

# **SALTOS DEL FRANCOLI, S.A.**

## **CENTRAL HIDROELECTRICA LOS PLANETAS I**

### **PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIAS (PADE)**

Preparado por:  
Ambrosio Ramos

Aramos Hidro, S.A.  
aramos@aramoshidro.com

DICIEMBRE, 2011

## Contenido

1. PROPOSITO DEL PADE.....	5
2. DESCRIPCION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA LOS PLANETAS I. ....	6
2.1. Ubicación Regional.....	6
2.2. Características de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I. ....	8
2.2.1. Presa.....	12
2.2.2. Toma y Desarenador.....	14
2.2.2. Línea de Conducción.....	14
2.2.3. Cámara de Carga.....	14
2.2.4. Tubería Forzada.....	14
2.2.5. Casa de Máquinas.....	14
2.2.6. Canal de Descarga.....	15
2.2.7. Sub–Estación Eléctrica.....	15
2.2.8. Línea de Transmisión.....	15
2.2.9. Caminos de Acceso Permanentes.....	15
2.3. Equipos Hidroelectromecánicos.....	15
2.4. Equipos Electromecánicos Principales.....	16
3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.....	17
3.1 Hidrológicos.....	17
3.2 Hidráulicos.....	17
3.3 Sísmicos.....	18
4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE.....	19
4.1. Responsabilidades del Dueño.....	19
4.2. Responsabilidades de Notificación.....	19
4.3. Responsabilidades de Evacuación.....	19
4.4. Responsabilidades de Terminación y Seguimiento.....	19
4.5. Responsabilidad de Coordinador del PADE.....	19
5. DETECCION DE LA EMERGENCIA, EVALUACION Y CLASIFICACION.....	20
5.1. Definición de los Tipos de Alertas.....	20
5.1.1. Alerta Blanca.....	20
5.1.2. Alerta Verde.....	21
5.1.3. Alerta Amarilla.....	21
5.1.4. Alerta Roja.....	21

5.2. Descripción de la Amenaza de Falla de la presa .....	22
5.3. Desarrollo de la Amenaza de Crecida .....	24
5.4. Causas de Declaración de la emergencia .....	24
5.5. Determinación del Nivel de Emergencia.....	25
5.5.1. Umbrales Para los Distintos Sucesos. ....	25
5.5.2. Umbrales Asociados a Avenidas. ....	26
5.5.3. Umbrales Asociados a Sismos. ....	26
5.5.4. Umbrales Asociados a la Inspección y Pruebas. ....	27
5.6. Evaluación de las Emergencias. ....	28
5.6.1. Indicadores de Nivel del Embalse: .....	28
5.6.2. Indicadores de Actividad Sísmica:.....	28
5.6.3. Inspección a las Estructuras:.....	28
5.7. Conclusión de la Amenaza de Falla.....	29
6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA. ....	30
6.1. Paso 1: Detección del Evento.....	30
6.2. Paso 2: Determinación del Nivel de Emergencia. ....	30
6.3. Paso 3: Niveles de Comunicación y Notificación. ....	30
6.3.2. Flujo de Notificaciones.....	32
6.4. Paso 4: Acciones Durante la Emergencia.....	37
6.4.1. Definición de las Acciones de Emergencia:.....	37
6.4.2. Formulario de Registro de Evento. ....	37
6.5. Paso 5: Terminación.....	37
7. MAPA DE INUNDACION. ....	39
7.1. Análisis Hidráulico.....	39
7.1.1. Crecidas Extraordinarias. ....	39
7.2. Resultados.....	40
7.3. Mapas de Inundación.....	40
7.4. Descripción de la Zona Potencialmente Inundable. ....	40
7.5. Recomendaciones para el Plan de Emergencia. ....	40
8. ANEXOS.....	41
8.1 ANEXO A - Formulario para Registro de Eventos	
8.2 ANEXO B - Mapas de Inundación Los Planetas I	
8.4 ANEXO C – Planos Como Construido de la Presa	
8.5 ANEXO D – Análisis Hidráulico del Río David	
8.6 ANEXO E - Directorio de Contactos Alternativos	

## ABREVIATURAS

ASEP	Autoridad de los Servicios Públicos
CH	Central Hidroeléctrica
CND	Centro nacional de despacho
E	Este
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
Max.	Máximo
N	Norte
PADE	Plan de Acción Durante Emergencias
PRFV	Tubería de plástico con refuerzo de fibra de vidrio
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
TR	Periodo de Retorno
UTM	Universal Transversal de mercatos
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas
V:H	Vertical : Horizontal

## UNIDADES

g	aceleración de la gravedad de la tierra (9.81 m <sup>3</sup> /s)
C	Cohesión
GWh	Giga Watt hora
Ha	Hectárea
Hz	Hertz
Kv	Kilovoltios
KVA	Kilovoltioamperios
m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup> /s	metro cúbico por segundo
msnm	metros sobre nivel del mar
MW	Mega Watt
Psi	Presión en libras por pulgada cuadrada
Rpm	Revoluciones por minuto
∅	Angulo de fricción

## **1. PROPOSITO DEL PADE.**

El plan de acción durante emergencias (PADE), define las responsabilidades y presenta los procedimientos para identificar, evaluar, clasificar y notificar a los organismos responsables sobre las emergencias que puedan ocurrir en la presa de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I, de acuerdo a las Normas de Seguridad de Presa establecidas según Resolución AN No. 3932-Elec del 22 de octubre de 2010, por la Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP). Además, el PADE debe instruir sobre las acciones para mitigar los efectos de tales emergencias y salvaguardar la vida y bienes de la población que se encuentran aguas abajo de esta estructura.

## 2. DESCRIPCION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA LOS PLANETAS I.

### 2.1. Ubicación Regional.

La Central Hidroeléctrica Los Planetas I, se encuentra ubicada en el corregimiento de Los Anastacios, en el distrito de Dolega, provincia de Chiriquí, República de Panamá.

El sitio de aprovechamiento de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I, se encuentra en cuenca media-baja del río David, perteneciente a la vertiente pacífica.

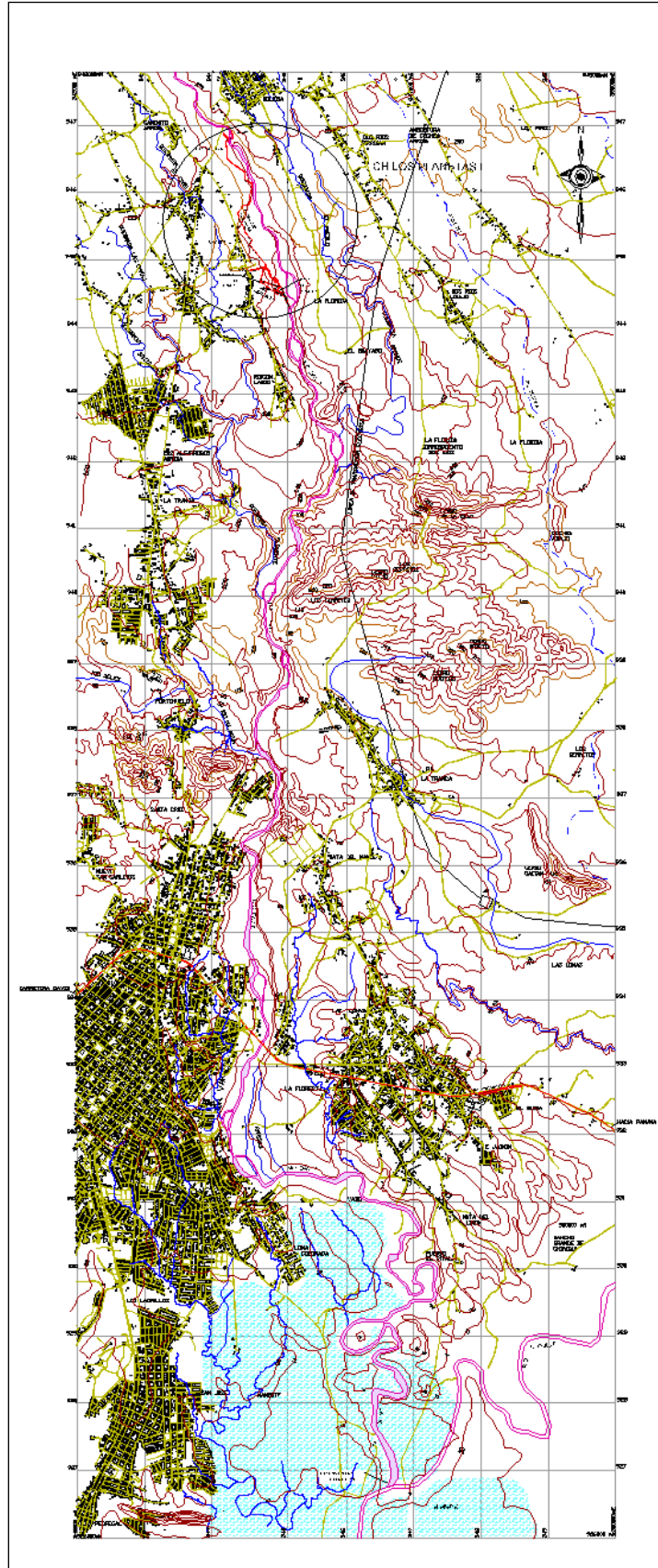
La hidroeléctrica “**Los Planetas I**” se construyo dentro del polígono comprendido por las coordenadas UTM siguientes:

**N: 944000 y 947000**

**E: 344000 y 345500**

Los Planetas I, consiste en un sitio de toma, localizado aproximadamente a 250 m aguas abajo del puente sobre el río David, de la carretera David-Boquete. (Ver figura N°1).

Figura Nº1 – Localización de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I



## 2.2. Características de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I.

La Central Hidroeléctrica Los Planetas I, es una Central de pasada o fluyente; la cual consiste en aprovechar solamente el caudal que se encuentre en el río, en el momento de turbinar.

La conducción se realiza por una tubería de plástico con refuerzo de fibra de vidrio (PRFV) de 2.6 y 2.7 m de diámetro y 2.5 km de largo.

Una cámara de carga de concreto reforzado sirve de transición entre la conducción a baja presión y la conducción a alta presión (tubería forzada).

La tubería forzada es de acero hasta la casa de máquinas, donde se alojan las unidades generadoras para el aprovechamiento, equipos de control, protección y demás equipos relacionados. La casa de máquinas está ubicada a la cota 140.36 msnm.

Las características principales de la Central Hidroeléctrica Planetas I, se resumen en el Cuadro Nº 1:

**Cuadro Nº 1 – Características Principales de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I**

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Recurso de agua	Río David
Línea de conducción, tubería PRFV	L=2531.188m, D=2.70m, 2.60m
Cámara de Carga, longitud máxima, ancho máximo, profundidad útil, cota inferior de volumen útil	L=22.90m, a=14.10m, h <sub>útil</sub> =4.92m, 177.12 msnm
Compuertas planas deslizantes de la Cámara de Carga, número, dimensiones	1 de 3m x2.83m 1 de 2.60m x 2.41m
Tubería Forzada, número, longitud, diámetro (acero)	1, 240 m, 2.20 m
Tipo de casa de máquinas	Superficial
Canal de Descarga, longitud, ancho, profundidad (sección trapecial)	L= 260 m; a= 8 m, h=2 m
Cota de Restitución	El. 138.465 msnm
Salto neto a caudal nominal	41.185 m
Caudal nominal (c/u)	4.50 m <sup>3</sup> /s
Caudal máximo de turbinación (c/u)	4.70 m <sup>3</sup> /s
Tipo de turbina, número	Francis de eje horizontal, 3
Salto Bruto	46.785 m
Potencia instalada N	1584.80 kw
Velocidad específica (ns)	228.94 rpm
Velocidad de giro (n)	600 rpm
Generadores síncronos	3, horizontales
Potencia del generador aparente	1760.90 KVA
Potencia Total instalada N	5.0 Mw



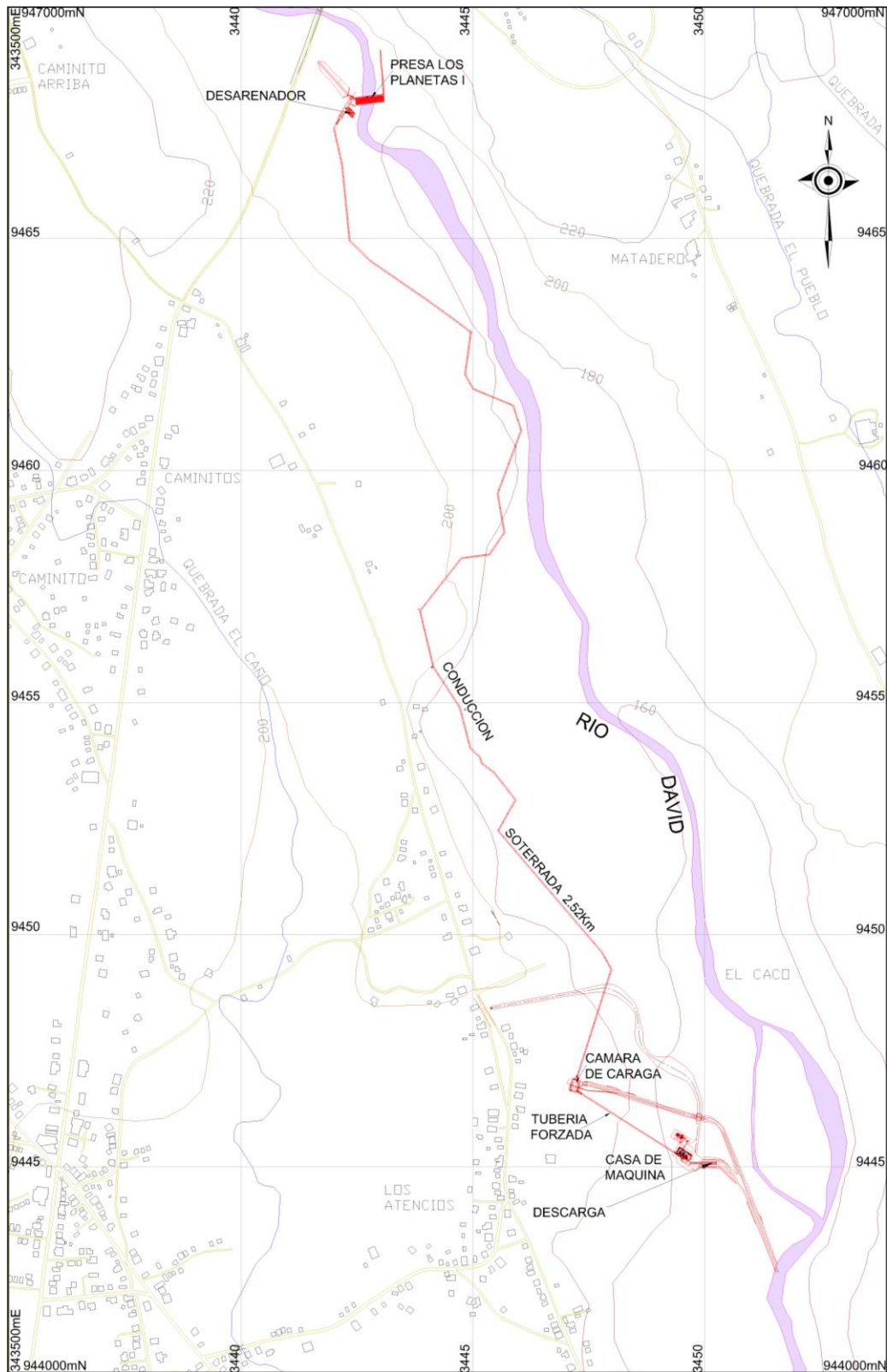
La Central Hidroeléctrica Los Planetas I, está compuesta de las siguientes estructuras:

- Sitio de Toma
- Estribo Derecho - Presa de Materiales Suelos
- Vertedero con Estribos de Concreto
- Desarenador
- Línea de Conducción
- Cámara de Carga
- Tubería Forzada
- Casa de Máquinas
- Canal de Descarga
- Sub Estación Eléctrica
- Línea de Interconexión
- Caminos de Acceso Permanentes

La Figura N° 2, presenta un esquema general de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I.

La Figura N° 3 y la Figura N° 4, presentan los caminos de acceso al sitio de presa y a la casa de máquinas, respectivamente y en los Cuadros N° 2 Y N° 3 la descripción de estos caminos de acceso.


Figura Nº 2 – Esquema General de la Central Hidroeléctrica Los Planetas 1



**Figura Nº 3 – Camino de Acceso Permanente a Sitio de Presa**





**Cuadro Nº2 – Descripción del Camino de Acceso a la Presa de la CH Los Planetas I**

Simbología	Descripción	Trayecto	Condición del camino	Distancia (Km)
	Carretera Panamericana	David-Entrada a Sitio de Presa	Asfalto	13

**Figura N° 4 – Camino de Acceso Permanente a la Casa de Máquinas**



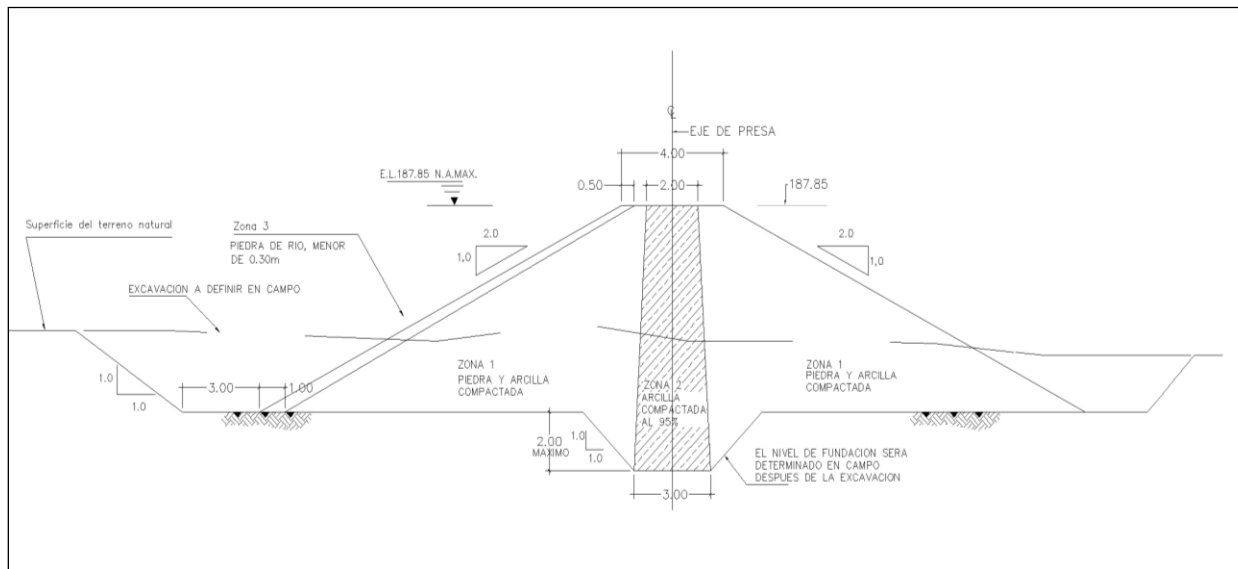
**Cuadro N° 3 – Descripción del Camino de Acceso a la Casa de Máquinas de la CH Los Planetas I**

Simbología	Descripción	Trayecto	Condición del camino	Distancia (Km)
	Carretera a Rincón largo	Punto 1-Punto 2	Asfalto	1.8
	Vía Boquete	David-entrada de Rincón Largo	Asfalto	3.5

### 2.2.1. Presa

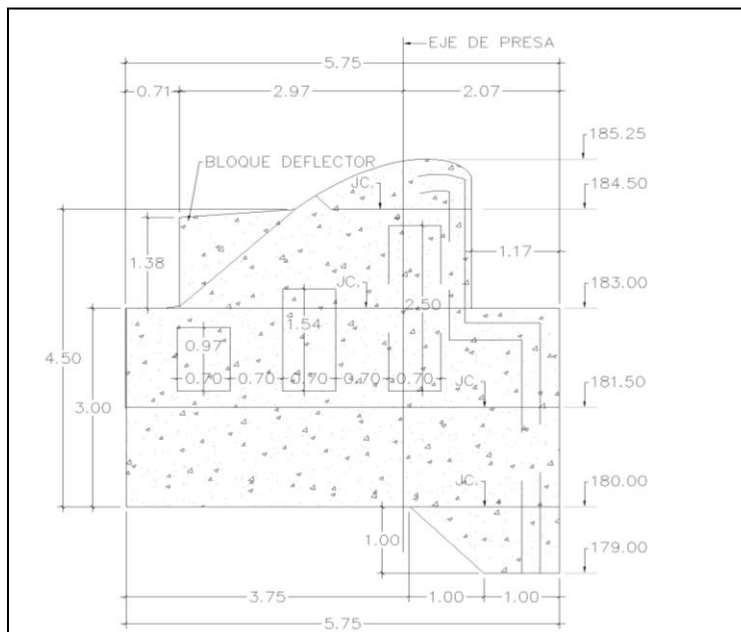
La presa de la CH Los Planetas I, es una presa de materiales sueltos de núcleo impermeable. La presa está compuesta de dos zonas. La zona 1 se encuentra tanto en el espaldón aguas arriba como en el de aguas abajo. Esta zona está compuesta de piedras y arcilla compactada. La zona 2 corresponde al núcleo de arcilla. El talud aguas arriba de la presa está recubierto de piedras no mayores de 30cm para protección. La coronación de la presa se encuentra en la cota 187.85 msnm, y tiene 4m de ancho, y el fondo de la presa se encuentra en la elevación 180.50 msnm. Los taludes de la presa tienen una pendiente de 2H:1V. Esta presa tiene una longitud de 209.6m y una altura aproximada de 7.35m. (Ver Figura N°5).

