

# **PASO ANCHO HYDRO POWER CORP.**

## **CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO**

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

Preparado por:  
Ambrosio Ramos

Aramos Hidro, S.A.  
[aramos@aramoshidro.com](mailto:aramos@aramoshidro.com)

Rev. 0 – 06 ENERO, 2012

Rev. 1 – 13 ENERO, 2012

# **PASO ANCHO HIDRO POWER CORP.**

## **CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO**

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

Preparado por:  
Ambrosio Ramos

Aramos Hidro, S.A.  
[aramos@aramoshidro.com](mailto:aramos@aramoshidro.com)

Rev. 0 – 06 ENERO, 2012  
Rev. 1 – 13 ENERO, 2012

## Contenido

1. PROPOSITO DEL PADE.....	6
2. DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS DE LA CH PASO ANCHO.....	7
2.1. Ubicación Regional.....	7
2.2. Características de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho.....	9
2.2.1. Presa.....	11
2.2.2. Toma y Desarenador.....	13
2.2.3. Tubería de Conducción.....	13
2.2.4. Cámara de Carga.....	13
2.2.5. Túnel de Conducción.....	14
2.2.6. Tubería Forzada.....	14
2.2.7. Casa de Máquinas.....	15
2.2.8. Canal de Descarga.....	15
2.2.9. Línea de Transmisión.....	15
2.2.10. Caminos de Acceso Permanente.....	15
2.3. Equipos Hidroelectromecánicos.....	15
2.4. Equipos Electromecánicos Principales.....	16
3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.....	17
3.1. Geotécnicos.....	17
3.2. Hidrológicos.....	17
3.3. Hidráulicos.....	17
3.4. Sísmicos.....	18
3.5. Estructurales.....	20
3.5.1. Factores de Seguridad.....	20
3.5.2. Análisis de Estabilidad.....	20
4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE.....	22
4.1. Responsabilidades del Dueño.....	22
4.2. Responsabilidades de Notificación.....	22
4.3. Responsabilidades de Evacuación.....	22
4.4. Responsabilidades de Terminación y Seguimiento.....	22
4.5. Responsabilidad de Coordinador del PADE.....	22
5. DETECCION DE LA EMERGENCIA, EVALUACION Y CLASIFICACION.....	23

5.1. Definición de los Tipos de Alertas. ....	23
5.1.1. Alerta Blanca. ....	23
5.1.2. Alerta Verde. ....	24
5.1.3. Alerta Amarilla.....	24
5.1.4. Alerta Roja.....	24
5.2. Descripción de la Amenaza de Falla de la Presa.....	25
5.3. Desarrollo de la Amenaza de Crecida.....	25
5.4. Causas de Declaración de la Emergencia. ....	26
5.5. Determinación del Nivel de Emergencia. ....	27
5.5.1. Umbrales Para los Distintos Sucesos.....	27
5.5.2. Umbrales Asociados a Avenidas.....	27
5.5.3. Umbrales Asociados a Sismos. ....	28
5.5.4. Umbrales Asociados a la Inspección y Pruebas.....	28
5.6. Evaluación de las Emergencias.....	29
5.6.1. Indicadores del Nivel del Embalse:.....	29
5.6.2. Indicadores de Actividad Sísmica: ....	30
5.6.3. Inspección a las Estructuras: ....	30
5.7. Conclusión de la Amenaza de Falla. ....	30
6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA.....	31
6.1. Paso 1: Detección del Evento. ....	31
6.2. Paso 2: Determinación del Nivel de Emergencia. ....	31
6.3. Paso 3: Niveles de Comunicación y Notificación.....	31
6.3.1. Modelo de Notificación.....	32
6.3.2. Flujo de Notificaciones.....	33
6.4. Paso 4: Acciones Durante la Emergencia. ....	38
6.4.1. Definición de las Acciones de Emergencia: ....	38
6.4.2. Formulario de Registro de Evento.....	38
6.5. Paso 5: Terminación. ....	38
7. MAPA DE INUNDACION.....	40
7.1. Análisis Hidráulico. ....	40
7.1.1. Crecidas Extraordinarias.....	40
7.2. Resultados. ....	40
7.3. Mapas de Inundación.....	41
7.4. Descripción de la Zona Potencialmente Inundable.....	41
7.5. Recomendaciones para el Plan de Emergencia.....	41
8. ANEXOS. ....	42

- 8.1 ANEXO A - Formulario para Registro de Eventos
- 8.2 ANEXO B - Mapas de Inundación
- 8.4 ANEXO C - Planos Como Construido
- 8.5 ANEXO D - Análisis Hidráulico
- 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
F.S.	Factor de seguridad
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
Max.	Máximo
N	Norte
PADE	Plan de Acción Durante Emergencias
Q max	Caudal máximo
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
TR	Periodo de Retorno
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas
V:H	Vertical : Horizontal

## UNIDADES

g	aceleración de la gravedad de la tierra (9.81 m/seg <sup>2</sup> )
C	Cohesión
GWh	Giga Watt hora
Hz	Hertz
Kv	Kilovoltios
KVA	Kilovoltioamperios
Km	Kilometro
Km <sup>2</sup>	Kilometro cuadrado
mm	milímetro
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
Ø	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 Paso Ancho, 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 LAS ESTRUCTURAS DE LA CH PASO ANCHO.

### 2.1. Ubicación Regional.

La Central Hidroeléctrica Paso Ancho, se encuentra ubicada en el corregimiento de Volcán, en el distrito de Bugaba, provincia de Chiriquí, República de Panamá.

La Central Hidroeléctrica Paso Ancho, se encuentra en una finca propiedad de terceros, identificada como Finca El Palomar de propiedad de la Empresa Corporación Cafetalera, S.A. La misma está ubicada a aproximadamente a 3 kilómetros de la comunidad de Volcán y su acceso es, a través de una calle de asfalto desde la comunidad de Volcán hasta la rivera del río Chiriquí Viejo, en donde hay que cruzar el río utilizando vehículos de doble tracción. Adicionalmente la finca cuenta con otro acceso conformado por caminos de penetración desde el Sector de Ticingal.

**Cuadro Nº 1 - Ubicación de las Distintas Estructuras de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho**

<b>Obra</b>	<b>Latitud (N)</b>	<b>Longitud (E)</b>	<b>Elevación (msnm)</b>
Presa	973097	320310	1465.0
Inicio de Túnel	973058	319800	1456.0
Embalse	97385/973010	319900/319800	1464.8
Tubería de Presión	973043/973045	319133/319014	1449.8
Casa de Máquinas	973040	319020	1385.0
Canal de Restitución	973011	319770	1382.0

En el ANEXO B y Figura Nº 1 se presenta el plano de localización de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho.



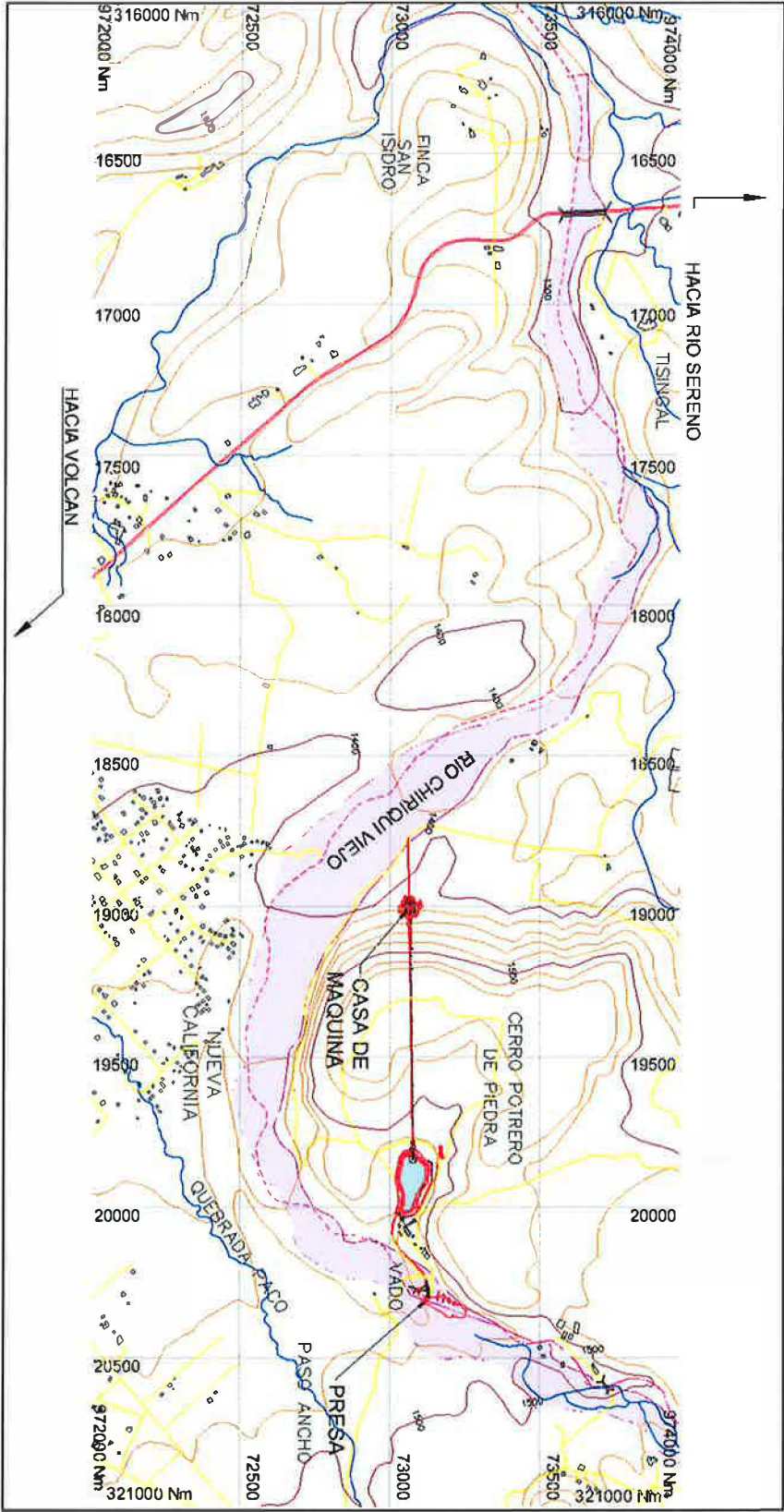


Figura N°1 – Localización de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho

## 2.2. Características de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho.

La Central Hidroeléctrica Paso Ancho, utiliza las aguas del río Chiriquí Viejo, para la generación de energía eléctrica.

A continuación se presenta información de importancia de la Central:

- Capacidad Instalada de 6.782 MW
- Planta Hidroeléctrica tipo “Filo de Agua”
- Generación Anual de 38.61 GWh
- 2 Turbinas Tipo Francis con una capacidad individual de 3391 kW
- Línea de Transmisión de 3.5 Km en 34.5 Kv a la Sub-estación Volcán de propiedad de EDECHI (Unión Fenosa)

La Central aprovecha las aguas en la parte alta de la cuenca del Río Chiriquí Viejo en la cota 1461 msnm, produciendo una potencia neta de 6.44 MW. Esto se obtiene con una caída bruta de 111.50 m entre los niveles de 1462.39 m máximo, una caída neta aproximada de 103 m y un caudal de diseño máximo de 9 m<sup>3</sup>/s.

