b. Se coordinará con Bomberos Aeronáuticos el operativo a seguir.

- c. Coordinar con las Fuerzas Militares y Compañías de Vigilancia contratadas por la U.A.E. de AERONAUTICA CIVIL, el acordonamiento del área.

- d. Coordinar con Sanidad Portuaria la evacuación de heridos.

ACCIDENTE AEREO

AVION ACCIDENTADO

INFORME SITUACION A TORRE PARA DEFINIR OPERATIVIDAD DEL AEROPUERTO

FINALIZAR LLEGADA DE EQUIPO

APOYO EN CONSECUION EQUIPOS

COORDINACION LLEGADA TRANSPORTE AL SITIO

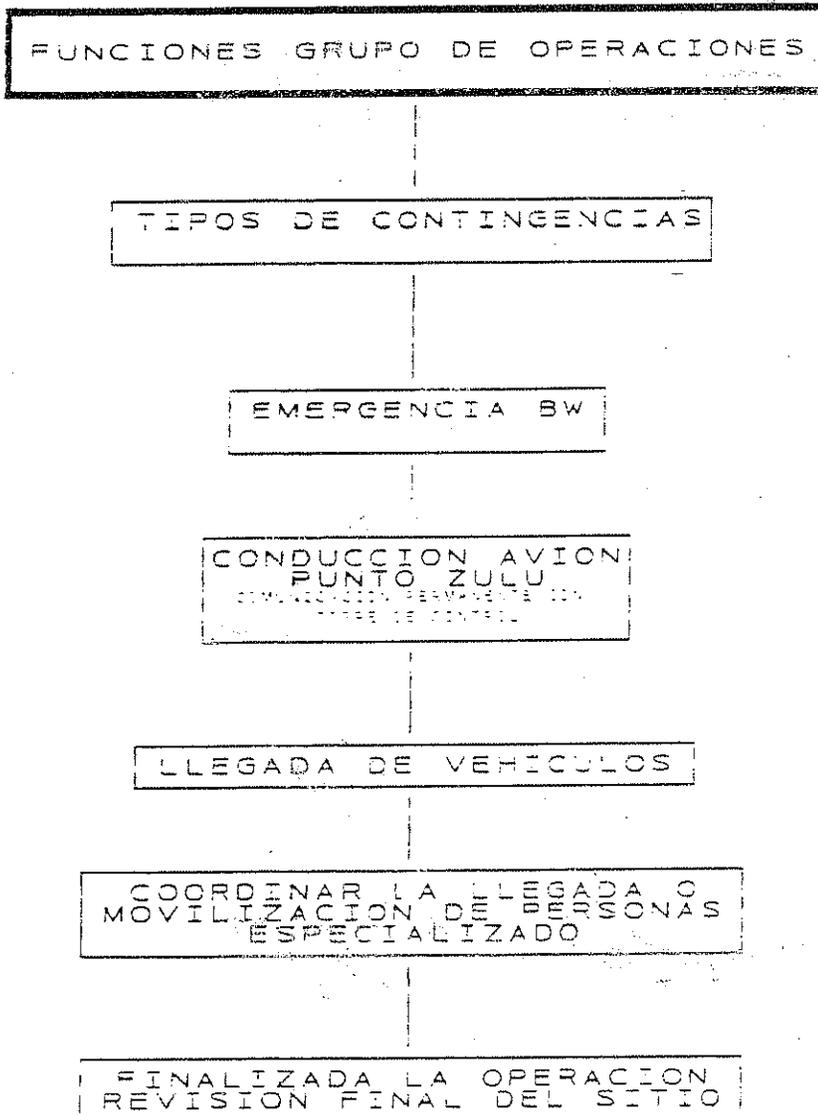
EVACUACION ORDENADA DE LOS RECURSOS

TRANSPORTAR PERSONAL NECESARIO AL SITIO

REVISION DEL AREA DESPEJADA EN PERFECTO ESTADO

COMUNICACION A TORRE DE NORMALIZACION OPERACION

PLAN CONTINGENCIA AEROPUERTO EL DOFADO





DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE AERONAUTICA CIVIL

TORRE DE CONTROL  
Intercom 224  
Extensión 2527  
Teléfono 4 135445

BOMBEROS  
Intercom 244  
Extensión 2254, 2255  
Teléfono 4 139538

SANIDAD PORTUARIA  
Intercom 254  
Extensión 2247  
Teléfono 4 139476

SEGURIDAD AEREA  
Intercom 8509  
Extensión 2209  
Teléfono 4 139326

SEGURIDAD AEROPORTUARIA  
Intercom  
Extensión 2586  
Teléfono 4 135437/ 38

BUSQUEDA -RESCATE  
Intercom  
Extensión  
Teléfono 4 139324

SANIDAD DISTRITO  
Intercom  
Extensión 2307  
2246

POLICIA AEROP.  
Intercom  
Extensión 2160  
Teléfono 4 138348

OPERACIONES  
Extensión 3121

CCE = BASE BOMBEROS

COMANDANTE EMERGENCIA= SE DETERMINA CCE

CONTINGENCIA

TERRORISMO

INCENDIO

NATURALES

EVALUACION DEL INCIDENTE

INFORMAR A LA TORRE ESTADO OPERACION DEL AEROPUERTO

COORDINAR AYUDA PARA EVACUACION

COORDINAR AYUDA PARA EVACUACION

NORMALIZACION OPERACION DESPUES DEL SUCCESO

000646

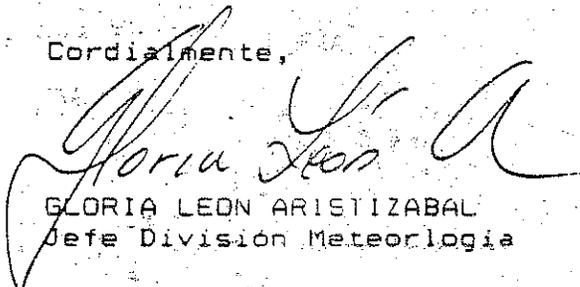
Continuación oficio Señora CONSTANZA BUITRAGO BERNAL.

La anterior información tiene un costo de \$34.200 (Incluye IVA del 14%), valor que puede cancelar en la Tesorería de este Instituto (Carrera 5 No. 15-80 Piso 21) y le será entregada cinco (5) días hábiles posteriores a la notificación que nos haga del Recibo de Caja respectivo, en esta División (Piso 18).

En cuanto se refiere a la variación altitudinal de los vientos, lamento comunicarle que dicha información no se encuentra disponible.

De otro lado, atentamente le comunico que en el caso de estar interesada en la elaboración de la ROSA DE VIENTOS media anual para la citada estación, ésta tiene un costo de \$492.500 (Incluye IVA del 14%) y le será entregada 15 días hábiles posteriores a la notificación que nos haga del recibo de pago respectivo.

Cordialmente,



GLORIA LEON ARISTIZABAL  
Jefe División Meteorología

ERM/rsp.