**Figura Nº5 – Sección de la presa**



La presa de los Planetas I, tiene un vertedero libre de concreto perfil Creager. La coronación se encuentra en la elevación 185.25 msnm, tiene una longitud de 59.54m. El vertedero se encuentra cimentado en roca, se colocaron barras de anclaje a la roca, para aumentar la seguridad de la presa y se realizaron inyecciones a lo largo del eje de la presa. Aguas abajo del vertedero, se encuentra el cuenco amortiguador, el cual tiene 10m de ancho y 59.54m de longitud. La elevación del cuenco amortiguador es de 183 msnm. El vertedero fue diseñado para la avenida de periodo de retorno de 1:100 años. Al lado del vertedero existen dos muros de concreto cuya elevación máxima se encuentra en la cota 187.85 msnm.

**Figura Nº6 – Sección del vertedero**



### **2.2.2. Toma y Desarenador**

La toma de la CH Los Planetas I, es una toma superficial. Cuenta con rejillas en la entrada y una compuerta, la cual es accionada manualmente en la actualidad. La cota inferior de la toma es la 183.80 msnm.

El desarenador es una estructura compuesta de una losa inferior y dos muros laterales, su finalidad es limpiar el canal de sedimentos, a través de una válvula de limpieza. En esta zona también se encuentra la salida de agua para el caudal ecológico. El punto más bajo del desarenador se encuentra en la cota 181.17 msnm.

### **2.2.2. Línea de Conducción.**

La línea de conducción consta de 2,531.188m lineales de una tubería de plástico reforzado de fibra de vidrio (PRFV) de 2.6 y 2.7 metros de diámetros. De estos 1,220.678m corresponden a tubería de 2.60m de diámetro y el resto 1,310.51m corresponden a tubería de 2.70m de diámetro. Cuenta con 23 codos, debido a cambios de dirección horizontal y 4 válvulas de expulsión de aire. En total tiene 27 bloques de hormigón, con la finalidad de impedir el movimiento o desplazamiento de los accesorios, debido al empuje del agua.

### **2.2.3. Cámara de Carga.**

La cámara de carga tiene una capacidad de 1,519 m<sup>3</sup> de agua. Está conformada por una losa de hormigón reforzada de 80 cm de espesor y muros de 7.57m y 7.34m de alto, cuyo espesor varía de 0.70m a 0.30m.

Tiene dos compuertas tipo vagón a la entrada y salida de la cámara de carga y una rejilla para impedir la entrada de objetos de gran tamaño como pedazos de tronco u otros en la salida de la cámara de carga.

En caso de darse excedencias en la cámara de carga, se cuenta con un aliviadero escalonado en la elevación 182.81 msnm.

### **2.2.4. Tubería Forzada.**

La tubería forzada consta de una tubería de acero de 2.20m de diámetro y 240m de longitud. Cuenta con silleas de concreto a cada 6m y con 4 bloques de anclaje en las curvas verticales, sitios donde se encuentran ubicados los codos.

### **2.2.5. Casa de Máquinas.**

La casa de máquinas cuenta con tres turbinas Francis, y 3 generadores, capaces de generar en conjunto una potencia nominal de 5MW.

La base de la casa de máquinas consta de una losa reforzada de 1m de espesor, y cuenta con muros perimetrales y paralelos a la zona de instalación de las turbinas. Estos muros tienen 50 cm de espesor.

La superestructura de casa de máquinas consiste en una serie de marcos compuestos de columnas y vigas metálicas (W10x49, W8x31, W8x28, W6x12), en las cuales se distribuyen las cargas generadas por el puente grúa, el cual tiene una capacidad de 16 toneladas. Sobre la estructura metálica también se apoya el techo de la casa de máquinas el cual es un panel curvo M-600 calibre 24. La sección adosada a la casa de máquinas tiene un techo plano inclinado.

### **2.2.6. Canal de Descarga.**

El agua turbinada sale del pozo de desfogue de la casa de máquinas, a través, de una alcantarilla cajón. Esta tiene una longitud de 57.22m y una pendiente de -0.42%. Está conformada de una losa inferior y superior de 50 cm de espesor con muros verticales de 2.46m de altura y 50cm de espesor.

Finalizada la alcantarilla de cajón, inicia un canal trapezoidal de hormigón de 10 cm de espesor, 6.60m de ancho y taludes 1:1 de 2m de altura. La longitud de esta canal es de aproximadamente: 260m.

### **2.2.7. Sub-Estación Eléctrica.**

La sub-estación está conformada de los siguientes equipos: el transformador principal, el transformador de corriente, interruptor de potencia, transformador de potencia, seccionador tripolar y canaletas para el cableado.

### **2.2.8. Línea de Transmisión.**

Sale de la sub-estación Rincón Largo en 34.5Kv y se une al circuito 34-16 (por medio del ITC 9905) en Santa Rosa de Los Anastacio a 3.22 km de distancia. El circuito 34-16 va desde la sub-estación Valbuana a la sub-estación Dolega.

### **2.2.9. Caminos de Acceso Permanentes.**

El camino de acceso a casa de máquinas tiene una longitud de 711m y un ancho de 7m. Este camino sólo está conformado, no ha sido pavimentado, tampoco cuenta con material selecto ni capa base. Cuenta con drenajes pluviales, las cunetas sólo están conformadas.

Los taludes de las secciones de corte en el camino son de 1:1 y los de las secciones de relleno de 1.5:1.

## **2.3. Equipos Hidroelectromecánicos.**

Los equipos hidromecánicos de la CH Los Planetas 1 se presentan en el Cuadro Nº 4:

**Cuadro Nº4 – Características de los Equipos Hidromecánicos**

Equipo	Cantidad	Dimensiones (m) individual	
		Ancho	Altura
Rejilla en la Toma	2	2.25	2.05
Rejilla en el Desarenador	1	3.20	1.40
Rejilla en la Salida de la Cámara de Carga	1	3.40	3.70
Compuerta Plana en la Toma	2	2.07	1.55
Compuerta Plana en el Desarenador	1	3.00	2.95
Compuerta Plana en la Cámara de Carga (entrada).	1	3.00	2.83
Compuerta Plana en la Cámara de Carga (salida).	1	2.60	2.41

## 2.4. Equipos Electromecánicos Principales.

Características hidráulicas de la Central.

Los equipos electromecánicos principales de la CH Los Planetas I se presentan en el Cuadro Nº 5:

**Cuadro Nº5 – Características de los Equipos Electromecánicos Principales**

Equipo	Cantidad	Descripción
Dispositivo de Cierre de Seguridad	1	Tipo: Válvula de mariposa DN1100 PNG Dimensiones: DN 1100 PNG
Turbina	3	Turbina Francis de Eje Horizontal Fabricada por: BALIÑO, S.A. Salto neto nominal: Hn = 41.185 m Caudal nominal Qn = 4.7 m <sup>3</sup> /s Potencia nominal Pn = 1709 KW
Alternador Síncrono	3	Fabricado por: Leroy Somer Tipo: LSA56 S55 Potencia: 1761 KVA
Transformador	1	Fabricado por: Suntec, S.A Tipo: OTHV3 Capacidad nominal: 5500 KVA Grupo de conexión: YNd11
Puente Grúa	1	Fabricado por: R&M Materials Handling INC Capacidad: 16 toneladas.



### 3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.

#### 3.1 Hidrológicos.

Las estructuras de la CH Los Planetas I, fueron diseñadas en base a los cálculos presentados en el Estudio Hidrológico realizado por la empresa SOCOIN. Estos cálculos fueron verificados pocos meses después por la ingeniera Daly Espinoza a raíz del diseño conceptual de la CH Los Planetas II. Estos cálculos fueron verificados después de realizada la construcción de la CH Los Planetas I. A continuación, se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de recurrencia, en el sitio de presa de la Central Hidroeléctrica Los Planetas II y en el sitio de casa de máquina, mediante el método Regional de crecidas máximas. (Cuadro Nº 6).

**Cuadro Nº 6 – Crecidas Máximas para Diferentes Periodos de Recurrencia  
Método Regional**

Período de Retorno (Años)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)
	Río David Sitio de Presa
	A = 61.2 km <sup>2</sup> Qmáx Prom=138 m <sup>3</sup> /s
2	273
10	426
50	560
100	616
500	712

#### 3.2 Hidráulicos.

En el Cuadro Nº 7 se presenta un resumen de los parámetros utilizados en el diseño de las distintas estructuras de la presa Los Planetas I.

**Cuadro Nº 7 – Crecidas Máximas para Diferentes Periodos de Recurrencia  
Método Regional**

Nombre de la Estructura	TR Crecida de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)
Presa y Estribos	1:100 (360 m <sup>3</sup> /s)	N/A
Toma	1:100 (360 m <sup>3</sup> /s)	13.50
Desarenador	1:100 (360 m <sup>3</sup> /s)	13.50
Conducción	N/A	13.50
Cámara de Carga	N/A	13.50
Casa de Máquinas	N/A	13.50

### 3.3 Sísmicos.

En el Cuadro Nº 8 se presenta la aceleración sísmica recomendada para las estructuras en la CH Dolega. (Estudio realizado por el Ing. Oscar Ramírez en el año 2004).

**Cuadro Nº 8 - Aceleración Sísmica Para Los Planetas I**

<b>Periodo de retorno (años)</b>	<b>Aceleración Sísmica (g)</b>
50	0.33
100	0.34
250	0.36
500	0.38
1000	0.44
2000	0.56

Según el Reglamento Estructural Panameño (REP) para estructuras situadas en Dolega se debe utilizar un coeficiente sísmico del terreno de 0.21g, que es la correspondiente para el Distrito de David. Nos referimos a este coeficiente por ser la zona más cercana a la Central Hidroeléctrica Los Planetas I.

## **4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE.**

### **4.1. Responsabilidades del Dueño.**

Saltos del Francolí, S.A., tiene la responsabilidad legal de desarrollar el Plan de Acción durante Emergencias (PADE). Serán asimismo parte de sus obligaciones la implantación, mantenimiento y actualización del Plan.

Saltos del Francolí, S.A., como Responsable Primario de la presa, debe actualizar permanentemente el PADE, particularmente en lo relacionado a cambios de personas o entidades con responsabilidad específica, direcciones, números telefónicos, frecuencias e identificaciones de radio y toda otra información crítica para la eficacia de las acciones previstas. Asimismo se debe actualizar cualquier cambio significativo ocurrido aguas abajo o aguas arriba de la presa que pudiera alterar el área de riesgo o la localización de personas que deben ser alertadas. Tal actualización debe ser anual, como mínimo, debiendo remitirse a la ASEP quien por medio de la UTESEP gestionará su aprobación.

### **4.2. Responsabilidades de Notificación.**

Saltos del Francolí, S.A., es el responsable de notificar cualquier alerta. Se ha preparado un Cuadro resumen, donde se indican los organismos responsables de declarar la notificación en base a la alerta temprana de cada emergencia.

### **4.3. Responsabilidades de Evacuación.**

SINAPROC, es el encargado de realizar la evacuación aguas abajo de la presa Los Planetas I.

### **4.4. Responsabilidades de Terminación y Seguimiento.**

Saltos del Francolí, S.A., es responsable por dar seguimiento, terminar y reportar los detalles relacionados a la emergencia.

### **4.5. Responsabilidad de Coordinador del PADE.**

Saltos del Francolí, S.A., ha establecido como responsable para coordinar el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE), al Sr. Edgardo Quiel; quien también tendrá como parte de sus obligaciones la implantación, mantenimiento y actualización de dicho plan.

## **5. DETECCION DE LA EMERGENCIA, EVALUACION Y CLASIFICACION.**

De acuerdo a los parámetros de diseño de las estructuras de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I y a los requerimientos de las Normas de Seguridad de Presa de ASEP se establecen los criterios que deben advertir al Responsable de la Seguridad de la Presa de Los Planetas I sobre la aparición de situaciones que puedan considerarse emergencias y pongan en peligro la estructura y la vida de Personas aguas abajo. Las acciones a seguir serán de gran importancia para cumplir con el objetivo del PADE.

### **5.1. Definición de los Tipos de Alertas.**

La presa Los Planetas I, ha sido diseñada y construida siguiendo normas internacionales que establecen factores de seguridad adecuados para el manejo de situaciones operacionales normales, inusuales y extremas. Las distintas condiciones de operación han sido combinadas para encontrar los esfuerzos críticos en la estructura y asegurar que serán resistidos con un adecuado margen de seguridad. En el ANEXO D se encuentran las referencias sobre planos y memorias de cálculo de la presa.

Las Normas de Seguridad de Presas aprobadas por ASEP requieren evaluar los efectos de una posible falla de la presa. Para que se dé el fallo de la presa Los Planetas I, primero deben darse situaciones, poco comunes, que pueden ser detectadas por el personal que labora en su operación, mediante la inspección y auscultación de la presa.

Una vez identificadas estas situaciones se debe determinar si la presa se encuentra en una emergencia. Dependiendo de la gravedad, se establecerán los procedimientos a seguir. En la mayoría de los casos se refuerza la vigilancia e implementan medidas para mitigar y controlar la situación. De no ser eficientes estas acciones y empeorar la situación, aumentará la amenaza de falla, ya que, no se contará con el tiempo suficiente para actuar.

Según el grado de la emergencia, se fijaran alertas, las cuales pueden ser de tipo blanca, verde, amarilla o roja. A medida que la situación va aumentando su riesgo de falla y las medidas implementadas no funcionen, se irá cambiando el tipo de alerta. Fijado el estado de alerta en la presa, existe una amenaza de falla. Entendiéndose como amenaza de falla todas las situaciones que de no ser controladas a tiempo, den indicios de una inminente rotura.

Los operadores de la presa deben estar preparados para identificar señales que indiquen el mal funcionamiento de la presa y poder determinar la gravedad de la situación de dar las alarmas respectivas. (Ver sección 5.4.).

#### **5.1.1. Alerta Blanca.**

**Causas:**

El nivel del embalse ha alcanzado la elevación 186.00 msnm y el sistema de alerta hidrológico indica que continúan las lluvias aguas arriba. Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que

implica la necesidad de un manejo controlado del embalse con vertimientos que no afecten la seguridad de las obras ni que puedan afectar la seguridad pública.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno de 0.08g ó menor.

Se ha detectado la presencia de filtraciones, aumento de filtraciones, aparición de grietas o evidencias de desplazamientos en las estructuras de concreto o rellenos de materiales.

### **5.1.2. Alerta Verde.**

#### **Causas:**

El embalse se ha elevado por encima del nivel 186.50 msnm. El sistema de alerta hidrológico indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.08g y 0.15g. Se han observado daños no estructurales en la presa.

Están en aumento o han aparecido nuevas filtraciones o han aparecido nuevas grietas o han aumentado los desplazamientos.

### **5.1.3. Alerta Amarilla.**

#### **Causas:**

El embalse ha alcanzado el nivel 187.00 msnm. El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse. Se ha iniciado una brecha en los diques de encauzamiento y se ha iniciado filtración por las mismas.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo, que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.15g y 0.23g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales en la presa o filtraciones o desplazamientos. Potencial deslizamiento de laderas en el embalse.

Están en aumento o han aparecido nuevas filtraciones o han aparecido nuevas grietas o han aumentado los desplazamientos. Hay evidencias de principio de desarrollo de fallas.

Han ocurrido actos significativos de vandalismo o sabotaje.

Se debe dar aviso a las instituciones públicas responsables para la evacuación de la población en las zonas inundables mostradas en los mapas de inundación del ANEXO B.

### **5.1.4. Alerta Roja.**

**Causas:**

El embalse se ha elevado por encima del nivel de la cresta y está vertiendo por arriba del nivel 187.85 msnm. El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse. La brecha ha aumentado y es inminente la falla de la presa.

Se ha sentido en la presa ó en sus proximidades un terremoto, que ha ocasionado una aceleración sísmica igual o mayor a 0.23g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales o grietas y filtraciones a presión.

Se aprecian filtraciones incontrolables y en aumento o se producen nuevas grietas o aumento de las existentes, hay rompimiento y arrastre de porciones de la presa.

La falla, el colapso parcial o total es inminente o ha ocurrido, con pérdida incontrolable de agua del embalse. Es un hecho incontrolable que conduce a la falla. No hay tiempo para evaluar ni controlar la situación.

Se debe dar aviso a las instituciones públicas responsables que ha ocurrido la falla y se debe proceder con las operaciones de protección, control y rescate de la población que no pudo ser evacuada de las zonas inundadas.

**5.2. Descripción de la Amenaza de Falla de la presa.**

La presa de la CH Los Planetas I, es una presa de pasada, lo que quiere decir que utiliza el caudal de las aguas del río en el instante y que no produce un embalse.

Los eventos que pueden ocurrir durante una condición de falla del estribo derecho de la presa serían:

- El nivel del embalse alcanza la cota 187.85 msnm.
- Se produce un desbordamiento sobre la presa de materiales sueltos del estribo derecho.
- El desbordamiento crea un canal sobre el talud aguas debajo de la presa, producto del arrastre del material suelto de la presa.
- El arrastre de material continúa aumentando la brecha vertical que produce una brecha de 5 a 20 metros de ancho sobre cualquiera de los estribos.
- El tiempo de desarrollo de la falla hasta el arrastre de la mayor parte de la presa puede tomar de 10 minutos a una hora.



**Foto Nº 1 – Vista del Embalse de la Presa Los Planetas I**

El pequeño embalse que produce la presa de desvío de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I, es de aproximadamente  $55,761 \text{ m}^3$ , no representa una gran amenaza a la población aguas abajo de la presa. La Foto Nº 1 muestra el área de la presa y el embalse.