Las obras civiles del proyecto la componen el sitio de presa, en donde se captan las aguas del río Chiriquí Viejo y se encauzan hacia un Desarenador, para después llevarlas por medio de una conducción en tubería tipo Rib Loc enterrada hasta un Embalse o Reservorio que permite un almacenamiento para la flexibilidad de la operación. Del Embalse o Reservorio, se conducen las aguas por medio de un túnel revestido hacia la tubería de presión, y esta a su vez, transporta las aguas hacia la Casa de Máquinas y el Canal de Restitución.

Las principales características de esta Central se resumen a continuación en el siguiente Cuadro.

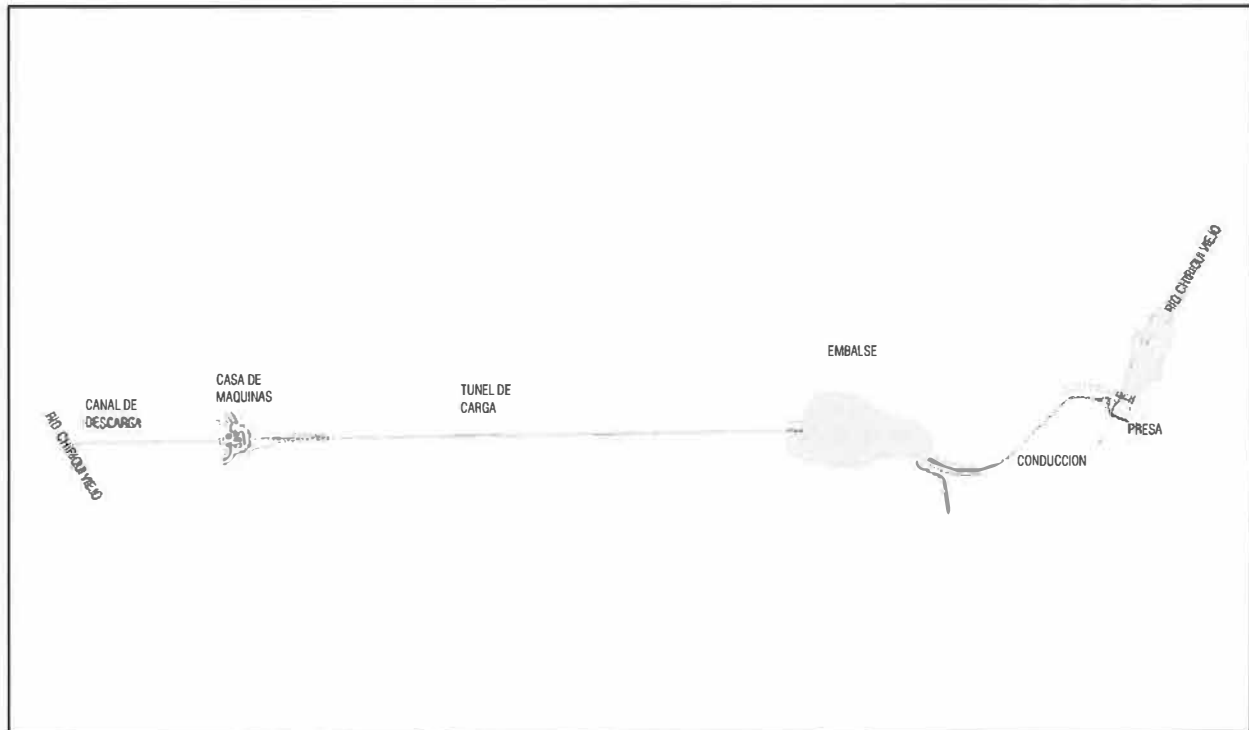
**Cuadro Nº 2 – Características Principales de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho**

Descripción	Unidades	Dato
Recurso de Agua	-	río Chiriquí Viejo
<b>Línea de Conducción</b>		
Longitud de la Tubería Rib loc	m	270
Diámetro de la Tubería Rib loc	m	2.50
<b>Cámara de Carga</b>		
Volumen Útil	m <sup>3</sup>	84.582
Espesor de la Lámina	mm	1.5
<b>Tubería de Presión</b>		
Longitud	m	683
Diámetro	m	2.80
Número	Und.	1

Diámetro (acero)	m	2.00
<b>Casa de Máquinas</b>		
Tipo	-	Superficial,
Longitud	m	24.50
Ancho	m	24.00
<b>Canal de Descarga de la Casa de Maquinas</b>		
Longitud	m	225
Ancho	m	3.5
Talud (sección trapecial)	m/m	1H:1V
Caída bruta	m	111.50
Caudal de diseño máximo	m <sup>3</sup> /s	9
Tipo de Turbina	-	Francis de eje horizontal
Número	m	2
Capacidad firme	MW	6.44
Potencia instalada en cada unidad	kw	3391

La Figura N°2, presenta un esquema general de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho.

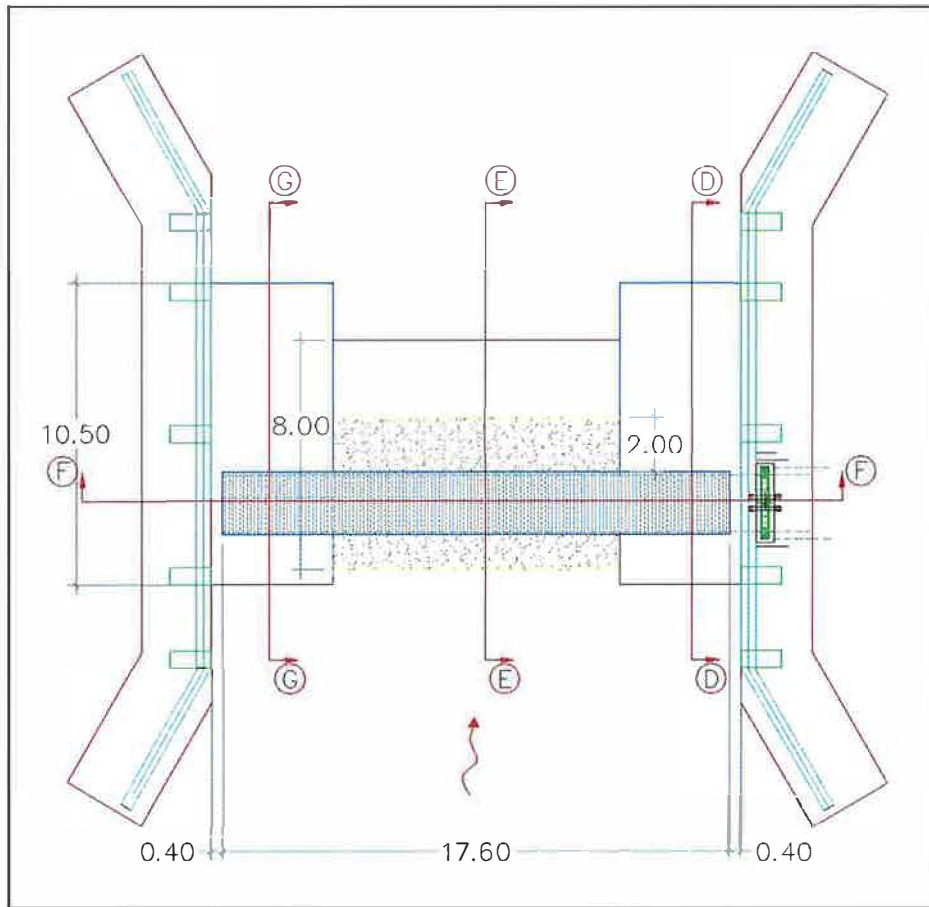
**Figura Nº 2 – Esquema General de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho**



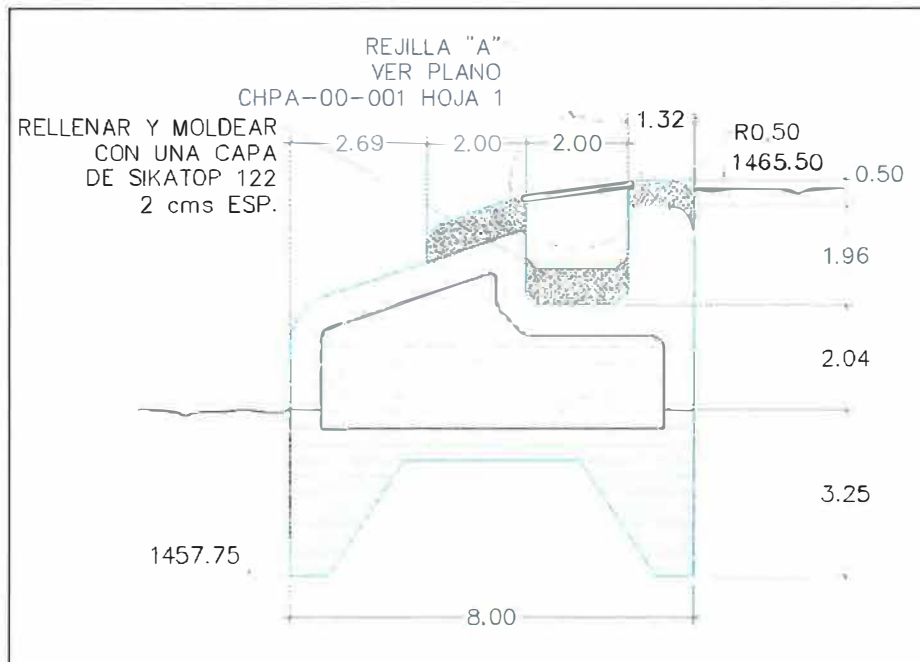
### **2.2.1. Presa.**

La presa de derivación es una estructura monolítica de 18.4 m de longitud, 10.5 m de ancho en la sección vertedora y 8 m en la sección con la toma de fondo, flanqueada por dos muros de encauce. El cuerpo central tiene una altura sobre el lecho del río que varía de 2.0 m a 4.0 m y una longitud de 10.0 m. Los dos cuerpos laterales de 4.3 m cada uno, tienen una altura sobre el nivel del río que varía de 2.0 m a 4.5 m. El núcleo de la presa es de concreto ciclópeo con un concreto de piel de alta resistencia y acero de refuerzo. (Ver Figuras Nº 5 y 6)

**Figura N°5 – Vista de Planta de la Presa**



**Figura N°6 – Sección Central de la Presa**



La presa cuenta con dos muros de encause de 9.0 m de altura, los cuales se construyeron integrados a la presa, con rellenos laterales hechos con material del sitio tipo aluvión graduado y cara externa con rip rap de bloques seleccionados de 0.6 m de diámetro mínimo. Estos muros están provistos de contrafuertes con el propósito de disminuir el efecto de voladizo.

Entre las estructuras auxiliares que forman parte del Sitio de Presa se encuentran:

- **Islote de Protección:** Consiste en un cúmulo de material aluvial en forma de isleta, el cual sirve de elemento de derivación en el cauce del río en caso de avenidas extraordinarias. Su nivel máximo se define en la cota 1467 msnm.
- **Espigones:** Se colocaron 4 espigones de concreto ciclópeo aguas arriba de la presa de gravedad, en el margen derecho del lecho del río, como elementos de protección ante la posibilidad de erosión del talud. Estos elementos en condiciones regulares funcionan como disipadores de energía.
- **Alcantarilla de cuadro:** Este elemento parte de la conducción, y sirve de unión entre la presa de gravedad y el desarenador. Su función es transportar el agua tomada en la presa por medio de la toma de fondo y transportarla hacia desarenador. Esta alcantarilla tiene una compuerta que permite impedir que el agua entre al proyecto en caso de una creciente extraordinaria, o bien aislar las estructuras para revisión o reparación.

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

Se tendrá una toma de fondo central en la presa de 17.60 m de longitud, elevación 1462.95 msnm.

El Desarenador consiste en una estructura de concreto reforzado, con una longitud de 28 m. Su función es la de eliminar sedimentos de 0.1 mm y gravillas del caudal a turbinar. Tiene un vertedor lateral en la cota 1464 msnm para evacuar excedencias, y en uno de sus muros laterales se instaló una compuerta de acero, para brindar la posibilidad de limpieza de los sedimentos acumulados en el mismo. Se opera desde la central hidráulica de la compuerta de entrada en la alcantarilla de cuadro.

### **2.2.3. Tubería de Conducción.**

Tiene 270 m de longitud y constituye un conducto de sección circular de 2.5 m de diámetro interno. La tubería de conducción es de Rib Loc reforzada. Luego del desarenador se inicia una transición en canal rectangular hasta llegar a la sección circular de la tubería.

### **2.2.4. Cámara de Carga.**

Tiene un volumen útil de 84.582 m<sup>3</sup>, revestido por medio de una membrana lisa de polietileno de alta densidad, PEAD de 1.5 mm de espesor para asegurar la estanqueidad en el reservorio.

Entre las estructuras auxiliares que forman parte del Embalse están la estructura de limpieza y reguladora, y la obra de toma del túnel.

- Estructura de Limpieza: La estructura de limpieza consiste en una estructura que provee la posibilidad de limpieza del embalse, esto se realiza por medio del arrastre que produce el fluido al momento de abrir una compuerta ubicada en la base de la estructura. También cuenta con un vertedor de excedencia, el cual se diseñó para asegurar el nivel máximo del embalse.
- Estructura de toma del túnel: La toma del túnel es de tipo torre, consta de una embocadura hacia el mismo para evitar el fenómeno de vorticidad. Comprende una estructura de concreto con una profundidad de 7.56 m hasta el nivel o cota de inicio del túnel de conducción (1448.18 msnm). Está equipada con una parrilla de acero de 5m para evitar el ingreso de objetos flotantes al túnel que puedan dañar los alabes de la turbina.

### **2.2.5. Túnel de Conducción.**

Tiene una longitud total de 683 m y se considera como un túnel sometido a baja presión, se ubica bajo el cerro Potrero, fue excavado manualmente y revestido con doble capa de concreto lanzado con fibra más arcos de acero, su diámetro final es 2.8 m, el piso es una losa de concreto convencional. Se previeron inyecciones de contacto en el espacio existente entre los arcos de acero y el material rocoso para asegurar su contacto estructural, así como también para limitar las posibles fugas con un máximo de 50 l/s/km e infiltraciones de agua que no deberán exceder 5l/s/km.

### **2.2.6. Tubería Forzada.**

La tubería forzada es de acero y tiene una longitud total de 100 metros desde la toma en cámara de carga hasta la bifurcación antes de casa de máquinas. De allí en adelante la tubería se ramifica en dos tuberías de acero de 1.20 metros.

La tubería de presión comprende tres tramos, el primero de ellos comprende la transición entre el túnel y el codo de inflexión superior, este conducto es de sección circular de 2.0 m de diámetro, salvo una pequeña porción de la misma que hace la reducción del diámetro interno del túnel de 2.8 m a 2.0 de la tubería.

El segundo tramo tiene una sección circular de 2.0 m de diámetro y está implantada en una trinchera a cielo abierto, la cual es revestida con una capa de concreto lanzado para mejorar la estabilidad de los taludes.

El tercer tramo difiere del anterior en tan solo que la trinchera que se implantó está enterrada, y en la que se colocó una camisa de concreto reforzado como blindaje adicional a la tubería de acero hasta el bifurcador. Este bifurcador divide la tubería en dos ramales de 1.2 m de diámetro con una longitud de 27.79 m cada uno, los que terminan en las válvulas de admisión de cada una de las turbinas.

### 2.2.7. Casa de Máquinas.

La casa de máquinas está ubicada al margen derecho de Río Chiriquí en una terraza aluvial bastante protegida con relación al cauce principal del río. La misma tiene una longitud de 24.50 m, un ancho de 24.0 m y una altura máxima de 11.85 m; abriga dos grupos de turbinas –generador tipo Francis de eje horizontal, cada una con una potencia de 3.391 MW para una potencia total de la central de 6.44 MW, sus respectivos generadores, paneles de control y demás accesorios para su operación. Las aguas se restituyen a una cámara con una pendiente ascendente entre los niveles 1378.46 y 1380.99 msnm.

### 2.2.8. Canal de Descarga.

El canal de restitución fue excavado en una amplia llanura aluvial, y es de sección trapezoidal con una ancho de base de 3.5 m y pendientes laterales de 1H:1V. La longitud total es de 225 m, hasta el punto de entrega en el cauce principal del Río Chiriquí.

### 2.2.9. Línea de Transmisión.

La línea de transmisión de 34.5 kV, con una longitud de 3.5 k.m. desde la casa de máquina hasta la subestación Volcán, la cual cumple con las exigencias de diseño establecido en el Contrato con la Empresa de Distribución Eléctrica Chiriquí, S.A., (EDECHI).

### 2.2.10. Caminos de Acceso Permanente.

Los caminos existentes se encuentran en buen estado revestidos en material selecto propio del área.

## 2.3. Equipos Hidroelectromecánicos.

Los equipos hidromecánicos de la CH Paso Ancho se presentan en el Cuadro N°3:

**Cuadro N°3 – Características de los Equipos Hidromecánicos**

Equipo	Cantidad	Dimensiones (m)	
		Ancho	Altura
Rejilla en la toma	1	1.25	2.15
	1	1.25	1.97
Rejilla en la salida del desarenador	2	1.40	



Compuerta plana en la toma	1	2.40	2.20
Compuerta plana en el desarenador para limpieza	1	0.80	0.70
Compuerta plana en la cámara de carga (vertedero de excedencias).	1	1.30	1.20
Compuerta plana en la cámara de carga (salida-entrada al túnel).	1	2.70	2.50

## 2.4. Equipos Electromecánicos Principales.

Los equipos electromecánicos principales de la CH Paso Ancho se presentan en el Cuadro N°4:

**Cuadro N°4 – Características de los Equipos Electromecánicos Principales**

Equipo	Cantidad	Descripción
Turbina	2	Turbina Francis de Eje Horizontal Salto neto nominal: Hn = 76.9 m Caudal nominal Qn = 4919 l/s Potencia nominal Pn = 3391 KW Velocidad n = 600 rpm
Alternador Síncrono	2	Potencia: 3600 KVA Tensión: 2140 V Frecuencia: 60Hz Velocidad: 600 rpm Factor de potencia: 0.85
Puente Grúa	1	Capacidad: 25 toneladas.

### 3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.

#### 3.1. Datos Geotécnicos.

El terreno de cimentación es un manto de aluviones compactados. En las márgenes derecha e izquierda se presentan rocas coluviales expuestas y soldadas entre sí.

Capacidad de soporte:  $Q_{adm} = 15 \text{ ton/m}^2$  ; FS = 3.

Angulo de fricción del aluvión:  $\phi = 38^\circ$ .

Coefficiente de fricción:  $f = \tan \phi = 0.78$

Coefficiente de resistencia pasiva:  $k_p$

$$k_p = \tan^2 (45^\circ + \phi / 2) = 4.20$$
$$f \text{ diseño} = 0.78 / 1.2 = 0.65 \quad \text{FS} = 1.2 \text{ (fricción)}$$
$$k_p \text{ diseño} = 4.2 / 2.0 = 2.10 \quad \text{FS} = 2.0 \text{ (resistencia pasiva)}$$

Peso volumétrico del aluvión compactado  $1.6 \text{ ton/m}^3$ .

#### 3.2. Hidrológicos.

Se han estimado los caudales máximos para el sitio de presa usando el Método de Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá propuesto por el Departamento de Hidrometeorología de ETESA para el período 1971-2006. En el Cuadro N° 5 se presentan los eventos máximos para diferentes períodos de retorno.

**Cuadro N° 5- Caudales Máximos en Sitio de Presa**

Período de Retorno (años)	Caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
50	159.65
100	180.32
1,000	251.59

#### 3.3. Hidráulicos.

**Cuadro N° 6 - Presa Vertedero**

Caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Nivel en Vertedero (msnm)	Comentario
159.65	1468	Ataguía Cerrado
180.32	1468	Ataguía Abierto

Se ha dejado una ataguía fusible a 200 metros aguas arriba de la presa a la elevación 1472.00 msnm. Cuando la crecida supere la cota de cierre de la ataguía, esta se romperá y aliviará la crecida por un canal en el lecho del río a la izquierda de la presa.

### 3.4. Sísmicos.

De acuerdo con el Reglamento Estructural Panameño Rep. - 2004.

En la tabla 4.1.4.1 se obtienen para Boquete los siguientes datos:

$$As = 0.18 \text{ g y } Av = 0.20 \text{ g en donde}$$

As = Aceleración Pico Efectiva: Aceleración pico efectiva es un coeficiente que representa el movimiento del terreno en un periodo de 0.1 a 0.5 segundos, según lo determina la sección 4.1.4.1 del Reglamento Estructural Panameño REP-2004.

Av = Aceleración Pico Efectiva Relativa a la Velocidad: Coeficiente que representa el movimiento del terreno en un periodo de 1,0 segundo, según lo determina la sección 4.1.4.1 del Reglamento Estructural Panameño REP-2004.

Como la presa es muy rígida, de bajo período de vibración, usar  $As = 0.18 \text{ g}$ .

- Factor de Amplificación por tipo de suelo:  
Tipo del suelo: Tipo C, suelo muy denso.  
Según la tabla 4.1.4.2.3.A  $Fa = 1.2$   
Donde  $Fa$  = es el factor de amplificación por tipo de suelo  
 $As = 0.18 \times 1.2 = 0.22$   
 $As = 0.22 \text{ g}$   
Aceleración vertical = 50%  $As$   
 $A. \text{ vert} = 0.11 \text{ g}$
- Sismo Extremo:  
La posibilidad de que ocurra un sismo que exceda el sismo de diseño se considera utilizando una aceleración efectiva 50% mayor.

**Cuadro Nº 7 - Categoría de Desempeño Sísmico**

<b>Tabla 4.1.4.</b>			
<b>Valor de <math>A_v</math></b>	<b>Categoría según la tabla 1-1</b>		
	<b>I Ó II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
$A_v < 0.05$	A	A	A
$0.05 \leq A_v \leq 0.10$	B	B	C
$0.10 \leq A_v \leq 0.15$	C	C	D
$0.15 \leq A_v \leq 0.20$	C	D	D
$0.20 \leq A_v$	D	D	E

**Cuadro Nº 8 - Coeficiente de Aceleración**

<b>Tabla 4.1.4.1</b>		
<b>Ciudad</b>	<b><math>A_s</math></b>	<b><math>A_v</math></b>
Aguadulce	0.14	0.14
Aligandi	0.19	0.19
Almirante	0.21	0.22
Bocas del Toro	0.21	0.21
Boquete	0.18	0.20
Changuinola	0.24	0.28
Chepo	0.20	0.28
Chiriquí Grande	0.18	0.20
Chitré	0.15	0.15
Chorrera	0.13	0.15
Colón	0.15	0.20
Concepción	0.22	0.28
Coronado	0.12	0.15
David	0.21	0.27
El Real	0.22	0.27
El Valle	0.12	0.14
Jaqué	0.22	0.28
La Palma	0.21	0.27
Las Tablas	0.17	0.20
Panamá	0.15	0.20
Penonomé	0.11	0.14
Portobelo	0.17	0.19
Puerto Armuelles	0.25	0.34
Puerto Obaldía	0.21	0.22
Santiago	0.15	0.18
Soná	0.17	0.19
Tonosí	0.20	0.20

### 3.5. Estructurales.

#### 3.5.1. Factores de Seguridad.

**Cuadro Nº 9 - Factores de Seguridad – Presa Paso Ancho**

	<b>Condición Normal (Sin Sismo)</b>	<b>Condición Normal (Sismo de Diseño)</b>	<b>Condición Normal (Sismo Extremo)</b>
F.S. FLOTACIÓN	3.2	3	2.9
FS. VOLCAMIENTO	3.7	2.9	2.7
F.S. DESLIZAMIENTO	6	3.1	2.1

#### 3.5.2. Análisis de Estabilidad.

Los cálculos de estabilidad fueron proporcionados por Paso Ancho Hydro Power Corp. Y ejecutados por la empresa SETECOOP.