Para este análisis se ha considerado la condición más crítica, que sería la condición original: sin acumulación de sedimentos o después de una limpieza total de los sedimentos aguas arriba de la presa. De existir acumulación de sedimentos representaría un menor volumen de agua y una amenaza menor al público aguas abajo.

La falla potencial de la presa produciría la salida repentina del agua del embalse en un pequeño lapso de tiempo. El tiempo de la falla de una presa depende del tipo de presa y las características geométricas de los taludes.

Se ha tomando un valor conservador de tiempo promedio de 0.1 horas (360 segundos), para una presa de concreto que falla en múltiples bloques, obteniendo el caudal generado por esta falla el cual sería de:

$$Q_{\text{falla}} = (55761.00 \text{ m}^3)/900\text{segs}$$
$$Q_{\text{falla}} = 62 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Este caudal representa una probabilidad de ocurrencia entre dos años y 10 años según el estudio hidrológico realizado para el diseño de las estructuras.

### **5.3. Desarrollo de la Amenaza de Crecida.**

La categorización de la presa de Los Planetas I de acuerdo a sus características y de su riesgo hacia el público aguas abajo se considera “**Categoría C**” de “**Bajo Riesgo**”. El criterio de verificación hidrológico escogido en la Norma de seguridad de presa de ASEP es la crecida de periodo de retorno 1: 100 años.

Para los escenarios de análisis de emergencia se considera como crecida ordinaria y extraordinaria: 1:50 y 1:100 años. También, se realizó el análisis de colapso con operación normal y con crecida extraordinaria, tal como se indica en las Normas de Seguridad de Presas.

### **5.4. Causas de Declaración de la emergencia.**

Los operadores y el oficial de seguridad de la presa Los Planetas I, deben conocer, cuáles son las causas o factores determinantes para declarar una emergencia. Las causas de emergencia pueden darse en conjunto ó individualmente. Un deterioro progresivo o rápido de estas situaciones pueden provocar hasta la rotura o fallo grave del funcionamiento de la presa.

Existen dos tipos de causas:

- Exógenas, o causas que tienen su origen fuera de la presa.
- Endógenas, o causas que tienen su origen en el comportamiento de la presa o el embalse y afectan a determinados elementos de los mismos.

Las causas que deben considerarse en este Plan de Acción durante Emergencia son las indicadas en el Cuadro Nº 9 a continuación.



**Cuadro Nº 9 - Causas de Emergencia**

<b>EXOGENAS</b>	
<b>ATENCIÓN PREFERENTE</b>	<b>ATENCIÓN NORMAL</b>
Avenida	Sismo
Precipitación local extrema	Fuego/ vandalismo/ sabotaje/ guerra
<b>ENDOGENAS</b>	
<b>ATENCIÓN PREFERENTE</b>	<b>ATENCIÓN NORMAL</b>
<b>ESPALDONES DE MATERIALES SUELTOS</b>	
Deslizamientos	Asentamientos
Arrastre de materiales por filtraciones	
Erosión del paramento aguas abajo	
<b>TERRENO DE CIMENTACIÓN</b>	
	Movimientos o deterioro del terreno
<b>ALIVIADERO</b>	
	Problemas de evacuación
<b>EQUIPOS Y ACCESOS</b>	
Problemas de auscultación	Problemas de suministro eléctrico
	Problemas de iluminación
	Problemas de telecomunicaciones
	Problemas de acceso
<b>EXPLOTACIÓN</b>	
	Incumplimiento de normas de vigilancia o mantenimiento

## 5.5. Determinación del Nivel de Emergencia.

Para determinar el nivel de la emergencia ó el nivel de la alerta, se han establecido umbrales, que ayudaran al operador de la presa a clasificar una emergencia. A continuación se presentan los umbrales para las distintas situaciones en las que se puede presentar una emergencia, con estos datos el operador de la presa podrá determinar el nivel de una emergencia sin ningún problema.

### 5.5.1. Umbrales Para los Distintos Sucesos.

En este punto se incluyen, para cada suceso desencadenante, los umbrales correspondientes a las alertas sucesivas que se van desarrollando. Así, es más cómodo para seguir la evolución de un suceso dado una vez que se haya declarado una alerta concreta asociada a la misma.

Los sucesos desencadenantes se agrupan en las siguientes categorías:

- Avenidas
- Sismos
- Consecuencia de las inspecciones y pruebas

### 5.5.2. Umbrales Asociados a Avenidas.

- **Alerta Blanca:**  
Esta alerta se declara cuando está entrando en el embalse una avenida tal que se prevé alcanzar la cota 186.00 msnm.
- **Alerta Verde:**  
Cuando se prevea alcanzar en el embalse la cota 186.50 msnm.
- **Alerta Amarilla:**  
Cuando se prevea alcanzar en el embalse la cota 187.00 msnm.
- **Alerta Roja:**  
Cuando se prevea alcanzar en el embalse cotas por arriba de 187.85 msnm.

**Cuadro Nº 10 – Resumen de umbrales asociados a las avenidas**

Tipo de alerta	Indicador	Umbral
Blanca	Nivel del Embalse	186.00 msnm
Verde	Nivel del Embalse	186.50 msnm
Amarilla	Nivel del Embalse	187.00 msnm
Roja	Nivel del Embalse	187.85 msnm

### 5.5.3. Umbrales Asociados a Sismos.

- **Alerta Blanca:**  
Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno de 0.08 g o menor.
- **Alerta Verde:**  
Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.08g y 0.15g. Se han observado daños no estructurales en la presa.
- **Alerta Amarilla:**

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo, que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.15g y 0.23g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales en la presa o filtraciones o desplazamientos. Potencial deslizamiento de laderas en el embalse.

• **Alerta Roja:**

Se ha sentido en la presa ó en sus proximidades un terremoto, que ha ocasionado una aceleración sísmica igual o mayor a 0.23 g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales o grietas y filtraciones a presión.

**Cuadro Nº 11 - Resumen de Umbrales Asociados a Sismos.**

Tipo de alerta	Indicador	Umbral
Blanca	Aceleración	$a < 0,08 \text{ g}$
Verde	Aceleración	$0,08 \text{ g} < a < 0,15 \text{ g}$
Amarilla	Aceleración	$0,15 \text{ g} < a < 0,23 \text{ g}$
Roja	Aceleración	$a > 0,23 \text{ g}$

#### 5.5.4. Umbrales Asociados a la Inspección y Pruebas.

El establecimiento de los umbrales asociados a las diferentes causas endógenas, será resultado de las inspecciones y pruebas llevadas a cabo, y tendrán, lógicamente, un marcado carácter cualitativo.

**Cuadro Nº 12 - Indicadores Pertencientes a Cada Grupo de Umbrales en función de las Causas de Emergencia**

INDICADOR
Designación
<b>INDICADORES DE UMBRALES PARA AVENIDA</b>
Nivel de embalse
<b>INDICADORES DE UMBRALES PARA PRECIPITACIÓN LOCAL EXTREMA</b>
Precipitación registrada en el entorno de la presa de Los Planetas I
<b>INDICADORES DE UMBRALES PARA SISMO</b>
Nivel o magnitud del sismo registrado
Signos de ocurrencia de movimiento sísmico
<b>INDICADORES DE UMBRALES PARA CAUSAS ENDÓGENAS ASOCIADOS A LA AUSCULTACIÓN</b>
Caudal de filtraciones aforadas en pie de presa
Asientos en bases de nivelación en coronación
Medición anormal de descenso del nivel de embalse

INDICADOR
Designación
<b>INDICADORES DE UMBRALES PARA CAUSAS ENDÓGENAS ASOCIADOS A LA INSPECCIÓN Y PRUEBA</b>
Vórtices en embalse
Descenso anormal del nivel de embalse
Hundimientos en coronación
Hundimientos o abombamientos en paramento aguas abajo
Grietas en coronación o paramento aguas abajo
Pérdida de alineaciones en coronación
Signos de erosión en paramento aguas abajo
Dolinas en cauce
Filtraciones concentradas aguas abajo
Turbidez de filtraciones aguas abajo
Terreno aguas abajo inusualmente blando
Rotura de losas o cajeros del aliviadero
Movimiento de losas o cajeros del aliviadero

## 5.6. Evaluación de las Emergencias.

La evaluación de la emergencia debe ser realizada en cuando se tenga conocimiento de la ocurrencia de algún evento en la presa o cercanías, se deberán realizar las siguientes acciones:

### 5.6.1. Indicadores de Nivel del Embalse:

- Comprobar los niveles del embalse con lecturas de instrumentos de respaldo o redundantes.
- Verificar el evento mediante vigilancia directa (cámaras de video).
- Verificar los niveles mediante lectura directa en la presa.

### 5.6.2. Indicadores de Actividad Sísmica:

- Verificación del evento mediante sistemas de respaldo.

### 5.6.3. Inspección a las Estructuras:

- Verificación de la existencia de anomalías estructurales (grieta, movimiento, filtración, etc) o mal funcionamiento de equipos (filtraciones, inoperativos, fallas) no detectado por los instrumentos y no reportado previamente por otros operadores.
- Verificación mediante contacto con los especialistas sobre la gravedad de la anomalía.
- Verificación de asentamientos en el relleno de la presa, línea de conducción o cámara de carga.

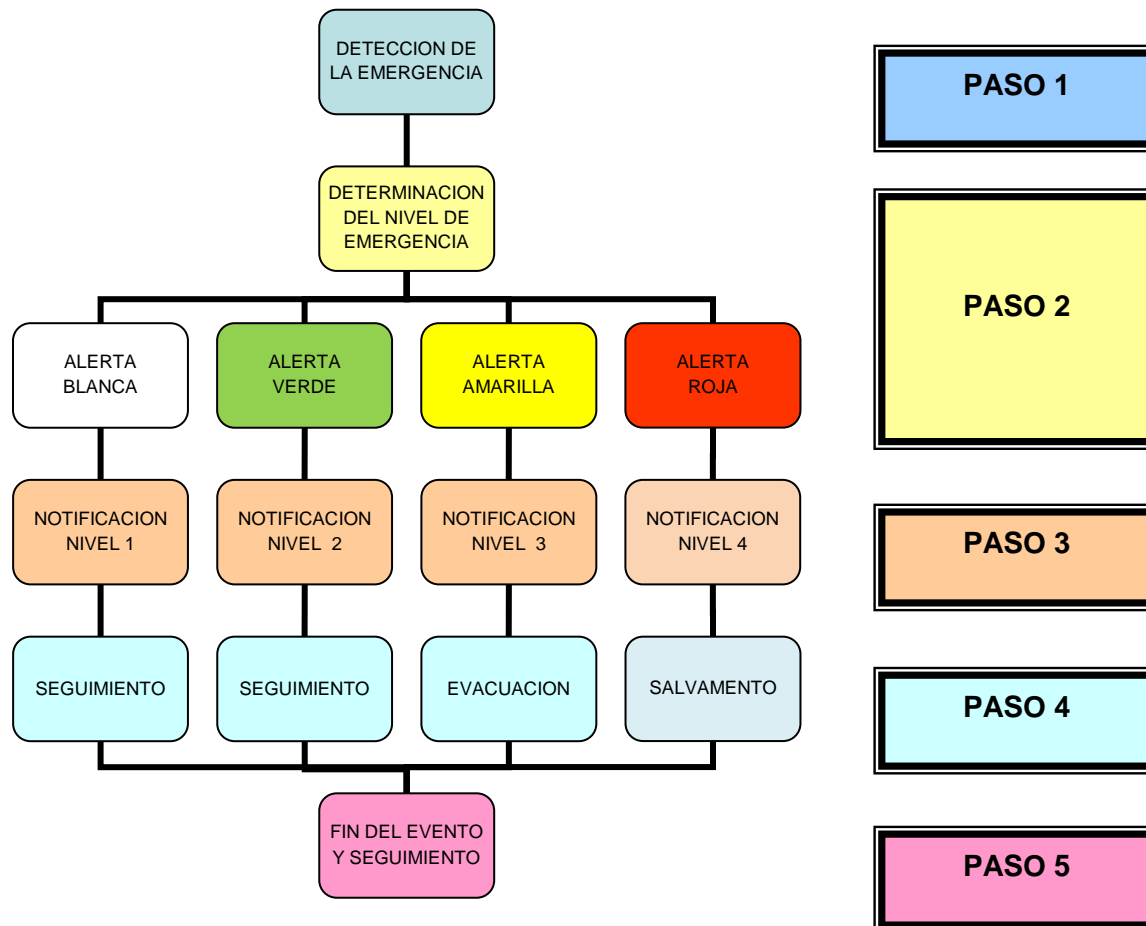
### **5.7. Conclusión de la Amenaza de Falla.**

Una vez verificado, con razonable seguridad, que los indicadores que declararon la emergencia han desaparecido se podrá dar por terminada la amenaza de falla.

Cada emergencia será finalizada mediante un reporte elaborado por los responsables de la seguridad de la presa de Los Planetas I.

## 6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA.

Durante el desarrollo de una emergencia en la presa de la CH Los Planetas I se tendrán en cuenta los siguientes pasos a seguir:



### 6.1. Paso 1: Detección del Evento.

La vigilancia de los eventos estará en primera instancia bajo la responsabilidad del operador de la presa de la Central Hidroeléctrica Los Planetas I. Tan pronto como un evento es observado o reportado, inmediatamente se debe determinar el nivel del evento:

### 6.2. Paso 2: Determinación del Nivel de Emergencia.

El nivel de la emergencia será fijado según lo establecido en la sección 5.1 de este documento.

### 6.3. Paso 3: Niveles de Comunicación y Notificación.

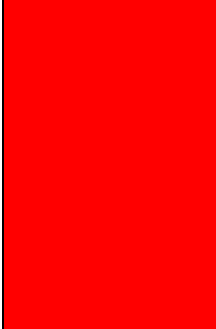
El nivel de la emergencia será fijado según lo establecido en la sección 5.1 de este documento.

Una vez clasificada la alarma, Salto del Francolí, S.A. procederá a notificar y a alertar a la población, a las entidades responsables de manejo del agua y a los organismos de protección pública.

Salto del Francolí, S.A., notificará el nivel de alerta de acuerdo a la siguiente lista:

**Cuadro Nº 13 - Modelo de Notificaciones**

Alerta	Nivel	Modelo de Notificación
Blanca	1	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de “la Central Hidroeléctrica Los Planetas I localizada sobre el río David, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Blanca. El motivo de la emergencia es el siguiente: (* Especificar la causa)</p> <p>Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 394-5880/394-5881</p>
Verde	2	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de “la Central Hidroeléctrica Los Planetas I localizada sobre el río David, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Verde. El motivo de la emergencia es el siguiente: (* Especificar la causa)</p> <p>Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 394-5880/394-5881</p>
Amarilla	3	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de “la Central Hidroeléctrica Los Planetas I localizada sobre el río David, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Amarilla.</p> <p>Los eventos ocurridos recomiendan la evacuación de los poblados aguas abajo de la presa Los Planetas I, del acuerdo al Mapa de Inundación.</p> <p>Manténgase en contacto e informado sobre la siguiente notificación y/o terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 394-5880/394-5881</p>
Roja	4	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de “la Central Hidroeléctrica Los Planetas I localizada sobre el río David, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Roja.</p>

		<p>La falla de la presa es inminente o a iniciado o la crecida por motivos hidrológicos se estima será como lo indica el Mapa de Inundación. Se recomienda a las instituciones públicas responsables iniciar las tareas de protección, control y rescate o salvamento del público que no haya sido evacuado.</p> <p>Manténgase en contacto e informado sobre la terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 394-5880/394-5881</p>

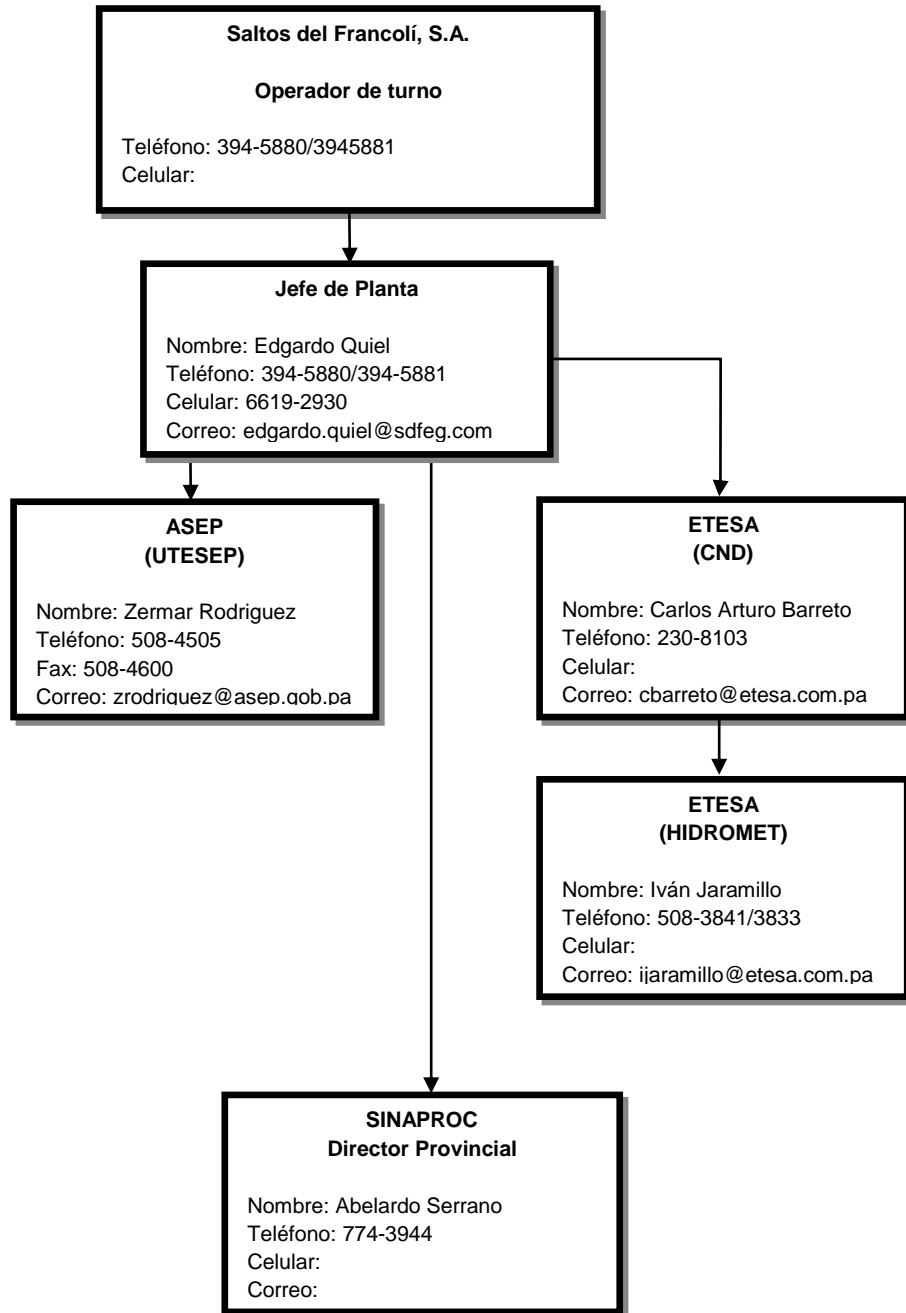
(\*) Se indicará la causa específica que dio motivo a la alerta