A continuación se presentan un cuadro comparativo entre los factores de seguridad al deslizamiento calculados vs los factores de seguridad al deslizamiento recomendados por la ASEP en las Normas de Seguridad de Presas.

**Cuadro Nº 10 – Resumen del Análisis de Estabilidad de la Presa Paso Ancho**

<b>Tipo de Análisis</b>	<b>F.S. Deslizamiento</b>		<b>Cumple?</b>
	<b>Resultado</b>	<b>Admisible (ASEP)</b>	
CONDICIÓN NORMAL: Operación Normal + Carga Hidráulica + Sub-presión	6	FS>=1.35	Sí
CONDICIÓN EXTREMA: Operación Normal + sismo máximo de operación	2.1	FS>=1.00	Sí

#### Resumen de Resultados

Basados en las Normas de Seguridad de Presas y en los resultados obtenidos por la empresa SETECOOP, se puede concluir que la presa Paso Ancho es estable.

SETECOOP en el documento Consideraciones Estructurales y Factores de Seguridad de la Presa de Derivación, agrega la siguiente nota:

Para condiciones de avenida extraordinaria el cuerpo de la presa queda totalmente sumergida en el fondo de la corriente de agua; con lo cual se aplica el Principio de Arquímedes. El resultado es similar al

obtenido con la presa sumergida en 50 cm de agua, pues se aplica el peso de columna de agua que compensa la supresión.

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

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

Paso Ancho Hydro Power Corp., 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.

Paso Ancho Hydro Power Corp., 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.**

Paso Ancho Hydro Power Corp., 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 Paso Ancho.

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

Paso Ancho Hydro Power Corp., es responsable por dar seguimiento, terminar y reportar los detalles relacionados a la emergencia.

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

Paso Ancho Hydro Power Corp., ha establecido como responsable para coordinar el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE), a la Lic. Betty Malca; 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 Paso Ancho 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 Paso Ancho 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 Paso Ancho, 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 Paso Ancho, 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 1467.00 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 0.11g 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 1468.00 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 0.11g 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 1469.00 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 0.22g. 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 1470.00 msnm. El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse. 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 0.22g. 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 Paso de Ancho, 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.

El análisis de estabilidad de la presa ha sido verificado con los requerimientos de ASEP para estas estructuras, por lo que se considera una presa de Seguridad Permanente. Adicionalmente su rompimiento no ocasionaría riesgo al público aguas abajo por no tener embalse.

Basados en las consideraciones anteriores no se requiere evaluar el fallo de la presa como un escenario de emergencia en este plan.

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

La categorización de la presa de Paso Ancho 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.



**Foto N° 1 – Vista de la Presa y Toma - Paso Ancho**

Para los escenarios de análisis de emergencia se considera como crecida ordinaria y extraordinaria: 1:50 y 1:100 años.

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

Los operadores y el Oficial de Seguridad de la presa Paso Ancho 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 N° 11 a continuación.

**Cuadro N° 11 - Causas de Emergencia**

<b>EXÓGENAS</b>	
<b>ATENCIÓN PREFERENTE</b>	<b>ATENCIÓN NORMAL</b>
1. AVENIDA	3. SISMO
2. PRECIPITACIÓN LOCAL EXTREMA	4. FUEGO/ VANDALISMO/ SABOTAJE/ GUERRA
<b>ENDÓGENAS</b>	
<b>ATENCIÓN PREFERENTE</b>	<b>ATENCIÓN NORMAL</b>
<b>ESPALDONES DE MATERIALES SUELTOS</b>	
5. DESLIZAMIENTOS	8. ASENTAMIENTOS

6. ARRASTRE DE MATERIALES POR FILTRACIONES	
7. EROSIÓN DEL PARAMENTO AGUAS ABAJO	
<b>TERRENO DE CIMENTACIÓN</b>	
	9. MOVIMIENTOS O DETERIORO DEL TERRENO
<b>ALIVIADERO</b>	
	10. PROBLEMAS DE EVACUACIÓN
<b>EQUIPOS Y ACCESOS</b>	
11. PROBLEMAS DE AUSCULTACIÓN	12. PROBLEMAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO
	13. PROBLEMAS DE ILUMINACIÓN
	14. PROBLEMAS DE TELECOMUNICACIONES
	15. PROBLEMAS DE ACCESO
<b>EXPLOTACIÓN</b>	
	16. 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.

La presa de Paso Ancho tiene una regla y sistema de medición de nivel de agua en la toma. Basados en los niveles de agua en la toma se confecciona el cuadro de umbrales asociados a crecidas.

**Cuadro N° 12 – Resumen de umbrales asociados a las avenidas**

Tipo de alerta	Indicador	Umbral
Blanca	Nivel del Embalse	1467.00 msnm
Verde	Nivel del Embalse	1468.00 msnm
Amarilla	Nivel del Embalse	1469.00 msnm
Roja	Nivel del Embalse	1470.00 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 0.11 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 0.11g 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 0.22g. 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 0.22 g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales o grietas y filtraciones a presión.

**Cuadro N° 13 - Resumen de umbrales asociados a Sismos.**

Tipo de alerta	Indicador	Umbral
Blanca	Aceleración	$a < 0,11 \text{ g}$
Verde	Aceleración	$0,11 \text{ g} < a < 0,15 \text{ g}$
Amarilla	Aceleración	$0,15 \text{ g} < a < 0,22 \text{ g}$
Roja	Aceleración	$a > 0,22 \text{ g}$

### 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 14 - Resumen de umbrales asociados a la inspección y pruebas.**

<b>INSPECCIÓN DEL EMBALSE</b>
Descenso anómalo del nivel de embalse
<b>INSPECCIÓN DE LA PRESA VERTEDERO</b>
Movimientos o roturas del aliviadero o en el cuenco amortiguador
Pérdida de alineaciones en coronación
Agrietamiento profundo del hormigón
Fisuración o irregularidades superficiales del hormigón
<b>INSPECCIÓN DEL PIE DE PRESA</b>
Humedades superficiales en el hormigón
Concentración de filtraciones al pie de la presa
Burbujeo en el contacto del pie de presa con el terreno
Turbidez de las filtraciones
Dolinas al pie de la presa o aguas abajo
Agrietamiento profundo del hormigón
Fisuración o irregularidades superficiales del hormigón
Levantamiento relativo del terreno al pie de la presa
<b>INSPECCIÓN AGUAS ABAJO DE LA PRESA</b>
Filtraciones aguas abajo de la presa
Turbidez de las filtraciones
Movimientos o roturas en el cuenco amortiguador
<b>INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA TOMA HIDROELÉCTRICA</b>
Mal estado de conservación de la toma hidroeléctrica sin afección inicial a la capacidad de evacuación
Mal funcionamiento de indicadores de la toma hidroeléctrica
<b>INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE ÁMBITO GENERAL EN INSTALACIONES Y ACCESOS</b>
Fallos en la línea eléctrica de suministro
Fallos en la distribución eléctrica
Fallos en la iluminación
Fallos en las telecomunicaciones
Deterioro de los accesos a la presa
Interrupción de los accesos a la presa por inundación u obras

## 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 del 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, canal de conducción o cámara de carga.

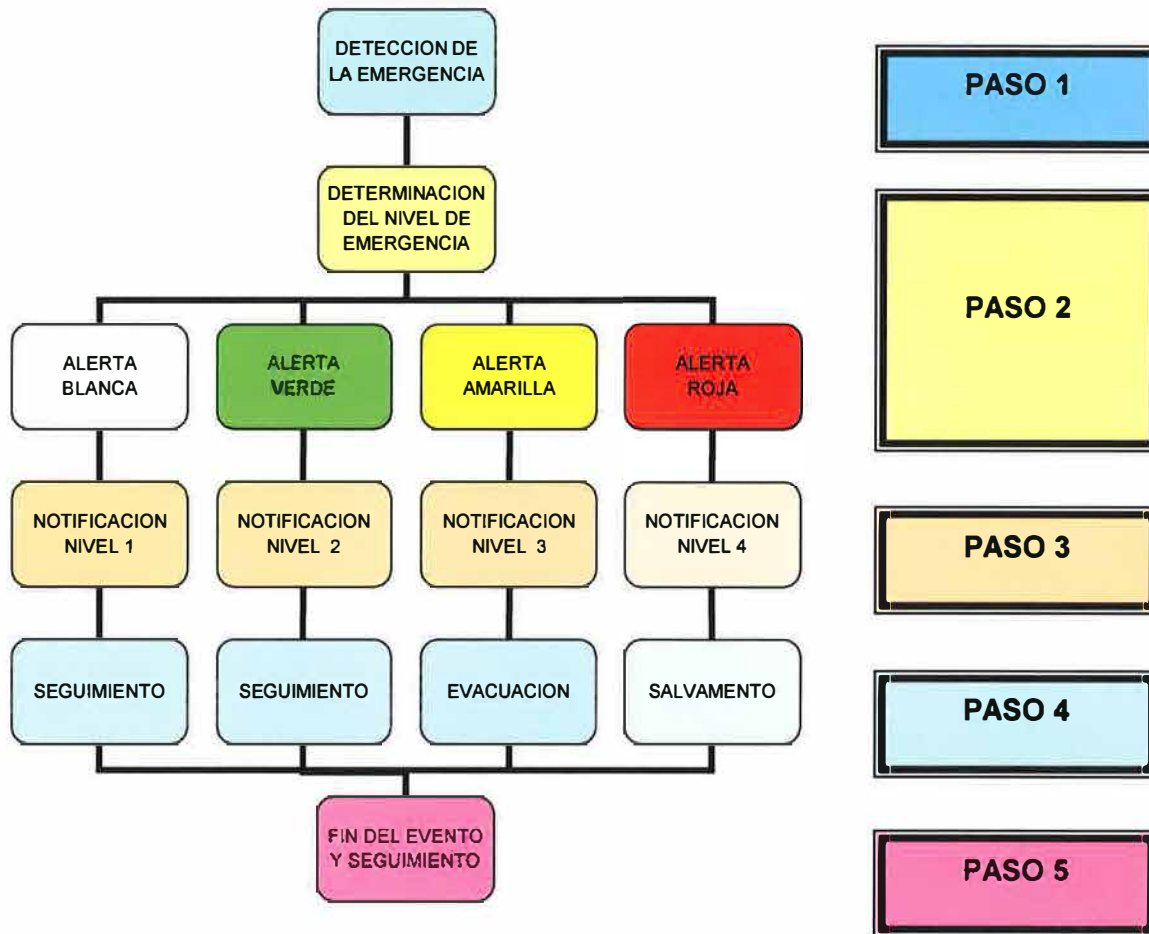
### **5.7. Conclusión de la Amenaza de Falla.**

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 Paso Ancho.

## 6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA.

Durante el desarrollo de una emergencia en la presa de la CH Paso Ancho 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 Paso Ancho. 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.



### 6.3.1. Modelo de Notificación.

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

Una vez clasificada la alarma, Paso Ancho Hydro Power Corp. procederá a notificar y a alertar a la población, a las entidades responsables de manejo del agua y a los organismos de protección pública.

Paso Ancho Hydro Power Corp., notificará el nivel de alerta de acuerdo a la siguiente lista:

**Cuadro Nº15 - Modelo de Notificaciones**

<b>Alerta</b>	<b>Nivel</b>	<b>Modelo de Notificación</b>
Blanca	1	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho localizada sobre el río Chiriquí Viejo, 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) 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: 263-4208/263-4337/6030-0428
Verde	2	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho localizada sobre el río Chiriquí Viejo,, 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) 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: 263-4208/263-4337/6030-0428
Amarilla	3	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho localizada sobre el río Chiriquí Viejo,, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Amarilla. 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: 263-4208/263-

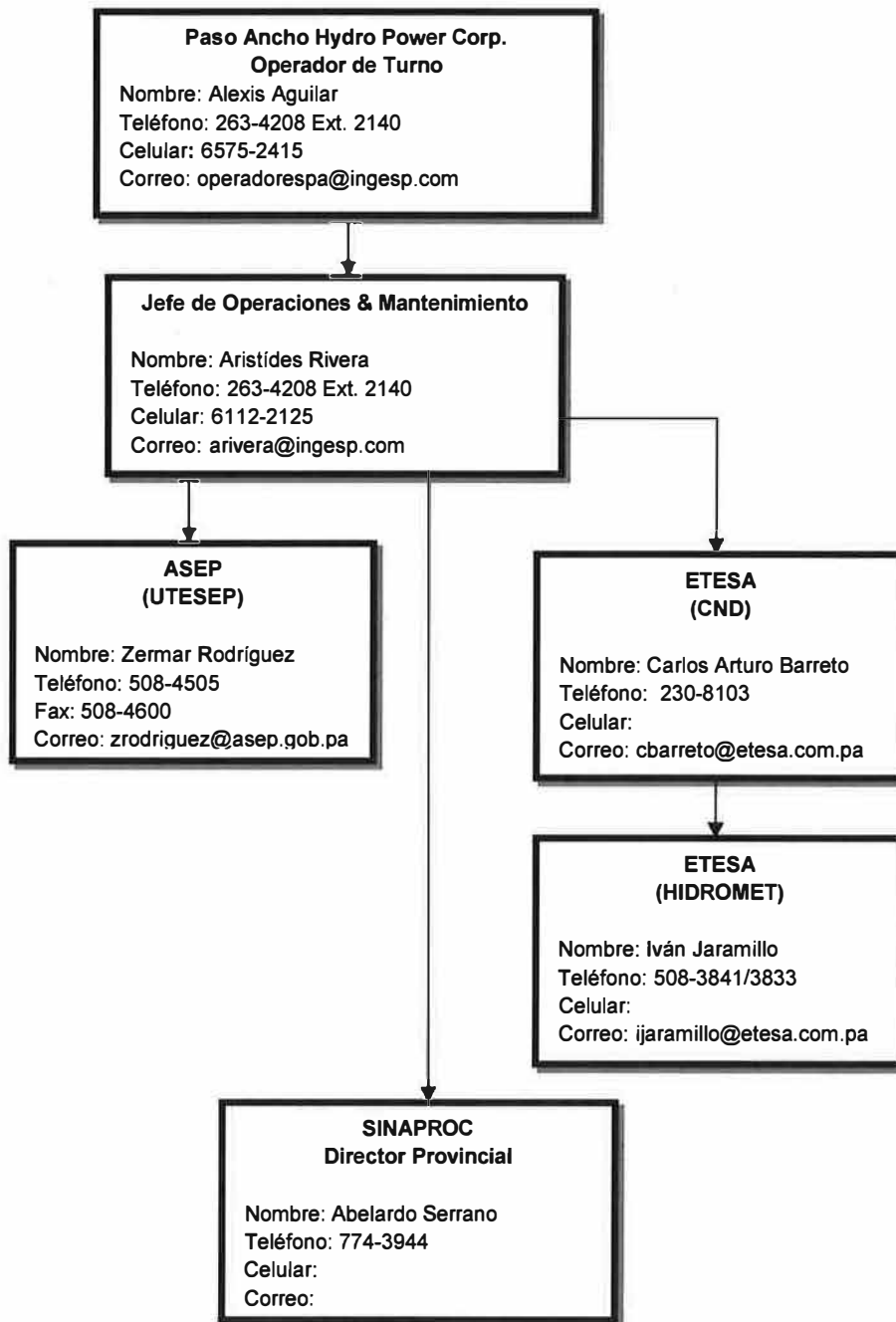
		4337/6030-0428
Roja	4	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho localizada sobre el río Chiriquí Viejo, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Roja.</p> <p>La falla de la presa es inminente o a iniciado 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 y control.</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: 263-4208/263-4337/6030-0428</p>

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

### 6.3.2. Flujo de Notificaciones.

## ALERTA BLANCA

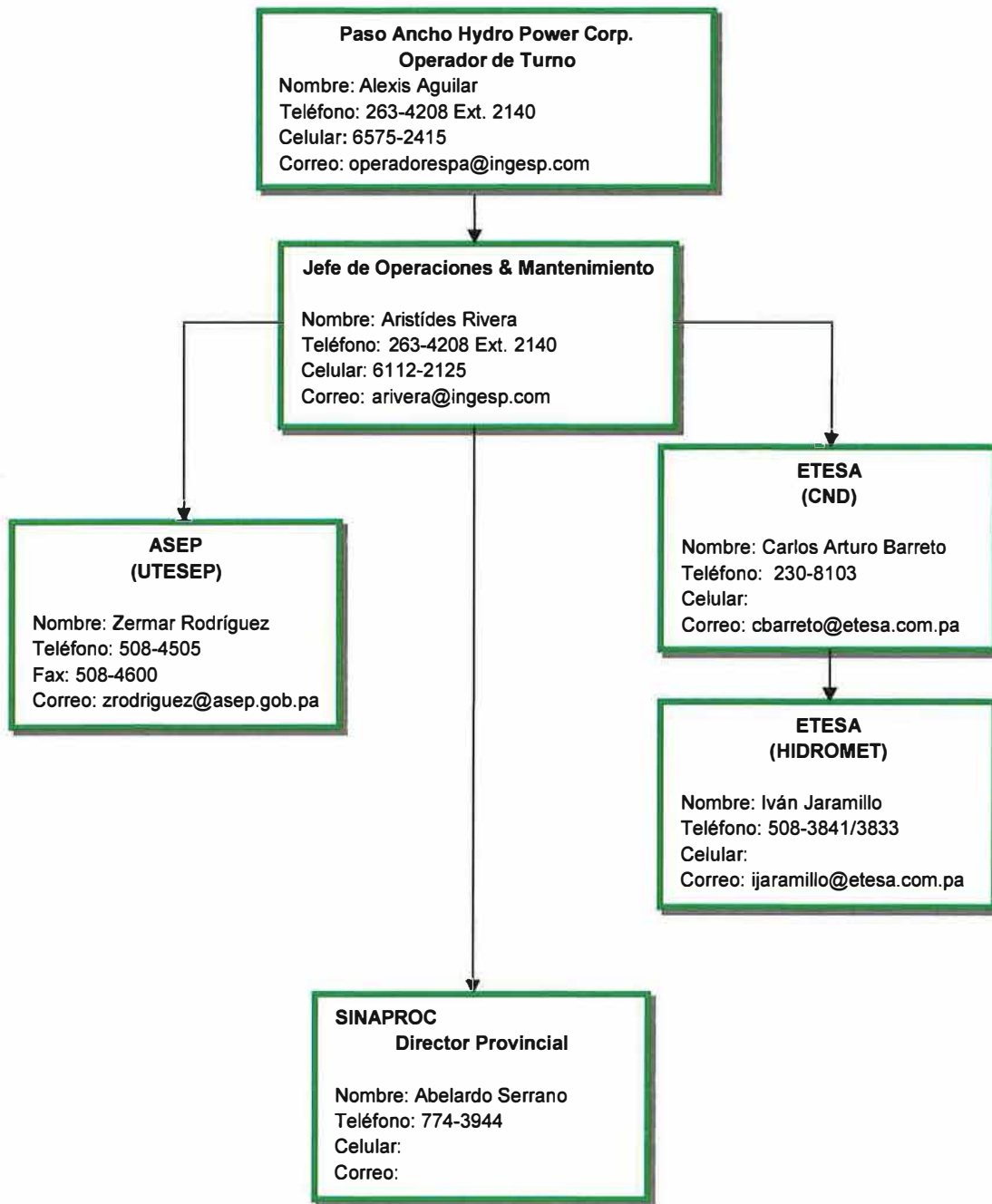
### Directorio de Notificaciones para el Nivel 1