### 6.3.2. Flujo de Notificaciones.



## ALERTA BLANCA

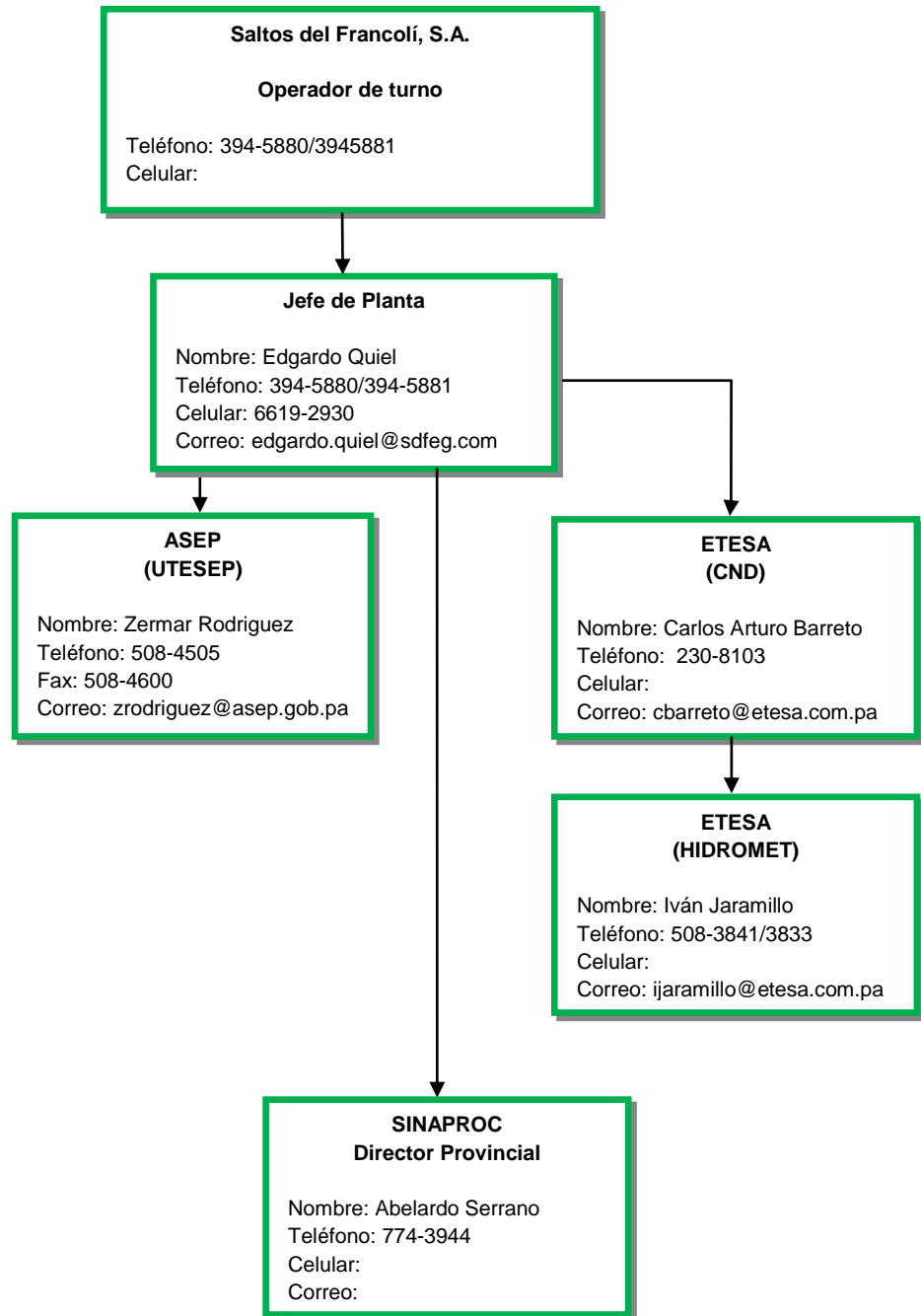
### Directorio de Notificaciones para el Nivel 1



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO**

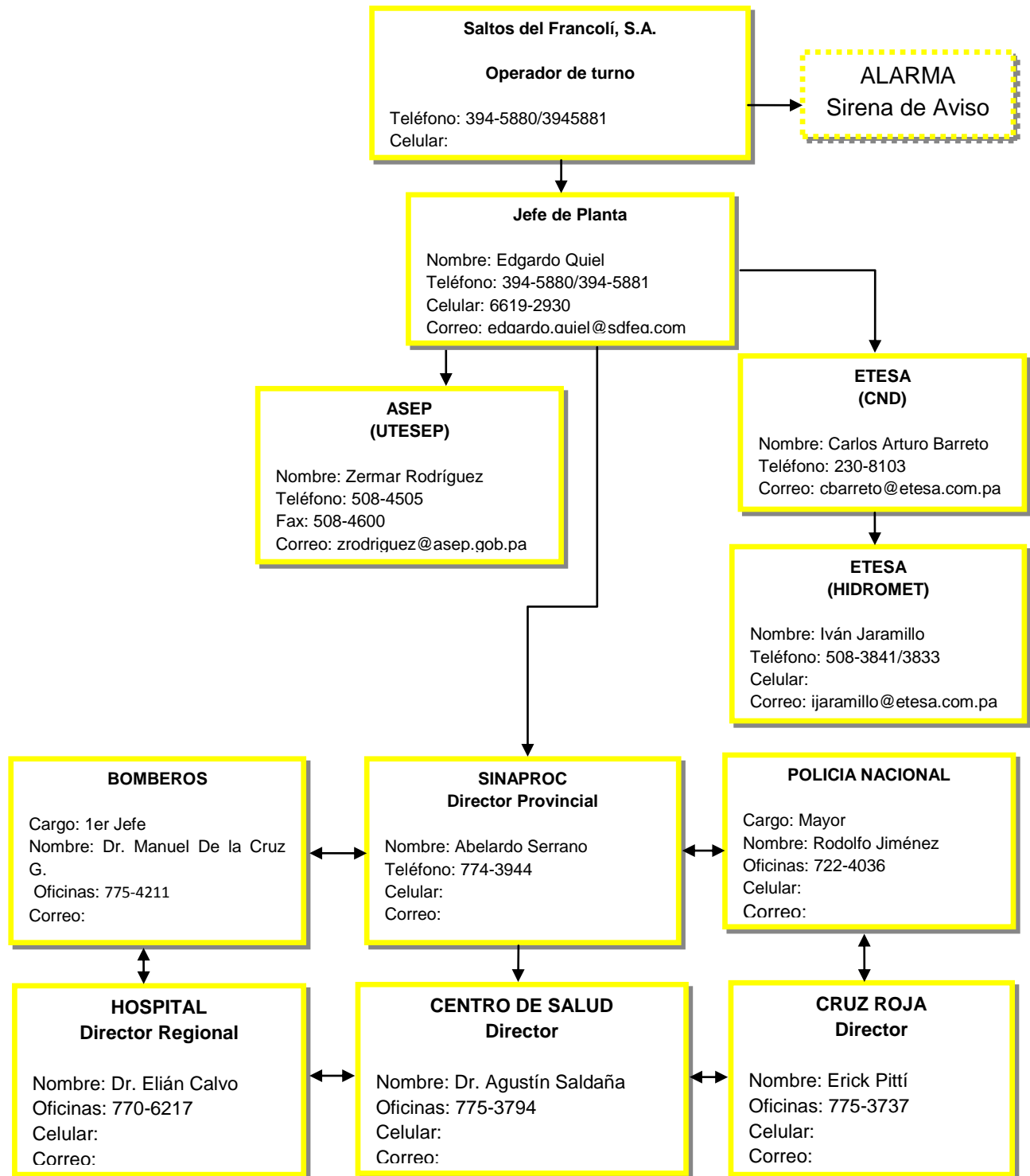
## ALERTA VERDE

### Directorio de Notificaciones para el Nivel 2



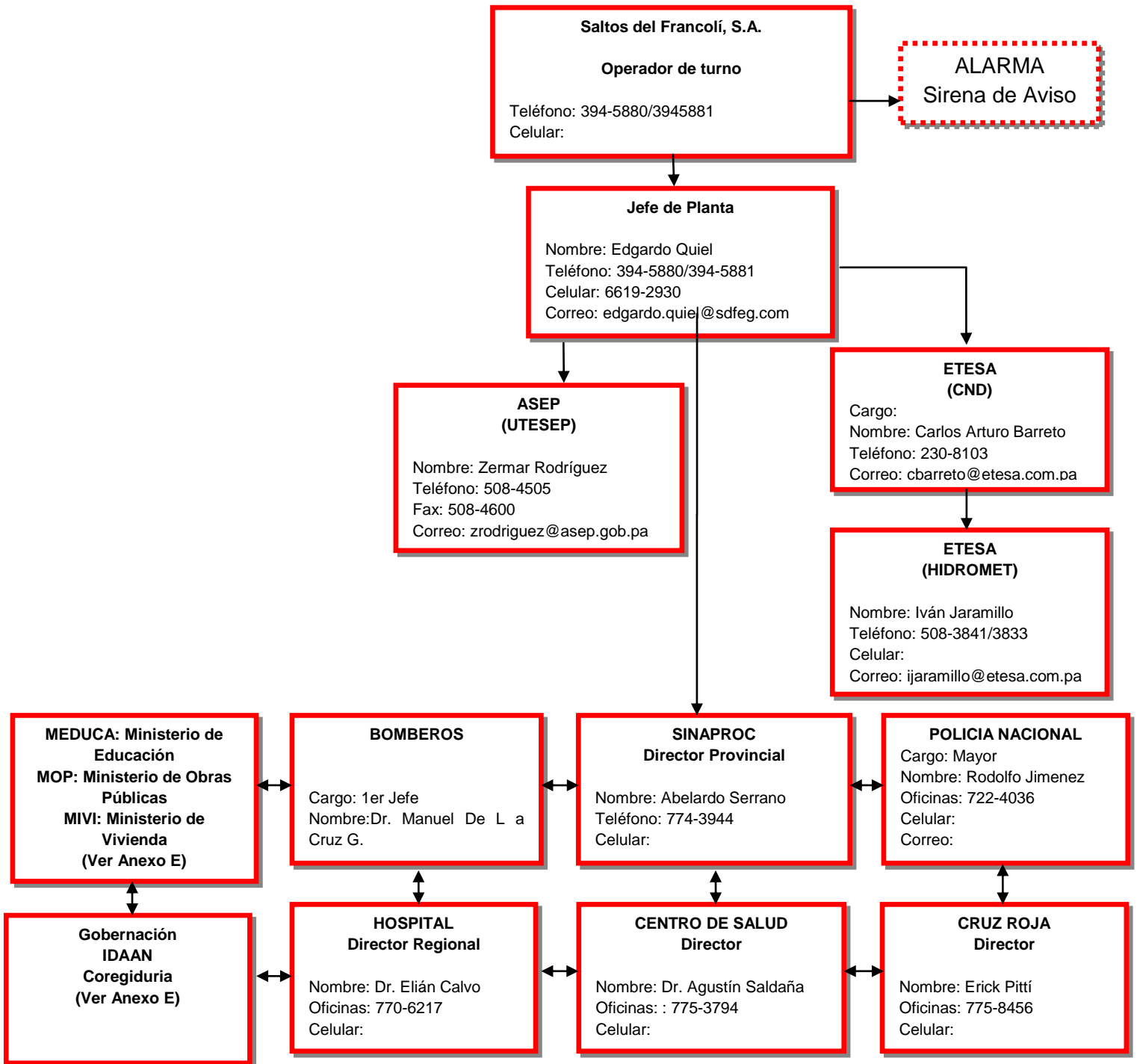
**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.**

## ALERTA AMARILLA Directorio de Notificaciones para el Nivel 3



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.**

## ALERTA ROJA Directorio de Notificaciones para el Nivel 4



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO**

## 6.4. Paso 4: Acciones Durante la Emergencia.

Durante el tiempo que tome la emergencia se realizarán las siguientes acciones de vigilancia y control hasta finalizar el evento descritas en el siguiente cuadro:

**Cuadro Nº 14-Acciones de Emergencia**

<b>ALERTA</b>	<b>VIGILANCIA Y CONTROL</b>
<b>BLANCA</b>	Nivel del Embalse. Inspección General de la Presa.
<b>VERDE</b>	Nivel del Embalse. Inspección General de la Presa.
<b>AMARILLA</b>	Nivel del Embalse. Inspección General de la Presa.
<b>ROJA</b>	Operaciones de protección, control y rescate.

### 6.4.1. Definición de las Acciones de Emergencia:

- **Nivel del Embalse:** seguimiento y control de la variación del nivel del embalse y, considerando los aportes del río, pronosticar los niveles según las condiciones hidrológicas.
- **Inspección General de la Presa:** revisión de la presa para confirmar anomalías en la estructura de presa: grietas, fisuras, filtraciones, desplazamientos deslizamientos, etc. Y evaluar el nivel de anomalía.
- **Aviso de Sirena Aguas Abajo de Casa de Maquinas de Los Planetas I:** avisar a los pobladores aguas abajo en el río David el vertimiento de una crecida extraordinaria que obliga a la evacuación inmediata de las orillas del río y la búsqueda de refugio en lugares altos.

### 6.4.2. Formulario de Registro de Evento.

Cada vez que sea declarada una alarma serán registrados los datos durante el evento en un formulario que permita conocer la efectividad y las deficiencias del procedimiento y hacer las correcciones correspondientes. En el ANEXO A se presenta un modelo de formulario.

## 6.5. Paso 5: Terminación.

Una vez que la emergencia fue activada, los procedimientos realizados y la emergencia ha finalizado, las operaciones del PADE serán finalizadas.

### **Responsabilidades de la Terminación**

El operador comunicará al Gerente de Operaciones y este a las autoridades y a las oficinas de manejo de emergencias la finalización de la condición de emergencia.

El oficial de seguridad de presa inspeccionará la presa y realizará un reporte de daños y acciones correctivas inmediatas.

El operador de la presa elaborará un reporte sobre la terminación del evento y sobre las consecuencias o experiencias del mismo. En el ANEXO A se presenta un modelo de este formulario.

## 7. MAPA DE INUNDACION.

La confección de los mapas de inundación para el evento de rotura de presa o crecida extraordinaria de la CH Los Planetas I, se realizaron tomando en cuenta los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad Operacional:

**Cuadro Nº 15 - Escenario de Análisis para Emergencias**

Caso	Descripción	Caudal
1	Crecida Ordinaria y Extraordinaria	Aplica 1:50 y 1:100
2	Colapso en Condición Operación Normal	No Aplica
3	Colapso durante Crecida Extraordinaria	No Aplica
4	Apertura Súbita de Compuertas	No Aplica
5	Falla de Operación de las Estructuras de Descargas	No Aplica
6	Vaciado Controlado o Vaciado Rápido de la presa	No Aplica

El análisis hidráulico del río determinará las áreas de inundación, la velocidad del agua, los niveles y el tiempo en que transita la crecida aguas abajo de la presa Los Planetas I.

### 7.1. Análisis Hidráulico.

El método usado para realizar el análisis hidráulico del río ha sido el HEC-RAS, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United States Army Corps of Engineers, es un modelo unidimensional que modela el comportamiento del río a partir de la topografía, las características hidráulicas del lecho del río y los caudales de estudio.

#### 7.1.1. Crecidas Extraordinarias.

Para las crecidas ordinarias y extraordinarias se ha utilizado el Cuadro Nº 16.

**Cuadro Nº 16 - Descarga para Crecidas de Diseño**

Período de Retorno Años	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)
	Río David Sitio de Presa
	A = 61.2 km <sup>2</sup> Q <sub>máx Prom</sub> =138 m <sup>3</sup> /s
2	273
10	426
50	560
100	616
500	712

## **7.2. Resultados.**

El resultado de los cálculos hidráulicos con el programa HEC-RAS, así como los datos de entrada, se presentan en el Anexo Digital D.

## **7.3. Mapas de Inundación.**

El Mapa de inundación de Los Planetas I ha sido preparado, utilizando la siguiente información:

- Cartografía del mapa 1:50,000 de la Provincia de Chiriquí (mosaico de David) del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG).
- Planos como construido de las estructuras de la CH Los Planetas I.
- Mapas demográficos del Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República.
- Archivos ACAD utilizado por la Contraloría Nacional de la República, para la realización del censo del año 2000, donde se encuentra la ubicación de las casitas, calles y ríos del área en estudio.
- Plano planta perfil del puente sobre el Río David.
- Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas.

El Mapa de inundación Los Planetas I es utilizado como información base para la presentación de los mapas donde se muestran los escenarios de análisis del Cuadro N° 15.

## **7.4. Descripción de la Zona Potencialmente Inundable.**

Los mapas de inundación generados con las corridas del programa HEC-RAS para las crecidas de 1:50 años y 1:100 años no presentan afectación en zonas residenciales, ni estructuras viales o zonas de explotación comercial o agrícola hasta la confluencia con el río Chiriquí.

En las zonas aguas abajo del puente del río David sobre la Interamericana se observan áreas de inundación afectando viviendas. No obstante la información topográfica en esa área es escasa e imprecisa por encontrarse en el área de meandro del río David y río Chiriquí. Para establecer esta zona de inundación en este sector se requiere ampliar el estudio topográfico en la zona.

No se requiere un sistema de alarma aguas debajo de la presa producto de una falla de la presa

## **7.5. Recomendaciones para el Plan de Emergencia.**

Se recomienda actualizar el Flujo de Comunicación de acuerdo a los cambios que se den en la organización del dueño en la operación o en las instituciones mencionadas.



## **8. ANEXOS.**

**8.1 ANEXO A** - Formulario para Registro de Eventos

**8.2 ANEXO B** - Mapas de Inundación Los Planetas I

**8.4 ANEXO C** – Planos Como Construido de la Presa

**8.5 ANEXO D** – Análisis Hidráulico del Río David

**8.6 ANEXO E** - Directorio de Contactos Alternativos

## **8.1. ANEXO A – FORMULARIO PARA REGISTROS DE EVENTOS**

## ANEXO A- FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS

### Preliminares

Fecha: \_\_\_\_\_

Registro de causas y efectos inmediatamente después de la emergencia. La persona del contacto inicial debe recoger todos los datos para poder enfrentar otra posible situación de emergencia.