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

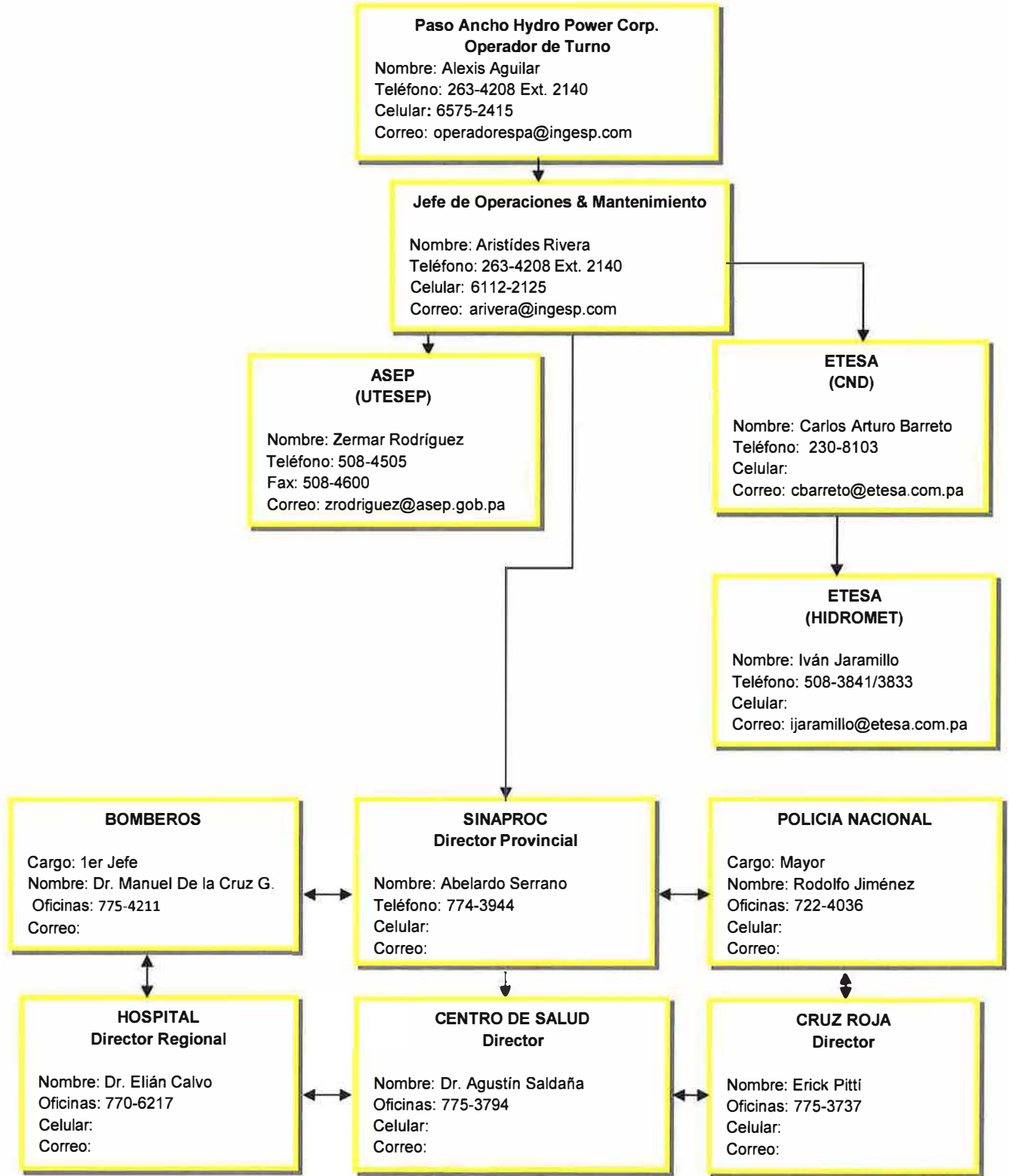
## ALERTA VERDE

### Directorio de Notificaciones para el Nivel 2



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

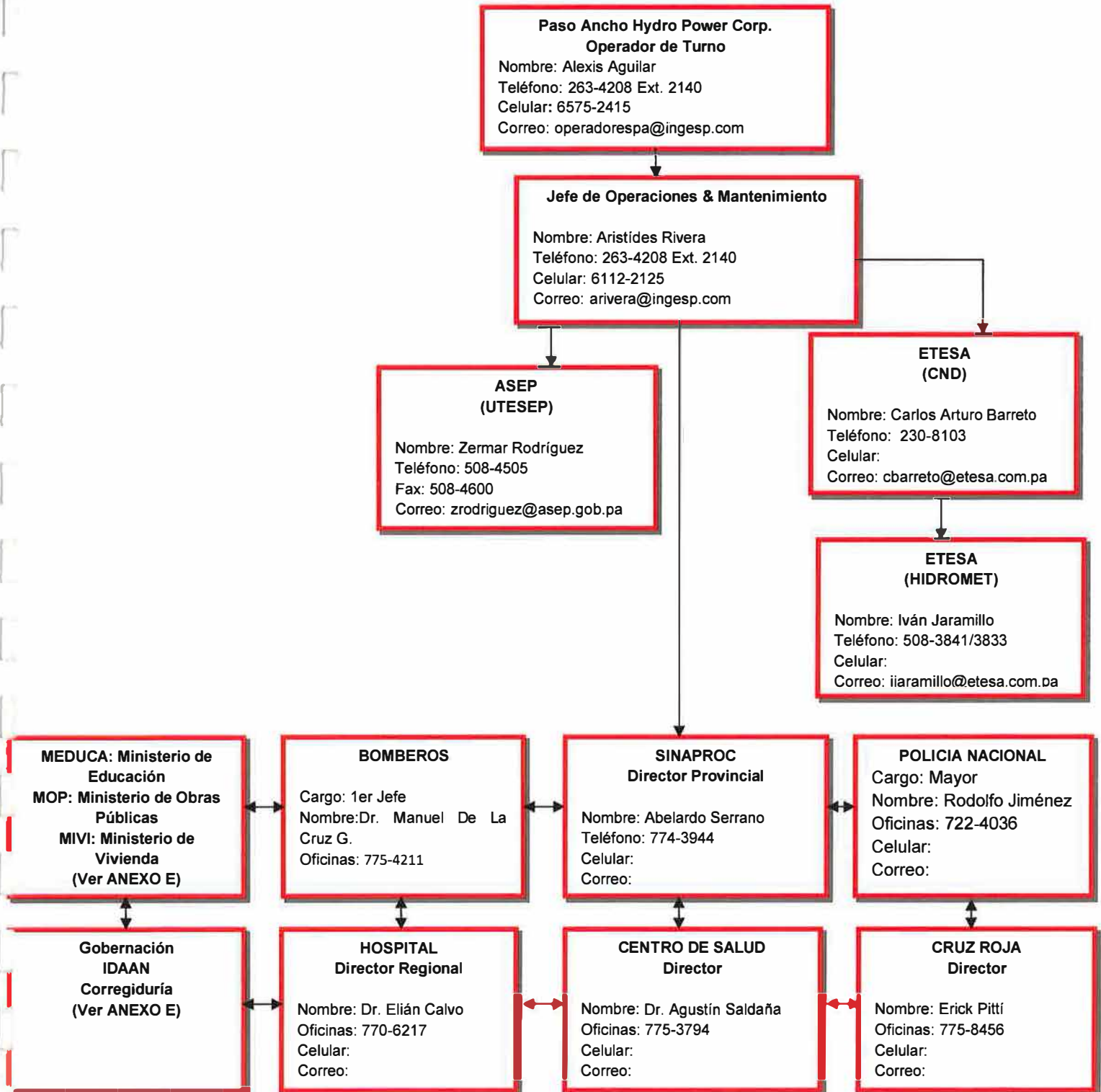
### ALERTA AMARILLA Directorio de Notificaciones para el Nivel 3



**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 desarrollo de la emergencia se realizarán las siguientes acciones de vigilancia y control hasta finalizar el evento:

**Cuadro Nº 16-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 y control

### 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.

### 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 Paso Ancho, se realizaron tomando en cuenta los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad Operacional:

**Cuadro Nº 17 - 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 Paso Ancho.

### 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 18.

**Cuadro Nº 18 - Descarga para Crecidas de Diseño**

Período de Retorno (años)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
50	159.65
100	180.32
1,000	251.59

### 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**

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

- Levantamiento topográfico realizado en el año 2011, en el sitio de toma.
- Cartografía de los mapas 1:50,000 de la Provincia de Chiriquí (mosaico de Volcán) del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG).
- Planos como construidos de las estructuras de la Central.
- Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas.
- Mapa demográfico del Departamento de Cartografía de la Contraloría General de La República.
- Archivos ACAD utilizado por la Contraloría General de La República, para la realización del censo del año 2010, donde se encuentra la ubicación de las casitas, calles y ríos del área en estudio.

En el ANEXO B se presentan los mapas de inundación para los escenarios evaluados.

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

Los resultados del análisis hidráulico del río no presentan zonas de inundación fuera del cauce normal del río el cual ha presentado mayores crecidas recientemente.

En conclusión, no hay afectación de estructuras, residencias, zonas de producción agrícola o medio ambiente.

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

Se recomienda actualizar los datos de contactos cuando cambien los responsables del diagrama de flujo de comunicación.

## **8. ANEXOS.**

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

**8.2 ANEXO B - Mapas de Inundación**

**8.4 ANEXO C - Planos Como Construido**

**8.5 ANEXO D - Análisis Hidráulico**

**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: \_\_\_\_\_

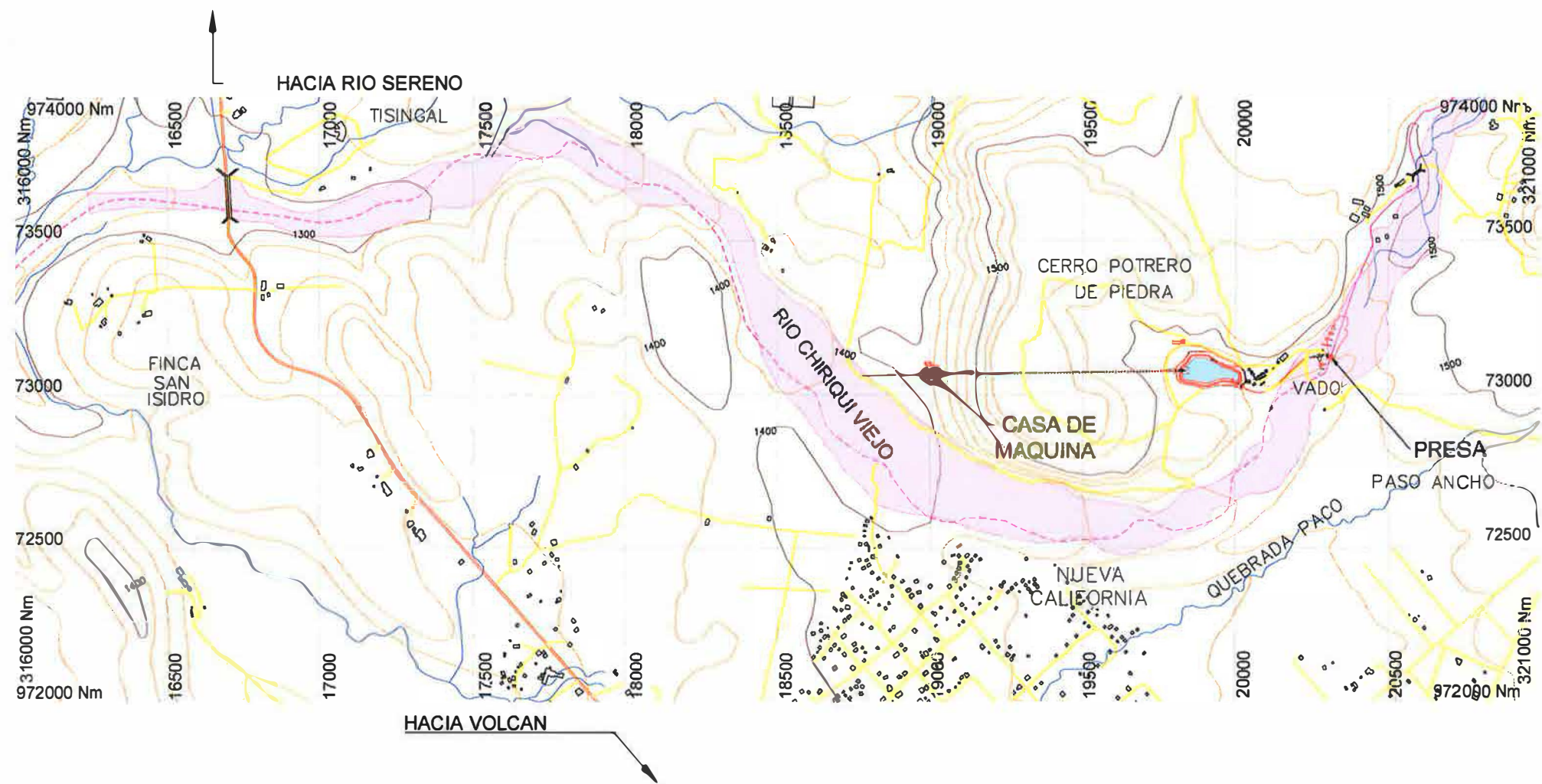
Elevación inicial del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