#### Nivel Emergencia 1

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente			
Gerente de Operaciones			

#### Nivel Emergencia 2

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
SINAPROC			

#### Nivel Emergencia 3

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
SINAPROC			
Bomberos			
Policía Nacional			
Centro de Salud			

#### Nivel Emergencia 4

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones			
UTESEP			
SINAPROC			
Bomberos			
Policía Nacional			
Centro de Salud			



## Reporte después del evento

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Condiciones del Clima: \_\_\_\_\_

Descripción General de la Situación de Emergencia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Áreas afectadas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Extensión del Daño de la Presa: \_\_\_\_\_

Posibles Causas: \_\_\_\_\_

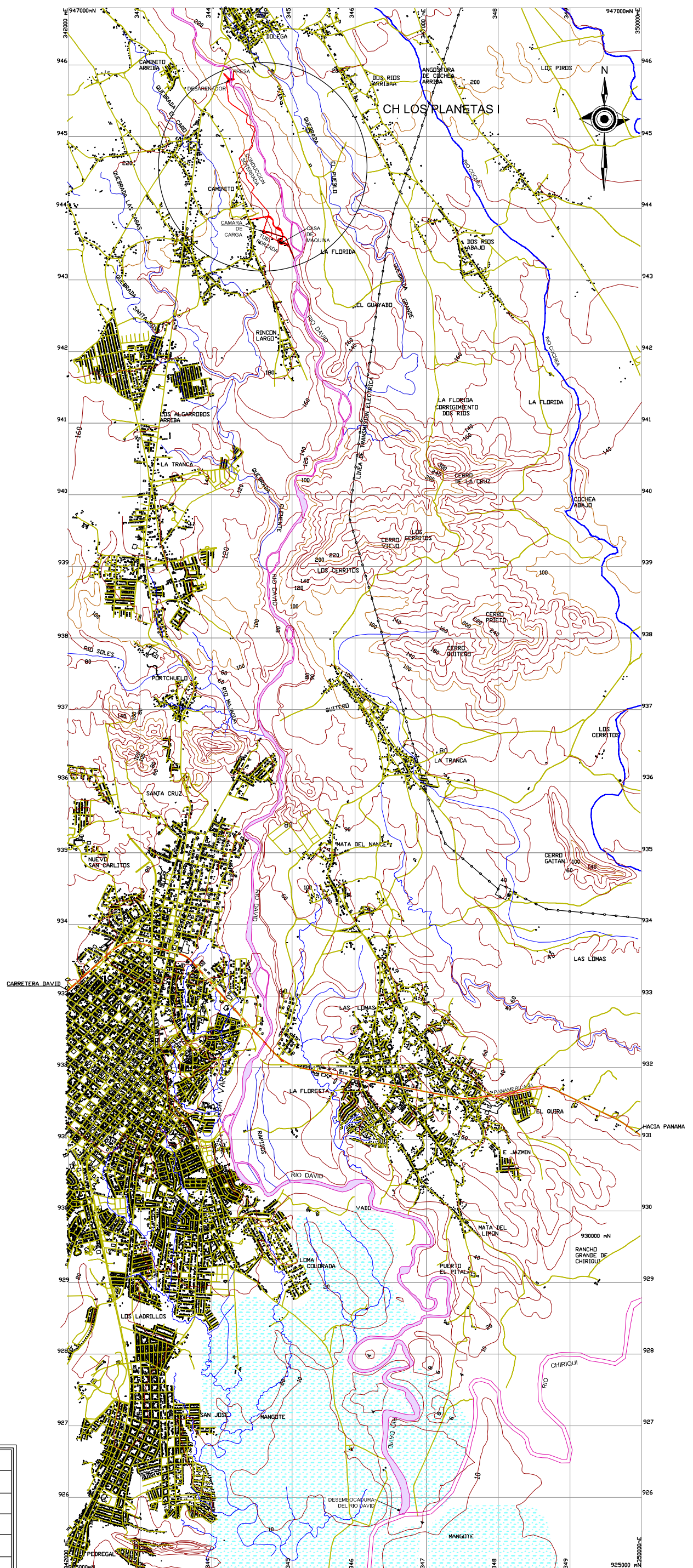
Efectos en la Operación de la Presa: \_\_\_\_\_

Elevación inicial del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Máxima Elevación del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Elevación final del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

## **8.2. ANEXO B – MAPAS DE INUNDACION LOS PLANETAS I**



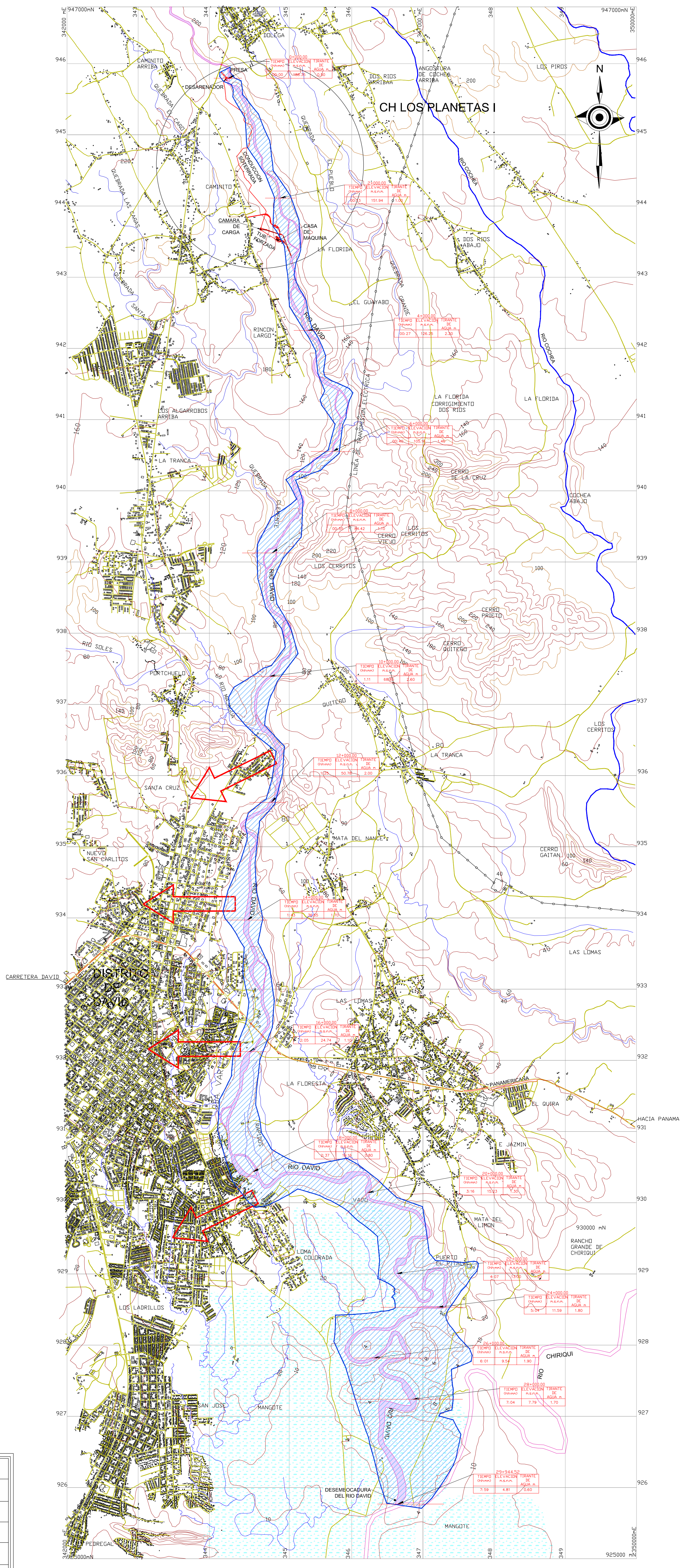
LEYENDAS	
	RIO DAVID
	CALLES
	CIENAGA

**REPUBLICA DE PANAMA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA LOS PLANETAS I**  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**

MAPA DE LOCALIZACION GENERAL

FECHA:	DIC 2011
DATUM:	NAD 27
ESCALA:	SIN ESCALA
PLANO N°:	ANEXO B I



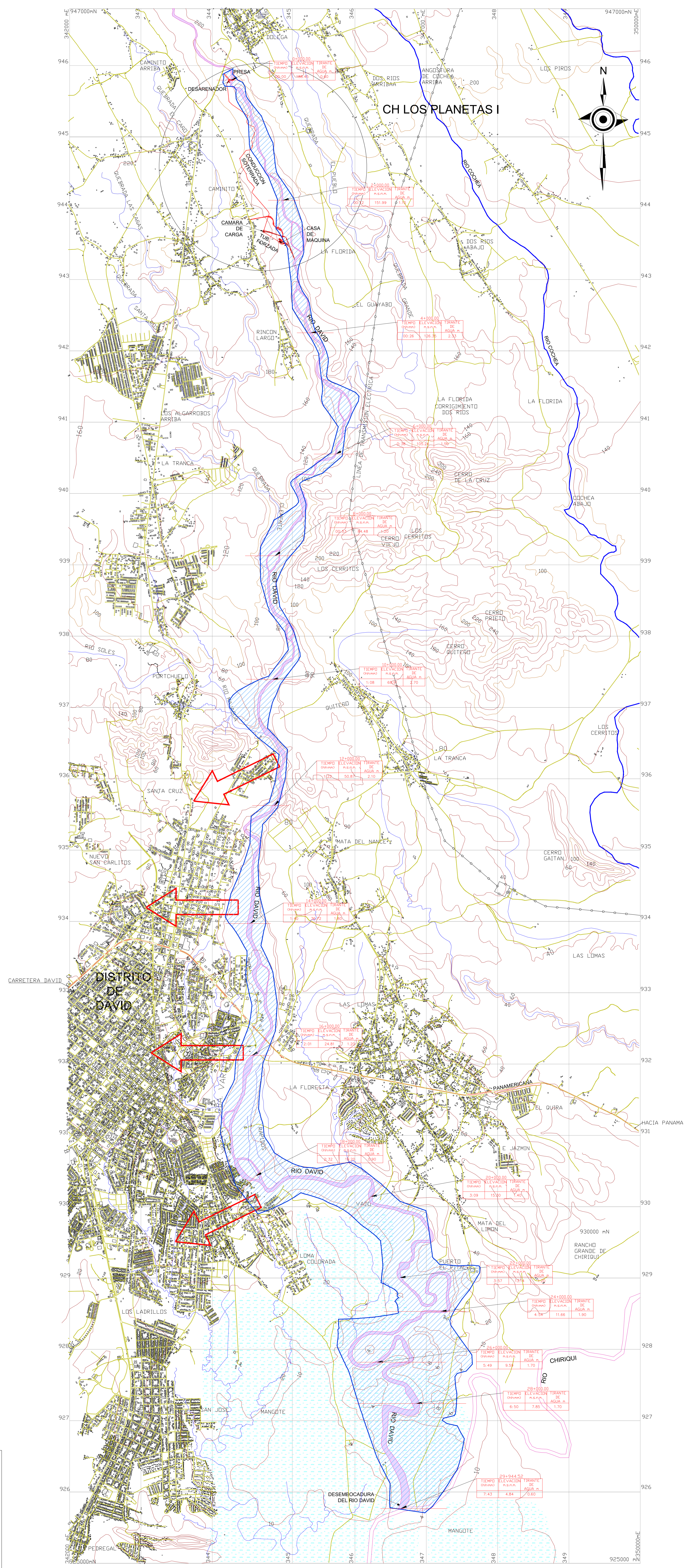


LEYENDAS	
	RIO DAVID
	CALLES
	CIENAGA
	RUTA DE EVACUACION
	AREA DE INUNDACION

<b>REPUBLICA DE PANAMA</b>	
<b>CENTRAL HIDROELECTRICA LOS PLANETAS I</b>	
<b>PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA</b>	
MAPAS DE INUNDACION DE 1:50AÑOS	
FECHA:	DIC 2011
DATUM:	NAD 27
ESCALA:	SIN ESCALA
PLANO N°:	ANEXO B.2







**LEYENDAS**

	RIO DAVID
	CALLES
	CIENAGA
	RUTA DE EVACUACION
	AREA DE INUNDACION

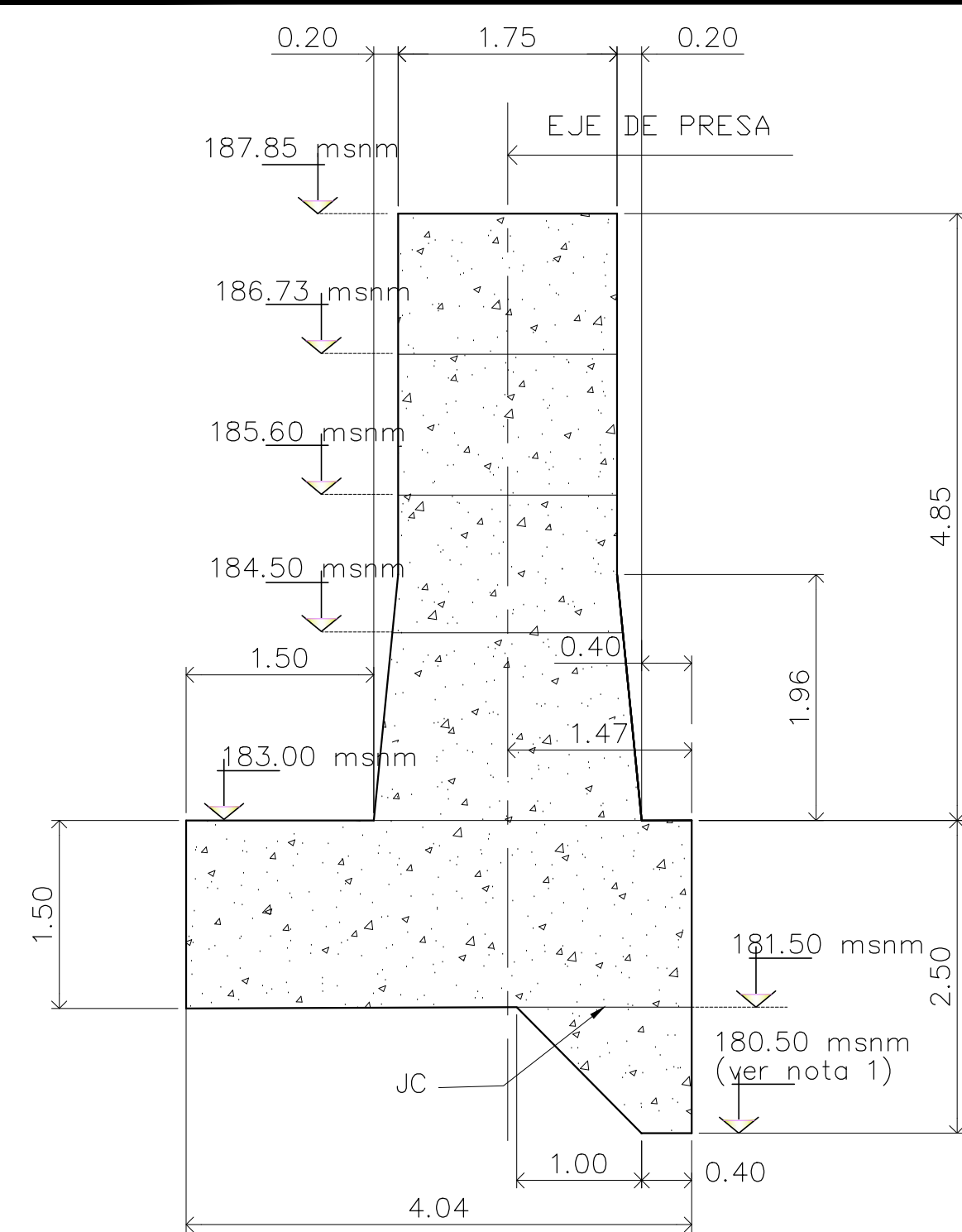
**REPUBLICA DE PANAMA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA LOS PLANETAS I**  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**