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

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

## **8.2. ANEXO B – MAPAS DE INUNDACION**



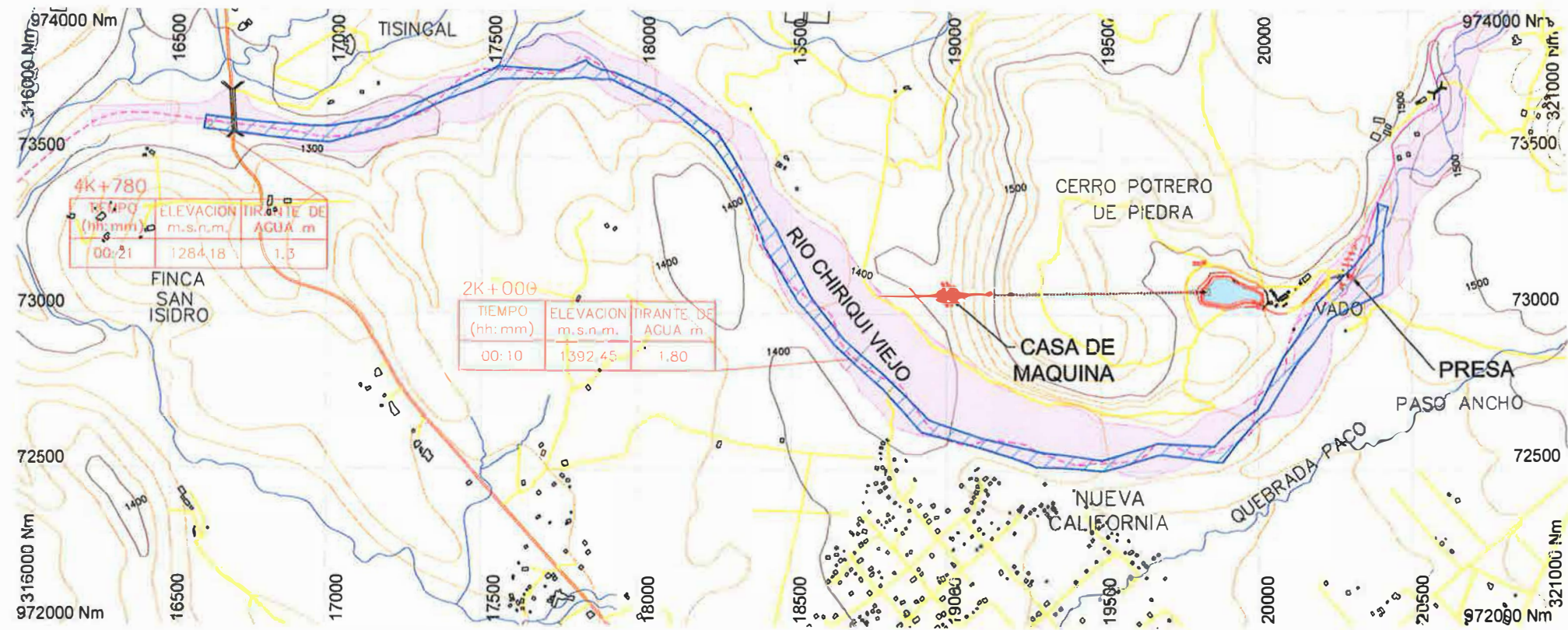


**LEYENDA:**

- - - CURSO ANTERIOR DEL RIO CHIRIQUI VIEJO
- CAUCE ACTUAL DEL RIO CHIRIQUI VIEJO
- CALLES
- EMBALSE

<b>REPUBLICA DE PANAMA</b>	
<b>CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO</b>	
<b>PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA</b>	
<b>MAPA DE LOCALIZACION GENERAL</b>	
<b>PASO ANCHO HIDRO POWER CORP.</b>	FECHA: ENE-2012
	DATUM: NAD 27
	ESCALA: SIN ESCALA
	PLANO N°: <b>ANEXO B.1</b>
REVISION: 1	FECHA: 11/01/12


NOTA: LOCALIZACION DE VIVIENDAS, SEGUN EL CENSO DE VIVIENDAS DEL 2010

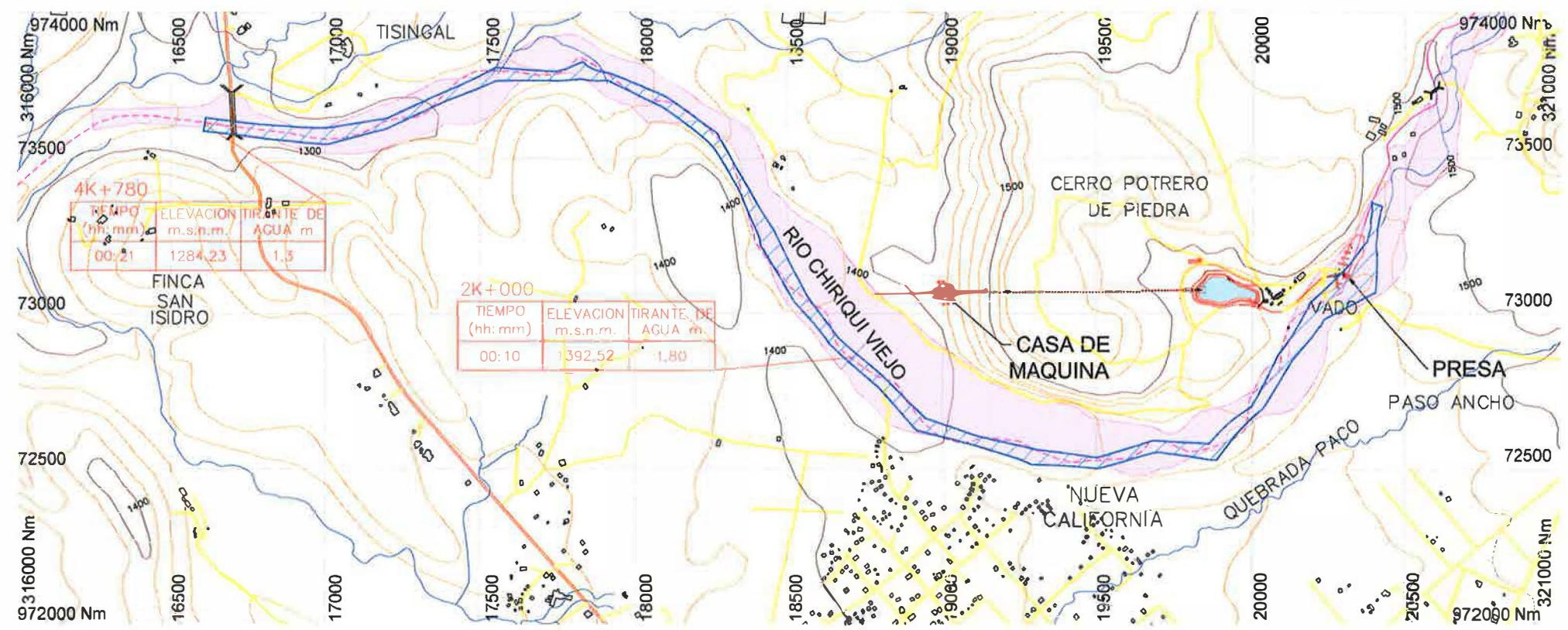


**LEYENDA:**

- - - CURSO ANTERIOR DEL RIO CHIRIQUI VIEJO
- CAUCE ACTUAL DEL RIO CHIRIQUI VIEJO
- ▨ AREA DE INUNDACION
- CALLES
- EMBALSE

NOTA: LOCALIZACION DE VIVIENDAS, SEGUN EL CENSO DE VIVIENDAS DEL 2010

<b>REPUBLICA DE PANAMA</b>	
<b>CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO</b>	
<b>PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA</b>	
<b>MAPA DE INUNDACION 50 AÑOS</b>	
PASO ANCHO HIDRO POWER CORP.	FECHA: DIC-2011 DATUM: NAD 27 ESCALA: SIN ESCALA PLANO: ANEXO B.2 PAGINA: 1 / FECHA: 11/01/12
	