MAPA DE INUNDACION 1:100AÑOS

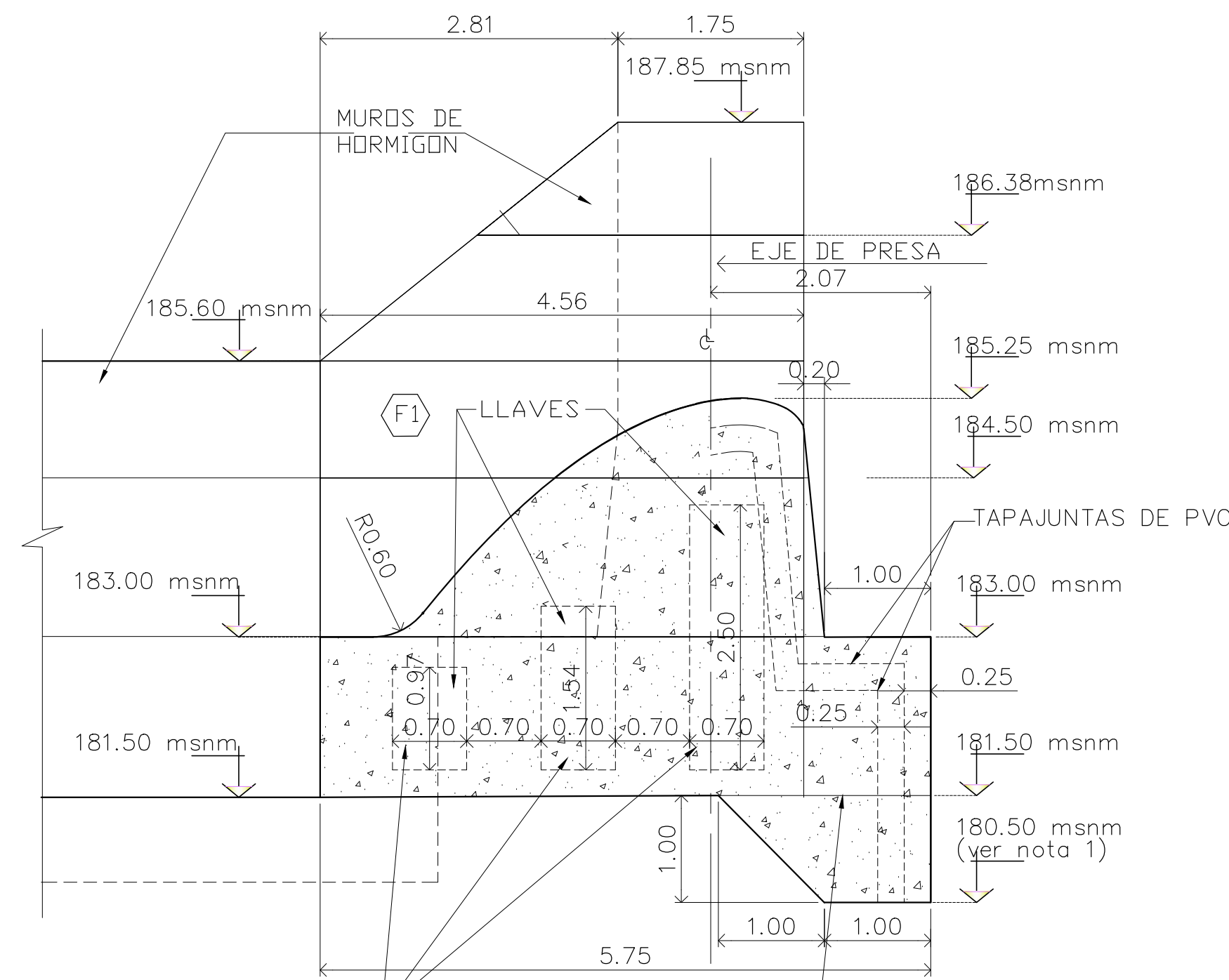
FECHA:	DIC 2011
DATUM:	NAD 27
ESCALA:	SIN ESCALA
PLANO N°:	ANEXO B.3




### **8.3. ANEXO C – PLANOS COMO CONSTRUIDO DE LA PRESA**

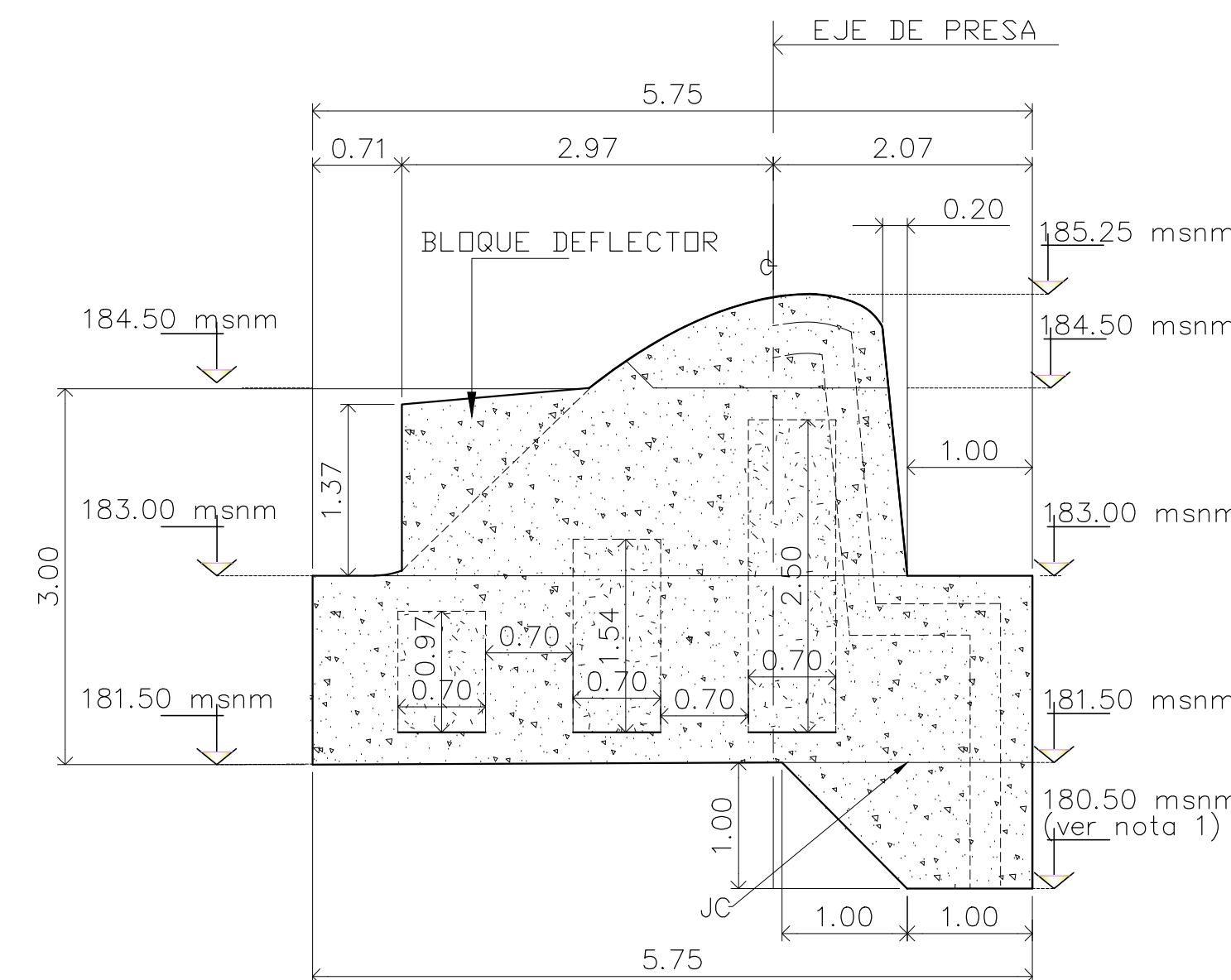


**SECCION A-A**  
1:50

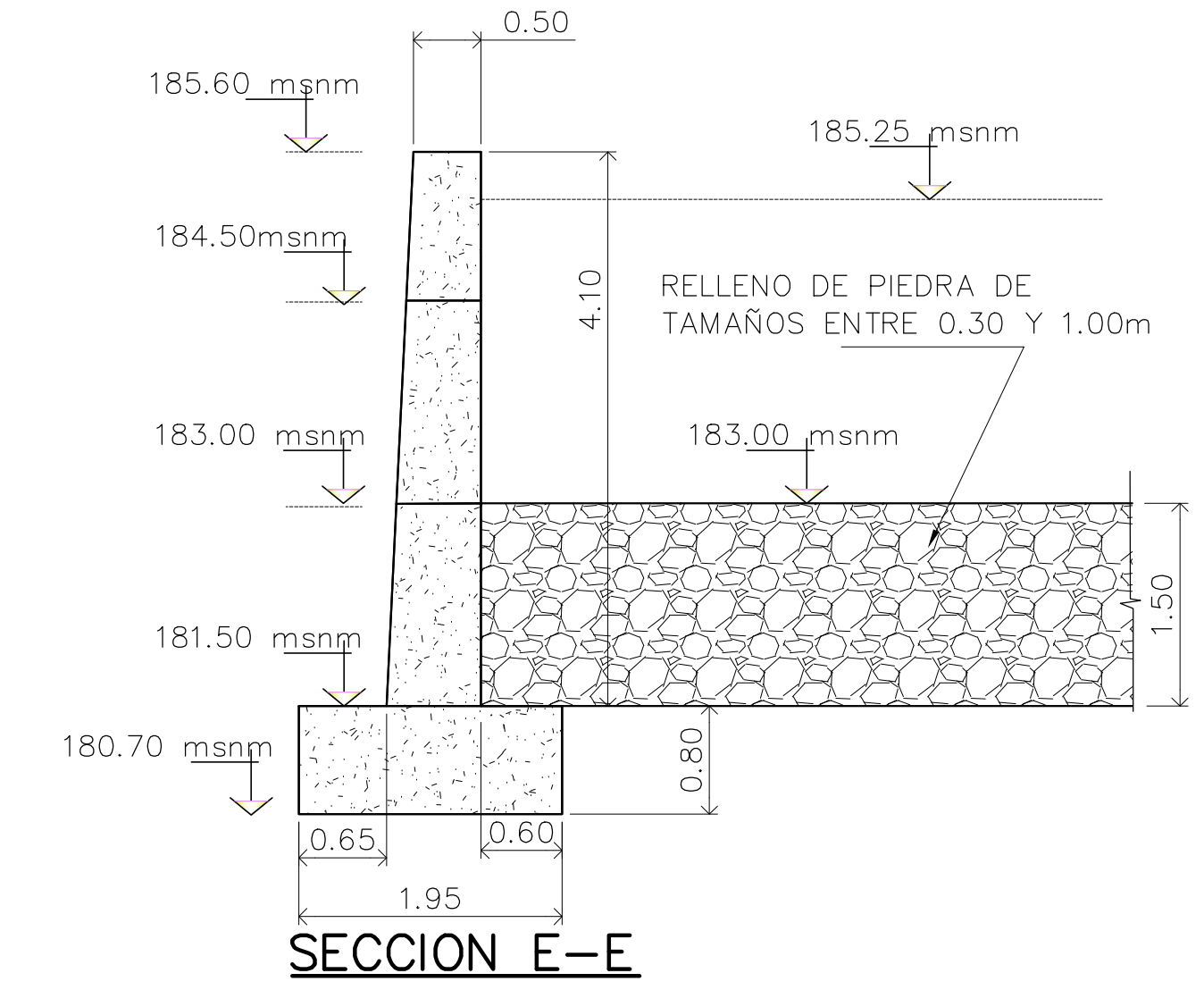


LLAVES EN LAS JUNTAS DE HORMIGÓN, 0.03m DE PROFUNDIDAD

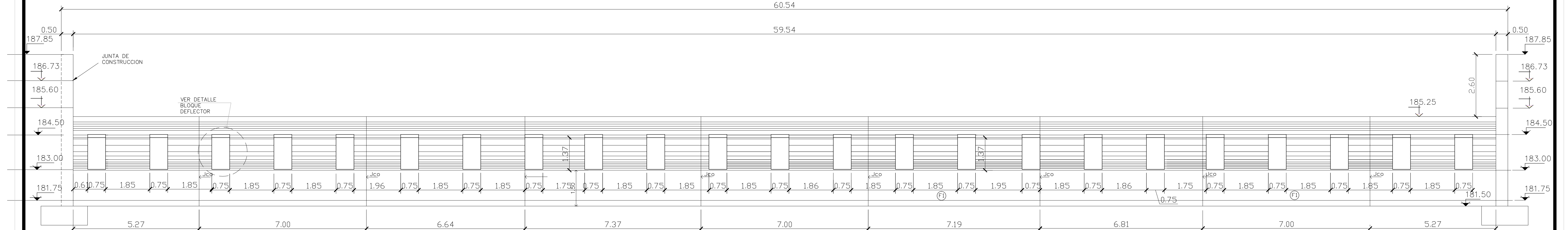
**SECCION B-B**  
1:50



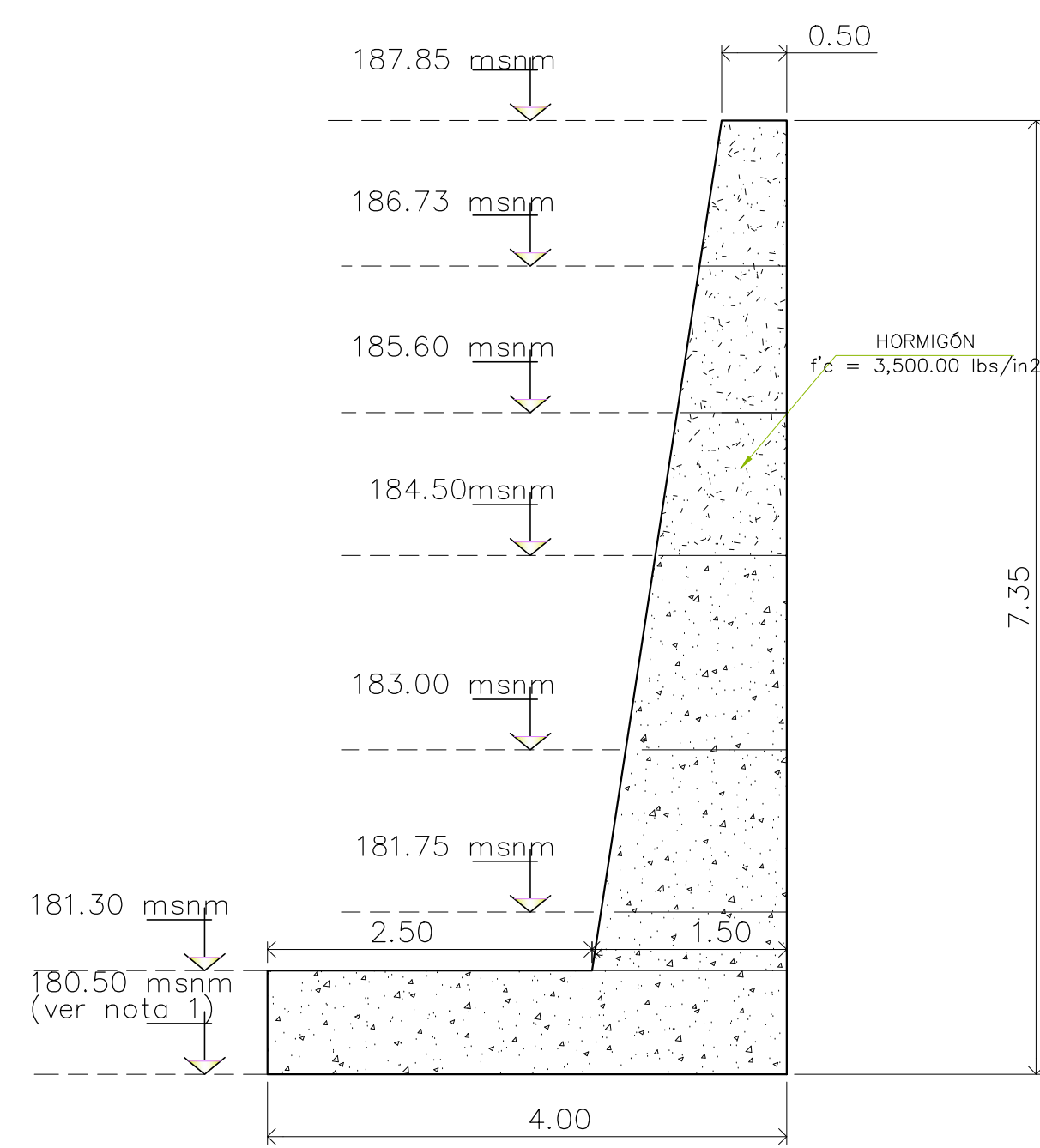
**SECCION D-D**



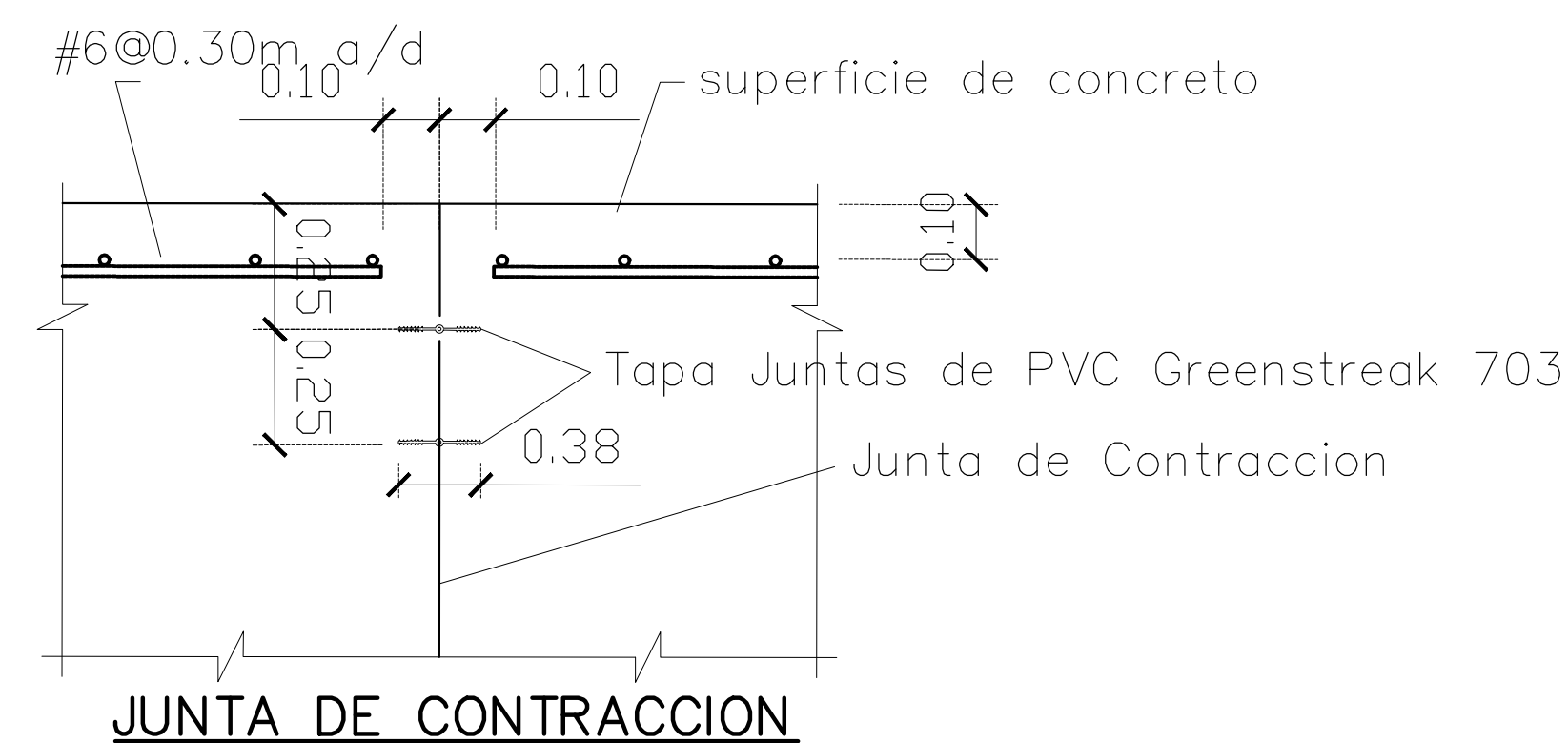
**SECCION E-E**



**SECCION C-C**  
1:75



**SECCION F-F**  
1:50



**NOTA:**

- EL NIVEL DE FUNDACIÓN (180.50) ES ASUMIDO POR DISEÑO. SIN EMBARGO EL NIVEL FINAL SERÁ DETERMINADO EN CAMPO POR EL CONTRATISTA Y EL DISEÑADOR

**LEYENDA:**

JC	= JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
JCO	= JUNTA DE CONTRACCION
---	= JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
---	= JUNTA DE CONTRACCION
---	= TAPA JUNTAS

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIB	APP.
CC	COMO CONSTRUIDO	30/06/11	ARP	PG	ARP
3	SE AGREGA SECCION F-F	26/08/09	ARP	E.S.	ARP
2	ACTUALIZACION DE DISEÑO	16/05/09	ARP	E.S.	ARP
1	REVISION GENERAL	12/02/09	CC	XLRC	ARP
0	DISEÑO	14/01/09	ARP	XLRC	ARP

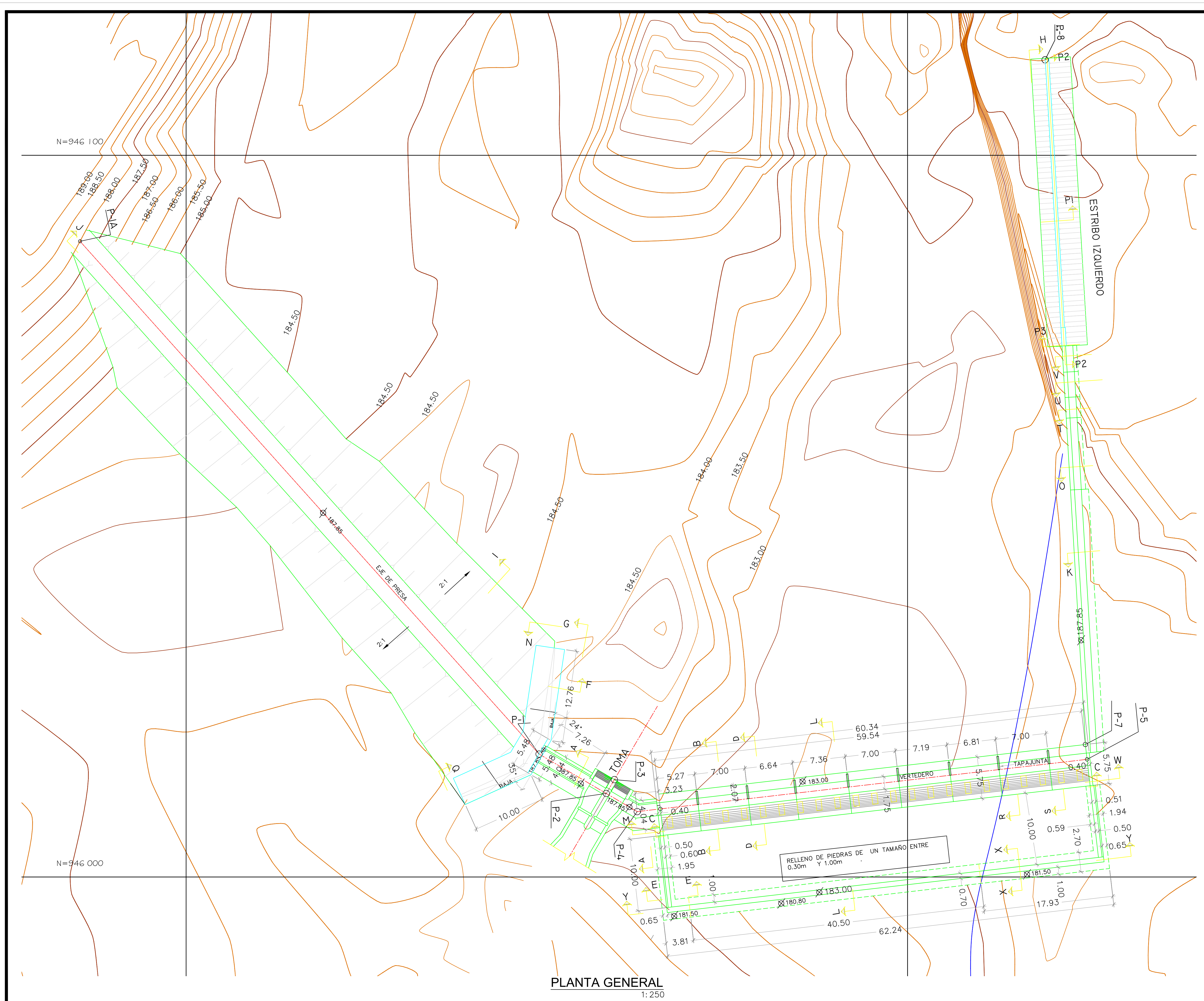
**COMO CONSTRUIDO**

**REPUBLICA DE PANAMA**  
**SALTOS DEL FRANCOLÍ, S.A.**

**PH LOS PLANETAS I**

SITIO DE PRESA  
DISPOSICION DE HORMIGON - SECCIONES

FECHA:	DIBUJADO:
ENE-2009	XLRC
ESCALA:	DISEÑADO:
INDICADAS	ARP
PLANO N°:	HOJA N° DE
PR-01-003	1 1



**PLANTA GENERAL**  
1: 250

**COMO CONSTRUIDO**

NOTAS GENERALES

TODO EL HORMIGÓN SERÁ DE 3500 PSI  
EL ACERO SERA GRADO 60  
EL RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO SERÁ DE 0.10 MÍNIMO  
LAS LLAVES EN EL HORMIGÓN SERÁ DE 3 CMS DE PROFUNDIDAD

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIB	APP.
CC	COMO CONSTRUIDO	30/06/11	ARP	PG	ARP
7	ACTUALIZACIÓN DE DISEÑO	22/04/10	ARP	SS	ARP
6	ACTUALIZACIÓN DE DISEÑO	10/03/10	ARP	E.S.	ARP
5	SE AGREGA LA HOJA 2	08/03/10	ARP	J.Q	APP.
4	ACTUALIZACIÓN DE DISEÑO	11/12/09	ARP	LDZZ	ARP
3	ACTUALIZACIÓN DE DISEÑO	26/08/09	ARP	E.S.	ARP
2	REVISIÓN GENERAL	18/05/09	C.C	XLRC	ARP
1	AJUSTE EN CUENCO DISIPADOR, Y EN HORMIGÓN DEL VERTEDERO	12/02/09	ARP	XLRC	ARP
0	DISEÑO	14/01/09	ARP	XLRC	ARP
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIB	APP.

<b>REPUBLICA DE PANAMA</b>	
<b>SALTOS DEL FRANCOLÍ, S.A.</b>	
<b>PH LOS PLANETAS I</b>	
<b>SITIO DE PRESA</b>	
<b>DISPOSICION DE HORMIGON - PLANTA</b>	
FECHA: ENE-2009	DIBUJADO: XLRC
ESCALA : 1:250	HOJA No. DE 1 2
	
PLANO N° : <b>PR-01-002</b>	

## **8.4. ANEXO D – ANALISIS HIDRAULICO DEL RIO DAVID**

## ANEXO D – Análisis Hidráulico Del Río David

### CONTENIDO

D.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	2
D.1.1 Modelación de las Crecidas del Río (HEC-RAS).....	2
D.1.2 Método de Cálculo. ....	2
D.1.3 Sección Hidráulica.....	4
D.1.4 Coeficiente de Rugosidad Manning.....	4
D.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS. ....	6
D.3 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA PRESA. ....	7
D.3.1 Escenario 0.....	7
D.3.2 Escenario 1.....	7
D.3.4 Datos de Partida. ....	7
D.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	8
D.4.1 Resultados Crecida Extraordinaria 1:50 años.....	8
D.4.2 Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas. ....	10
D.5 MAPAS DE INUNDACION. ....	13
D.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	14
D.7 REFERENCIAS. ....	15
D.8. ANEXO DIGITAL D. ....	16

## **D.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.**

El análisis estará basado en la modelación de las crecidas en el río David para los diferentes escenarios de una inundación aguas abajo de la presa del proyecto hidroeléctrico Los Planeta I, de acuerdo a los requerimientos de las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP. Los escenarios analizados son los siguientes:

- Escenario 0: Crecida extraordinaria con período de retorno de 1:50 años
- Escenario 1: Crecida extraordinaria con período de retorno de 1:100 años

El Análisis Hidráulico del río determinará los niveles de la crecida en el río David y las áreas de inundación aguas abajo de la presa. Con los resultados de este análisis se logra la confección de los mapas de inundación que permitirán establecer los procedimientos de evacuación ante la eventualidad de alguno de los eventos anteriormente establecidos.

### **D.1.1 Modelación de las Crecidas del Río David (HEC-RAS).**

Para el análisis de la hidráulica del río, se usará el modelo HEC-RAS, el cual fue desarrollado por, el Hydrologic Engineering Center (HEC), River Analysis System (RAS), del United States Army Corps of Engineers (USACE).

Con HEC-RAS se resuelve el régimen permanente unidimensional gradualmente variado (caudal constante en cada sección, y variación gradual de velocidades entre secciones), obteniéndose la curva de remanso correspondiente.

El procedimiento del cálculo se basa en la resolución de la ecuación de la energía unidimensional y permanente (Ecuación de Bernoulli), evaluando las pérdidas por fricción mediante la fórmula de Manning, y las pérdidas de contracción-expansión mediante coeficientes que multiplican la variación del término de velocidad. En las secciones en que se produce un régimen rápidamente variado (resalto hidráulico, confluencias, etc.) emplea para su resolución, la ecuación de la conservación de la cantidad de movimiento.

El modelo HEC-RAS también nos permitirá conocer los tiempos en que demora en llegar el agua de un lugar a otro.

### **D.1.2 Método de Cálculo.**

Los datos topográficos que se utilizaron para definir un modelo de simulación hidráulica del cauce fueron:

- Cartografía de los mapas 1:50,000 de la Provincia de Chiriquí (mosaico de David) del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG).

- Planos como construidos de las estructuras y presa de la CH Planetas 1.
- Mapas demográficos del Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República.
- Archivos ACAD utilizado por la Contraloría Nacional de la República, para la realización del censo del año 2000, donde se encuentra la ubicación de las casitas, calles y ríos del área en estudio.
- Plano Planta perfil del puente que conduce a Boquete sobre el río David.
- Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas.

Para calcular el caudal que pasa por una sección transversal de un río se asume que el flujo es uniforme y que por lo tanto se puede utilizar la ecuación del flujo uniforme (lo asumido por el HEC-RAS). Para el caso de un río, a este se le considera como un canal natural cuyo coeficiente de rugosidad de Manning (n) se ve afectado por varios factores los cuales son: la rugosidad superficial, la vegetación, la irregularidad del canal, el alineamiento del canal, la sedimentación y socavación, las obstrucciones, el nivel y el caudal, los cambios estacionales, y el material en suspensión y la carga de lecho. Para el caso de planicies de inundación también se puede evaluar de manera similar.

Se han tenido en cuenta en el modelo las características hidráulicas de los puentes que pudieran presentar alguna influencia sobre el régimen hidráulico aguas arriba. Una vez obtenidos los valores de la cota de agua correspondientes a los distintos caudales máximos, esta información se ha representado cartográficamente, deduciendo, en consecuencia, a la extensión de las zonas inundables en cada tramo.

Los datos necesarios para la caracterización hidráulica de cada tramo de estudio se han agrupado en los siguientes tipos:

Geométricos: secciones transversales sobre el Modelo Digital de Terreno de trabajo, a cada 200 m.

Coficiente de pérdidas: se han obtenido de la cobertura, visita al área para caracterizar los tramos del río, fotos y documentación especializada.

Condiciones del contorno: El programa requiere de la caracterización del cauce modelado a través de los perfiles transversales y del coeficiente de rugosidad de Manning. HEC-RAS permite la modelación del caudal en el cauce deseado entregando resultados tales como velocidades y alturas de escurrimiento.

En el Cuadro N° D1, se indican las siguientes condiciones para la modelación:

**Cuadro N° D1 - Características Hidráulicas de Análisis**

Condición	Descripción
Geometría	Levantamiento Topográfico
Coficiente de Rugosidad de Manning	Ver Cuadro N° D3 y D4
Tipo de Modelación	Flujo Permanente en Escurrimiento Mixto
Condición de Borde	Canal: Altura Normal S: pendiente promedio 0.0061



Caudales Regulados: Los caudales que se introducen en el programa corresponden a los caudales vertidos por la presa ver Cuadro N° D2.

**Cuadro N° D2 - Crecidas de Diseño**

<b>Intervalo de Recurrencia (años)</b>	<b>Caudal Descarga del Vertedero (m<sup>3</sup>/s)</b>
50	560
100	616

### **D.1.3 Sección Hidráulica.**

Para obtener los máximos niveles de agua para cada sección, se siguieron los siguientes procedimientos:

Datos de partida:

- Caudal máximo de las crecidas.
- Pendiente por cada tramo del río.
- Topografía (Secciones)

La metodología de análisis y cálculo hidrológico en que se basa el programa HEC-RAS se puede encontrar en el Manual de Referencia Hidráulica de USACE.

Se obtuvieron secciones transversales a cada 200m y otras adicionales en los meandros, a cada una de las secciones se le determinó la pendiente por cada tramo ver en Anexo Digital D.

### **D.1.4 Coeficiente de Rugosidad Manning.**

Para calcular el caudal que pasa por una sección transversal de un río se asume que el flujo es uniforme y que por lo tanto se puede utilizar la ecuación del flujo uniforme (lo asumido por el HEC-RAS). Para el caso de un río, a este se le considera como un canal natural cuyo coeficiente de rugosidad de Manning (n) se ve afectado por varios factores los cuales son: la rugosidad superficial, la vegetación, la irregularidad del canal, el alineamiento del canal, la sedimentación y socavación, las obstrucciones, el nivel y el caudal, los cambios estacionales, y el material en suspensión y la carga de lecho. Para el caso de planicies de inundación también se puede evaluar de manera similar.

Al haber tantos parámetros que influyen en el valor final del coeficiente de rugosidad (n) del cauce del río, se desarrolló la siguiente ecuación para estimar su valor:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \quad \text{ecuación (1)}$$

En el Cuadro Nº D3 se indican los valores que pueden tomar cada parámetro, según las condiciones. Sin embargo el valor escogido para el diseño dependerá de las condiciones que se observen en campo y de acuerdo al criterio del diseñador.

**Cuadro Nº D3 - Coeficientes Para la Fórmula de Manning**

Condiciones del Canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	$n_0$	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	$n_1$	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	$n_2$	0.000
	Ocasionalmente Alterada		0.005
	Frecuentemente Alterada		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificantes	$n_3$	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	$n_4$	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	$m_5$	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

De acuerdo a la configuración del río, se han establecido los coeficientes de rugosidad para la zonas de las planicies o márgenes izquierdo y derecho una  $n = 0.030$  y para la zonas del cauce una  $n = 0.039$ , ver Cuadro Nº 4)

**Cuadro Nº D 4 - Coeficientes de Rugosidad Corresponde al Lecho y a las Planicies**

Descripción	$n_0$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$	$m$	$n$
En el Lecho	0.024	0.000	0.000	0.000	0.005	1	0.024
En las planicies	0.020	0.005	0.005	0.010	0.010	1	0.050

## **D.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.**

Los resultados de los cálculos hidráulicos con el programa HEC-RAS para los escenarios analizados se presentan en los cuadros de resultados incluidos en el Anexo Digital D.

El análisis hidráulico de las crecidas se han realizado a 1: 50, 1:100 años, comienza con el paso de dichas crecidas por la presa vertedora. No existe tránsito de caudales debido a que no hay ninguna regulación. Por lo tanto la crecida se recibe tal cual en las estructuras de evacuación.

En el Escenario 1 la crecida de inundación, tiene particular interés: la reducción del caudal pico mientras se dirige aguas abajo (atenuación), el tiempo máximo en el que el flujo de agua llega hacia los puntos de importancia, y la altura máxima de agua que se puede acumular en puntos de importancia y de qué manera cambia la hidrografía del lugar mientras se mueve aguas abajo.

Estos efectos están regidos por factores como: la geometría del canal principal y áreas aledañas; la rugosidad del canal y zonas continuas, la existencia de áreas en las que se pueda acumular agua fuera del canal principal, y la forma del hidrograma de creciente cuando llega al cauce.

### **D.3 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA PRESA.**

Los escenarios analizados de acuerdo a las Normas de Seguridad de Presas de ASEP son las siguientes:

#### **D.3.1 Escenario 0**

- Crecida 1: 50 años sin rotura de presa.

En esta condición la crecida 1:50 años debe pasar por el vertedor

#### **D.3.2 Escenario 1**

- Crecida 1:100 años sin rotura de presa.

En esta condición la crecida 1:100 años debe pasar por el vertedor.

#### **D.3.4 Datos de Partida.**

Las secciones de topografía y la rugosidad serán las mismas utilizadas en el análisis hidráulico del río para las crecidas extraordinarias.

Datos de las estructuras de contención, las cuales son introducidas al programa HEC-RAS.

Al ser una estructura de poca altura, su rotura no aporta un volumen de riesgo, ya que el volumen que acompaña a la crecida es muy superior (el almacenamiento es muy pequeño comparado con la crecida)

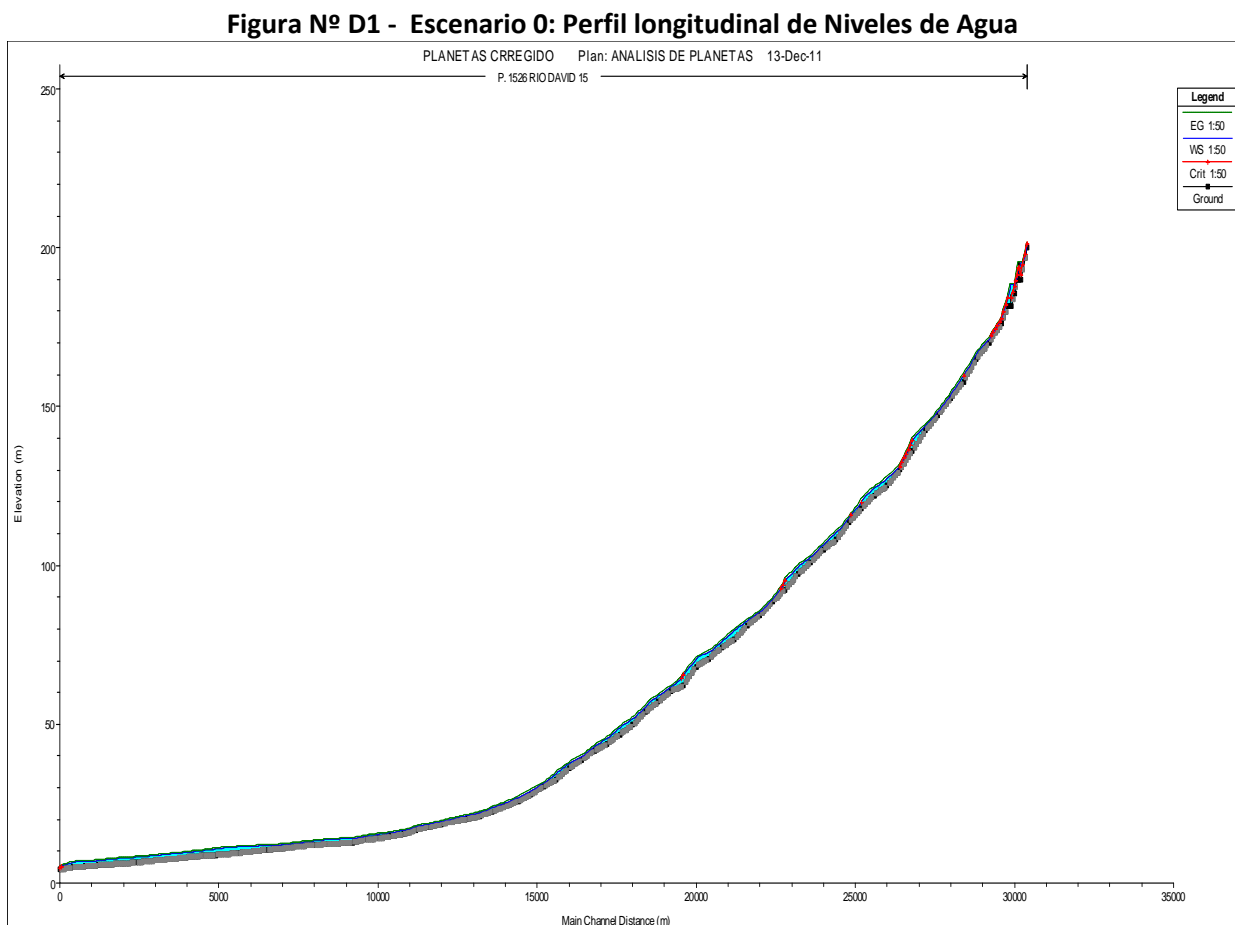
## D.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

Los archivos de datos y los archivos de resultados del análisis hidráulico completo para los dos escenarios analizados se presentan en el Anexo Digital D. Se realizaron las corridas de HEC-RAS para los escenarios analizados.

Las secciones se han obtenido del plano generado con toda la data cartográfica en Civil 3D, estas secciones se introducen en el programa HEC-RAS.

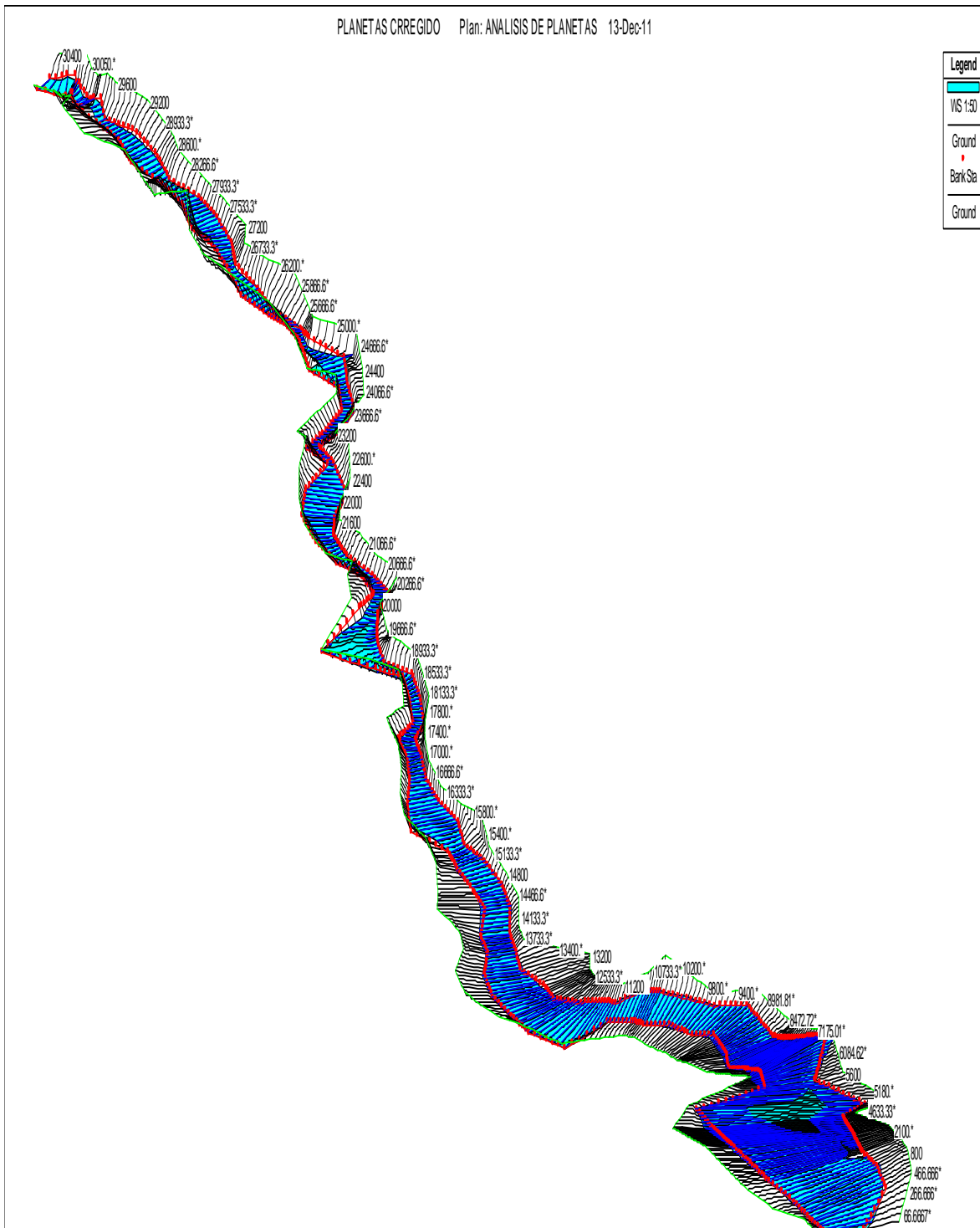
### D.4.1 Resultados Crecida Extraordinaria 1:50 AÑOS.