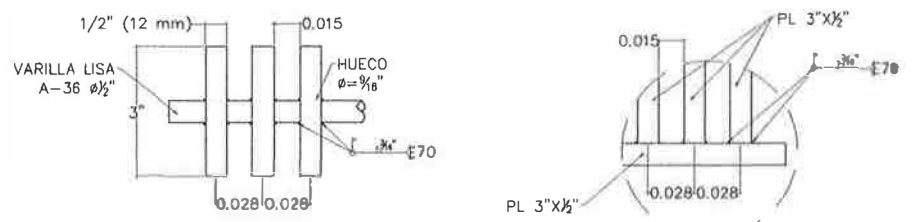
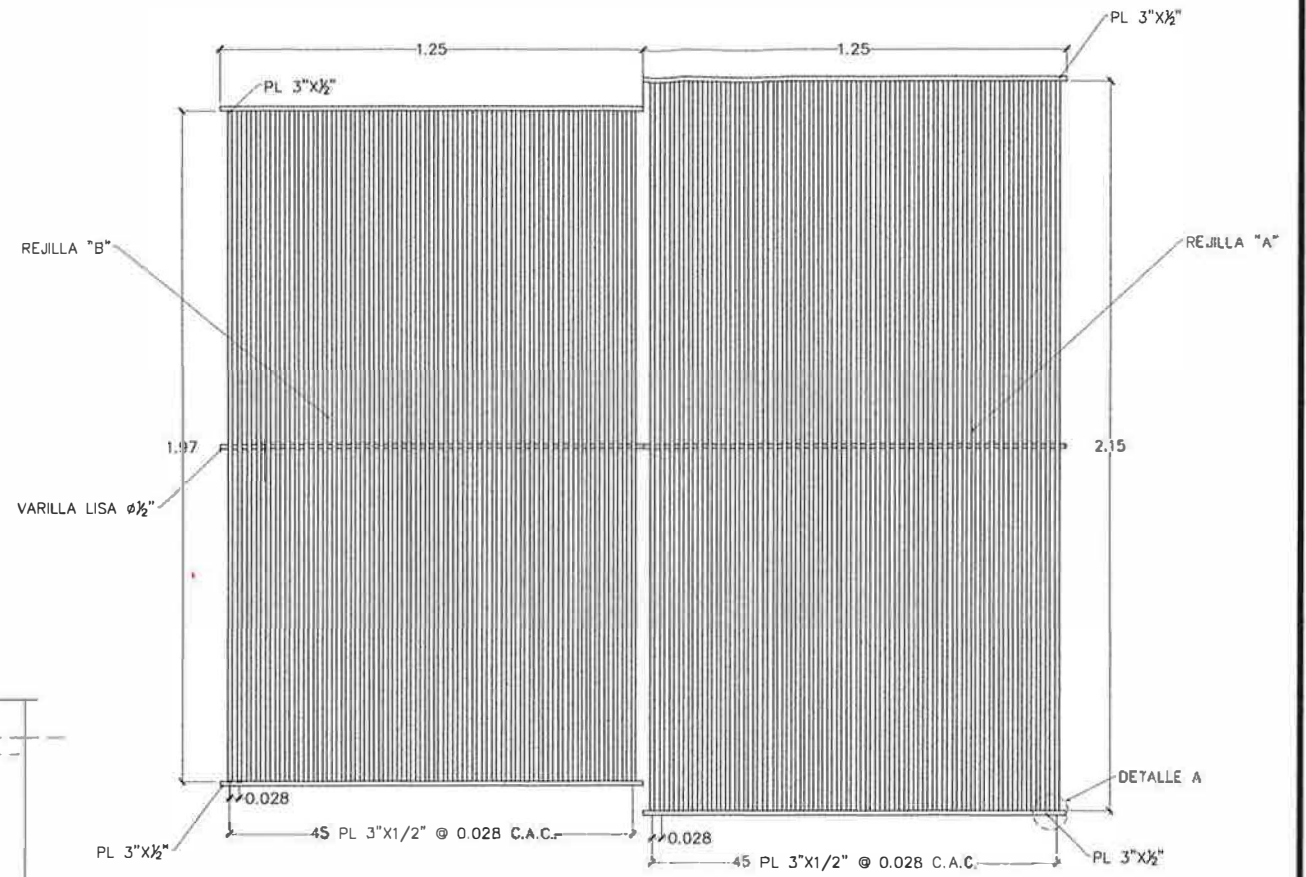
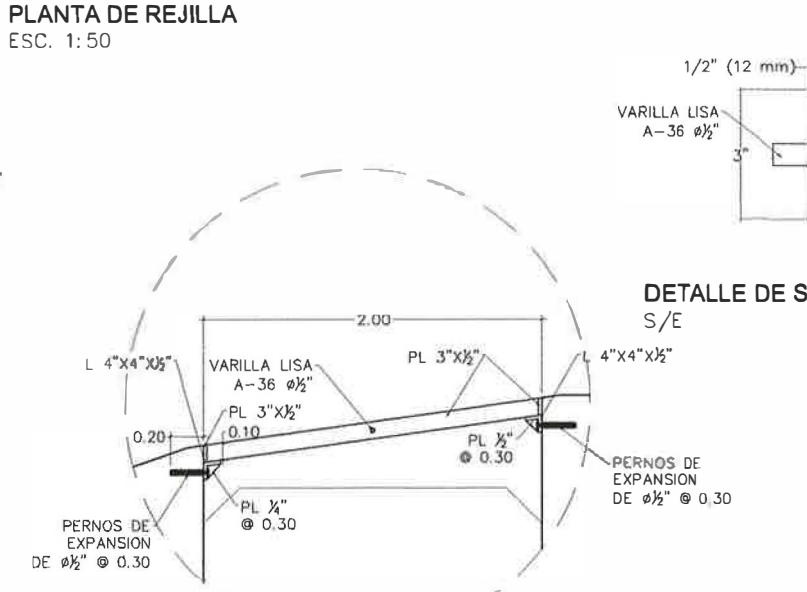
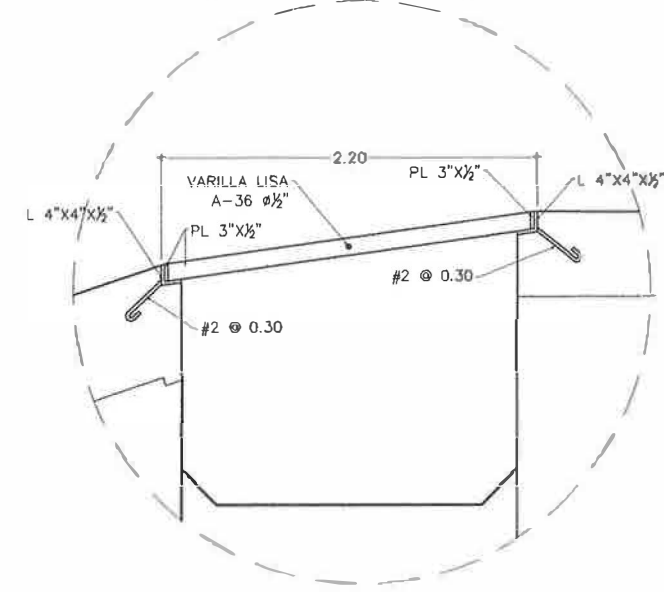
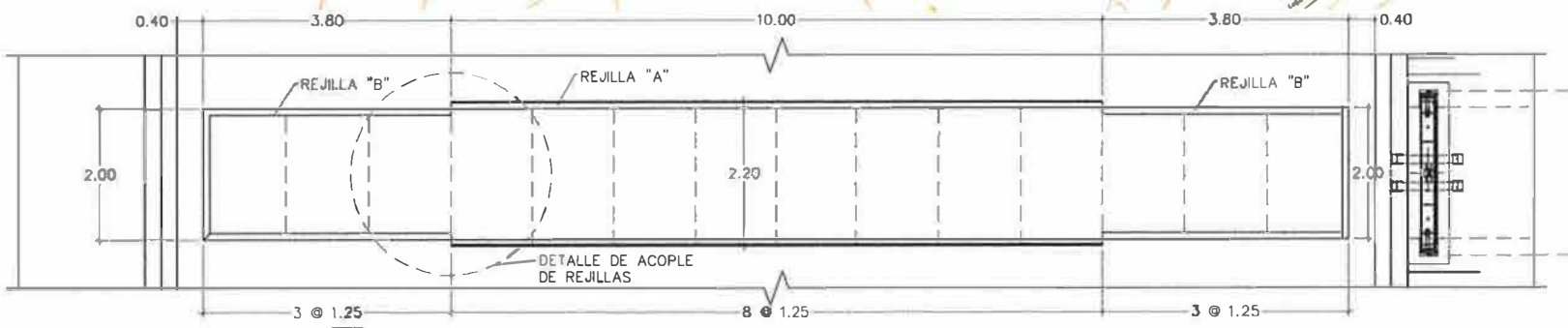
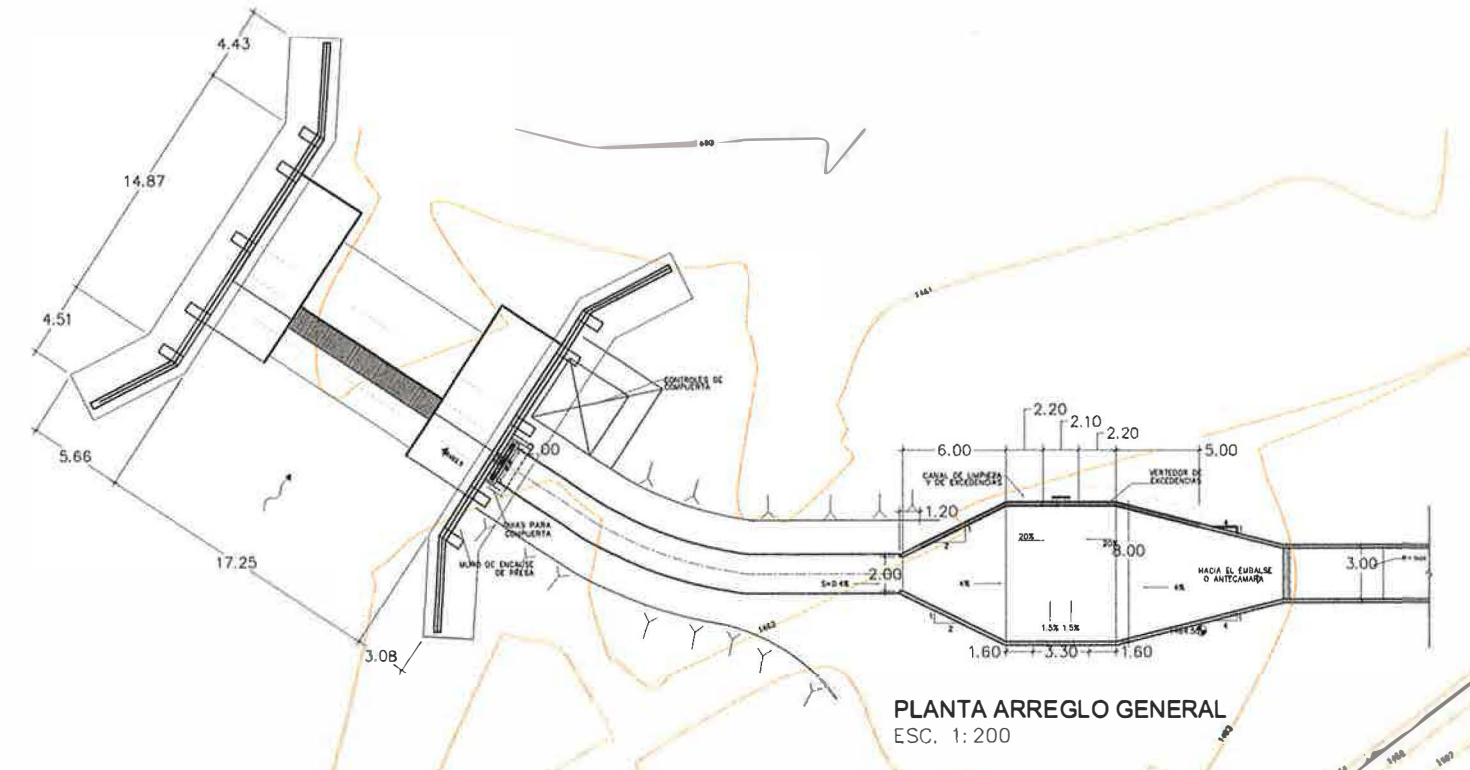
**LEYENDA:**

- - - CURSO ANTERIOR DEL RIO CHIRIQUI VIEJO
- - - CAUCE ACTUAL DEL RIO CHIRIQUI VIEJO
- ▨▨▨ AREA DE INUNDACION
- ▬▬▬ CALLES
- ▬▬▬ EMBALSE

<b>REPUBLICA DE PANAMA</b>	
<b>CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO</b>	
<b>PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA</b>	
<b>MAPA DE INUNDACION 100 AÑOS</b>	
PASO ANCHO HIDRO POWER CORP.	FECHA: DIC-2011
	DATUM: NAD 27
	ESCALA: SIN ESCALA
	PLANO N°: <b>ANEXO B.3</b>
REVISION: 1	FECHA: 11/01/12

NOTA: LOCALIZACION DE VIVIENDAS, SEGUN EL CENSO DE VIVIENDAS DEL 2010

### **8.3. ANEXO C – PLANOS COMO CONSTRUIDO**



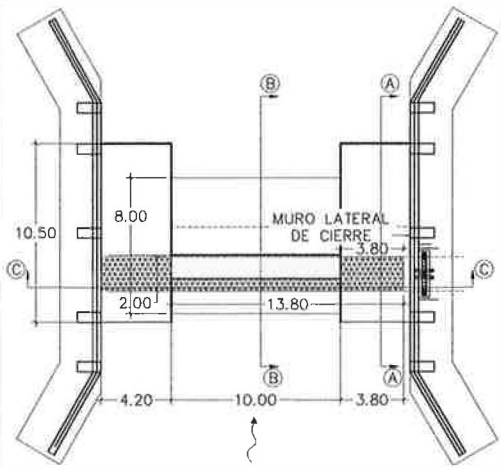
- NOTAS:
1. LAS DIMENSIONES PRESENTADAS EN LOS PLANOS HAN SIDO TOMADAS DE LOS PLANOS COMO CONSTRUIDOS Y DEBEN SER CONFIRMADAS EN LA OBRA. VARIACIONES IMPORTANTES O QUE AFECTEN EL DISEÑO DEBEN SER COMUNICADAS AL DISEÑADOR.
  2. TODA LA DEMOLICION EN OBRAS DE CONCRETO DEBE SER REALIZADA CON EQUIPOS PEQUEÑOS PARA EVITAR EL DAÑO DE LA ESTRUCTURA. EL CONCRETO NUEVO DEBE TENER RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 350 KG/CM<sup>2</sup>
  3. TODO EL ACERO DE REFUERZO SERÁ GRADO 60.
  4. EL CONCRETO VIEJO CON CONCRETO FRESCO SERÁ UNIDO CON ADHESIVO EPÓXICO PARA PEGADO Y GROUTING DE ALTA CALIDAD Y ALTO MÓDULO DE ELASTICIDAD, SIKADUR HI MOD O SIMILAR
  5. LAS BARRAS DE ANCLAJES SERÁN ANCLADAS USANDO UN SISTEMA EPÓXICO PARA ANCLAJES ESTRUCTURALES, SIKADUR ANCHOR FIX - 4.
  6. TODO EL ACRO ESTRUCTURAL SERÁ A-36

DETALLE DE ACOPLE DE REJILLAS ESC. 1:10