HEC RAS genera los resultados en diferentes formatos, en forma gráfica y en tablas. En la Figura N° D1 y Figura N° D2 se presenta el perfil generado gráficamente para la crecida ordinaria 1:100 años. (Escenario 0). En el Anexo Digital D, se presentan todos los resultados evaluados.



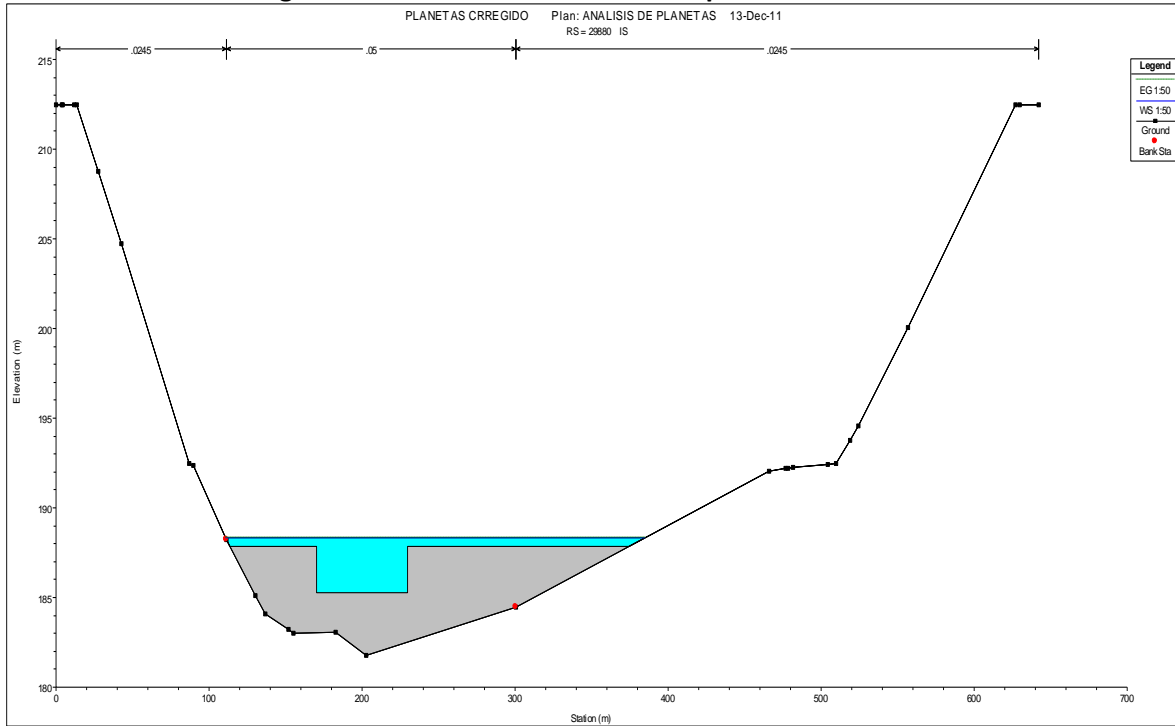
Presenta la salida del programa donde se muestra el isométrico de niveles de aguas y secciones. El programa permite exportar la información de la crecida referenciado a coordenadas y cotas reales.

Figura N° D2 - Escenario 0: Isométrico de Niveles de Agua y Secciones



En el Anexo Digital D, se presentan los resultados del programa HEC-RAS y un cuadro resumen en Excel que permite analizar todos los resultados obtenidos.

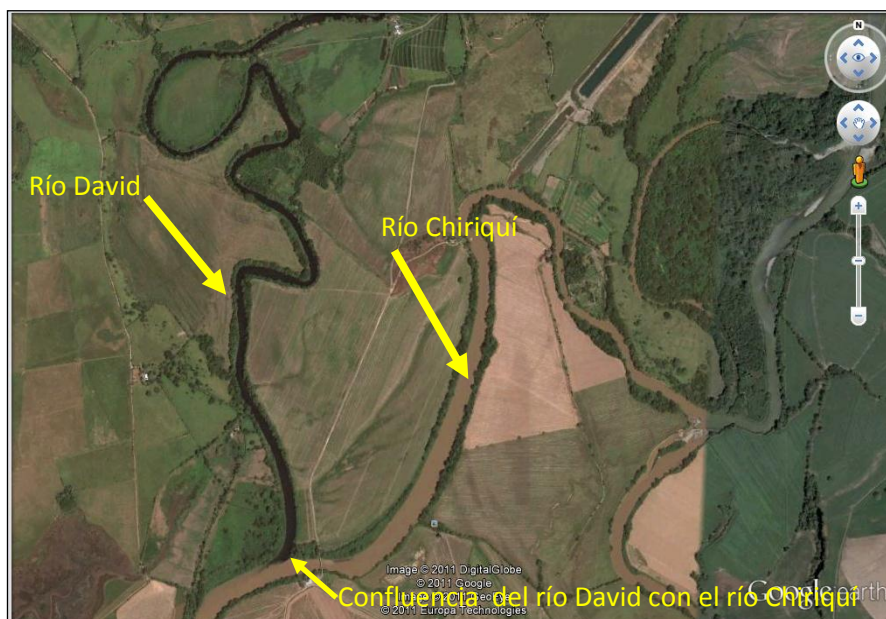
**Figura N° D3 - Crecidas en el sitio de presa Los Planetas I**



#### D.4.2 Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas.

Con los datos obtenidos de HEC-RAS procedemos a calcular en los cuadros siguientes la onda de crecida, la cual se calculó hasta la confluencia con río Chiriquí.

**Figura N° D4 - Sitio de confluencia del río David y el río Chiriquí**



**Cuadro Nº D5 - Tiempo de Llegada y Tirante de la Onda para Crecida 1:50**

<b>Tabla de Tiempo</b>				
<b>Estacion</b>	<b>Tiempo</b>		<b>Tirante</b>	<b>Elev.</b>
<b>km</b>	<b>hora</b>	<b>minuto</b>	<b>metros</b>	<b>msnm</b>
0	0	0	0.50	188.35
2	0	13	1.00	151.94
4	0	27	2.20	126.25
6	0	40	1.40	105.16
8	0	55	1.10	84.42
10	1	11	2.60	68.85
12	1	25	2.00	50.78
14	1	43	1.70	36.65
16	2	5	1.10	24.74
18	2	37	0.80	19.16
20	3	16	1.30	15.23
22	4	7	1.20	13
24	5	4	1.80	11.59
26	6	1	1.60	9.54
28	7	4	1.70	7.79
29.88	7	59	0.60	4.81

**Cuadro Nº D6 - Tiempo de Llegada y Tirante de la Onda para Crecida 1:100**

<b>Tabla de Tiempo</b>				
<b>Estacion</b>	<b>Tiempo</b>		<b>Tirante</b>	<b>Elev.</b>
<b>km</b>	<b>hora</b>	<b>minuto</b>	<b>metros</b>	<b>msnm</b>
0	0	0	0.60	188.45
2	0	12	1.10	151.94
4	0	26	2.33	126.35
6	0	38	1.50	105.24
8	0	53	1.20	84.48
10	1	8	2.70	68.91
12	1	22	2.10	50.87
14	1	40	1.80	36.72
16	2	1	1.20	24.81
18	2	32	0.90	19.2
20	3	9	1.40	15.3
22	3	57	1.20	13.14
24	4	54	1.90	11.66
26	5	49	1.70	9.59
28	6	50	1.70	7.85
29.88	7	43	0.60	4.84



**Cuadro N° D7 – Verificación de Nivele en la Presa**

PRESA	Crecida (msnm)		Borde Libre (m)	
	1:50	1:100	1:50	1:100
Los Planetas I	188.35	188.45	-0.50	-0,60

\*La presa actual tiene una cota 187.85 msnm, en los estribos, las crecidas de 50 años y 100 años sobrepasan este nivel, el vertedor es insuficiente.

## **D.5 MAPAS DE INUNDACION.**

Para la confección y presentación de los mapas de inundación para los diferentes escenarios se seguirán los siguientes procedimientos:

- Sobre la base cartográfica preparada con la documentación recolectada, según se indica en la sección D.1.2, se ha representado las cotas de las crecidas para los distintos escenarios analizados.
- Se han preparado mapas de inundación correspondientes a los dos escenarios analizados.
- Se han colocado de manera espaciada el tiempo y la altura de la crecida a lo largo del río David.
- Sobre los mapas de inundación se han indicado las rutas de evacuación en caso de emergencia de crecidas.

En el ANEXO B se presentan copias impresas de los Mapas de Inundación y en el Anexo Digital D se presentan copias digitales en formato PDF y ACAD.

## **D.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El análisis de los resultados nos permite concluir lo siguiente:

- Los escenarios analizados transitan adecuadamente sin ocasionar inundaciones en áreas pobladas, estructuras o áreas de producción agrícola.
- La falla de la presa Los Planeta I no provoca ningún impacto sobre las crecidas analizadas en el río David, hasta la confluencia con el río Chiriquí.

Como recomendaciones se sugiere:

- No se requiere actualización, solo de los datos de las personas de contacto en el Flujo de Comunicación.

## D.7 REFERENCIAS.

### Textos y manuales

1. USA Geological Survey Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients.
2. Clasificación de presas y evaluación del riesgo con el modelo HEC-RAS, España.
3. Hidráulica de Canales, Ven Te Chow.
4. Clasificación de presas y evaluación del riesgo con el modelo HEC-RAS, España.
5. USA Geological Survey Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients
6. Norma Para la Seguridad de Presas. Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP) septiembre 2010.
7. Victor M. Ponce, M.ASCE1; Ahmad Taher-shamsi2; and Ampar V. Shetty3
8. Dam-Breach Flood Wave Propagation Using Dimensionless Parameters
9. Bruce W. Harrington, P.E. MD Dept. of The Environment Dam Safety Division
10. HAZARD CLASSIFICATIONS & DANGER REACH STUDIES FOR DAMS By
11. Utah State University and RAC Engineers & Economists.
12. Sanjay S. Chauhan1, David S. Bowles2 and Loren R. Anderson3
13. REASONABLE ESTIMATES FOR USE IN BREACH MODELING
14. DO CURRENT BREACH PARAMETER ESTIMATION TECHNIQUES PROVIDE
15. ManualBasico\_HEC-RAS313\_HEC-GeoRAS311\_Español
16. CLASIFICACIÓN DE PRESAS Y EVALUCIÓN DEL RIESGO CON EL PROGRAMA HEC-RAS.
17. HEC-GeoRAS42\_UsersManual
18. Programa HEC\_RAS. Hidrologic Engineering Center River analysis system 4.1.0 Jan 2010 HEC-RAS. Devoleped by the U.S. Army Corps Engineers
19. Programa HEC\_RAS. Hidrologic Engineering Center River analysis system 4.1.0 Jan 2010 HEC-RAS. Devoleped by the U.S. Army Corps Engineers
20. Dam Break Flood Analysisi Bulletin 111
21. Open Channel Hydraulics, Vente Chow.
22. Guía Técnica de Seguridad de Presas No. 4 – Avenida de proyecto. Comité Nacional Español del Grandes Presas.
23. HEC-RAS, River Analysis System. User's Manual. US Army Corps of Engineers.
24. Manual de Requisitos para Revisión de Planos. Ministerio de Obras Públicas.
25. Manual de Hidráulica. Horace William King.

## D.8. ANEXO DIGITAL D.

### ANEXO DIGITAL (en CD)

Nombre del Archivo	Descripción	Tipo de Archivo
Directorio: MAPA DE INUNDACIÓN  - MAPA DE LOCALIZACION GENERAL - MAPA DE INUNDACION PLANETAS I 1-50 - MAPA DE INUNDACION PLANETAS I 1-100 - MAPAS PLANETAS I	Mapas de Inundación  - ANEXO B.1: Mapa de Localización General de la CH Los Planetas I. - ANEXO B.2: Mapa de Inundación Crecida 1:50 años. - ANEXO B.3: Mapa de Inundación crecida 1:100 años. - Mapas General y de Inundación	PDF PDF PDF ACAD
Directorio: REGISTRO FOTOGRAFICO	- Panorámicas - Presa	JPG JPG
Directorio: MEMORIA DE CÁLCULO HEC-RAS  - SECCIONES DE PLANETAS I- 2011 - RESULTADO HEC-RAS PLANETAS I- 2011	- Perfiles y secciones 1-100 - Resultados HEC-RAS	PDF EXCEL
Directorio: REPORTE PADE  - REPORTE PADE PLANETAS I – 2011	- Reporte Plan de Acción Durante Emergencias PADE y Anexos 2011	PDF

## **8.5. ANEXO E – DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVOS**

## ANEXO E – DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

En caso de no poderse contactar a la persona responsable en el flujo de comunicación para la respectiva alerta se debe proceder a comunicar con el superior jerárquico.

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
Salto del Francolí, S.A.	Roman Ricord	Gerente General	Oficina: 394-5880 /394-5881 Celular:6619-2924 Correo: roman. ricord@sdfeg.com
Salto del Francolí, S.A.	Edgardo Quiel	Jefe Planta	Oficina: 394-5880/394-5881 Celular:6619-2930 Correo:edgardo.quiel@sdfeg.com
Salto del Francolí, S.A.	Edgardo Quiel	Coordinador del PADE	Oficina: 394-5880/394-5881 Celular: 6619-2930 Correo: edgardo.quiel@sdfeg.com
Salto del Francolí, S.A.	Diomedes Castillo	Operador	Oficina: 394-5880/3945881 Celular: 6615-0037 Correo: operador.planetasl@sdfeg.com
Salto del Francolí, S.A.	Tyrone Vasquez	Operador	Oficina: 394-5880/394-5881 Celular: 6619-2930 Correo: operador.planetasl@sdfeg.com
Salto del Francolí, S.A.	Eladio Cedeño	Operador	Oficina: 394-5880/394-5881 Celular: 6619-2930 Correo: operador.planetasl@sdfeg.com
Salto del Francolí, S.A.	Bolivar Quiel	Operador	Oficina: 394-5880/394-5881 Celular: 6619-2930 Correo: operador.planetasl@sdfeg.com
ETESA – CND PANAMA	Carlos A. Barreto	Gerente	Oficina: 230-8100/8103 Celular: Correo: cbarreti@etesa.com.pa cnd@etesa.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Iván Jaramillo	Gerente	Oficina: 501-3849 Celular: Correo: ijaramillo@etesa.com.pa
SINAPROC CHIRIQUI	Abelardo Serrano	Director Provincial	Oficina: 774-7325/775-9071/774-3944 Celular: Correo:
SINAPROC PANAMA	Arturo Alvarado	Director Nacional	Oficina:316-3200 Celular: Correo: lcampillo_02@hotmail.com

<b>INSTITUCION O EMPRESA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>CONTACTO</b>
POLICIA NACIONAL DE DAVID	Rodrigo Jiménez	Mayor	Oficina:722-4036/722-7027 Celular: Correo:
BOMBERO DE DAVID	Dr. Manuel De La Cruz	Comandante	Oficina:775-4211 Celular: Correo:
BOMBEROS DE BOQUETE	Jorge E. Gonzalez	Mayor	Oficina:720-1277 Celular: Correo:
BOMBEROS PANAMA	Edgar Salazar	Capitán	Oficina: 512-6160 Celular: Correo
HOSPITAL REGIONAL CSS Dr. RAFAEL HERNANDEZ DE CHIRIQUÍ	Erick Miranda	Director Regional	Oficina:774-6067 Celular: Correo:
POLICLINICA ESPECIALIZADA Dr. PABLO ESPINOZA	Elián Calvo	Director Regional	Oficina:770-6217 Celular: Correo:
HOSPITAL DE CHIRIQUÍ	Rigoberto Martinez	Director Regional	Oficina:774-0128 Celular: Correo:
HOSPITAL CSS PANAMA	Guillermo Sáez Llorens	Director	Oficina: 503-60-32/2532 Celular: Correo: www.css.gob.pa
HOSPITAL SANTO TOMAS PANAMA	José Terán	Director	Oficina: 507-4122/5600 Celular: Correo: www.hst.gob.pa
MUNICIPIO DAVID	Licdo. Francisco Vigil	Alcalde	Oficina: 775-1013 Celular: Correo:
MUNICIPIO BOQUETE	Licdo. Manolo Ruíz	Alcaldesa	Oficina: 772-7001 Celular: Correo:
CENTRO DE SALUD DAVID	Dr. Agustin Saldaña	Director Regional	Oficina: 775-3794 Celular: Correo: www.minsa.gob.pa
CENTRO DE SALUD DE BOQUETE	Dr. Pedro Honnings	Director Regional	Oficina: 776-2107 Celular: Correo: www.minsa.gob.pa
CRUZ ROJA DE DAVID CHIRIQUÍ	Erick Pittí	Directora Regional	Oficina: 775-3737 Celular: Correo:



<b>INSTITUCION O EMPRESA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>CONTACTO</b>
CRUZ ROJA DE BOQUETE	Prof. Darmando Ríos	Presidente de Comité	Oficina: 775-8456 Celular: Correo:
CRUZ ROJA PANAMA	Jaime Fernández	Director	Oficina: 315-1429/1401 Celular: Correo:cruzroja@pa.gbnet.cc
MIVI CHIRIQUI	Jorge O. Montenegro	Director Regional	Oficina: 775-3651/775-1372 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MIVI PANAMA	Carlos Duboy	Director	Oficina: 579-9230/9202/0000 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MEDUCA CHIRIQUÍ	Gertrudis Rodríguez	Director Regional	Oficina: 775-4102/775-7517 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MEDUCA PANAMÁ	Lucynda Molinar	Ministra de Educación	Oficina: 511-4400/515-7300 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MOP CHIRIQUÍ	Roberto Lezcano	Directora Regional	Oficina: 775-4101 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
MOP PANAMÁ	Federico Suarez	Director	Oficina: 507-9400/9481 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
IDAAN CHIRIQUÍ	Zenón Gonzalez	Director Regional	Oficina: 7775-5280 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
IDAAN PANAMÁ	Manuel González Ruiz	Director	Oficina: 523-8570/8567 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
CORREGIDURÍA DE DAVID CENTRO	Porfirio Miranda	Corregidor	Oficina: 775-1012 Celular: Correo:
CORREGIDOR DE BOQUETE	Walkiria Castillo	Corregidora	Oficina: 720-1182 Celular: Correo:
HONORABLE REPRESENTANTE DAVID CENTRO	Miguel Medina	Representante	Oficina: 772-0647 Celular: Correo:
HONORABLE REPRESENTANTE BOQUETE	Marcial Suarez	Representante	Oficina: 720-1221 Celular: Correo:
SERVICIO AEREO NACIONAL	Belsio Giolis	Director General	Oficina: 211-6000/238-1000 Celular:

<b>INSTITUCION O EMPRESA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>CONTACTO</b>
			Correo:
SERVICIO MARITIMO NACIONAL	Alfonso Castillero	Director General de Marina Mercante	Oficina: 501-5033 Celular: Correo: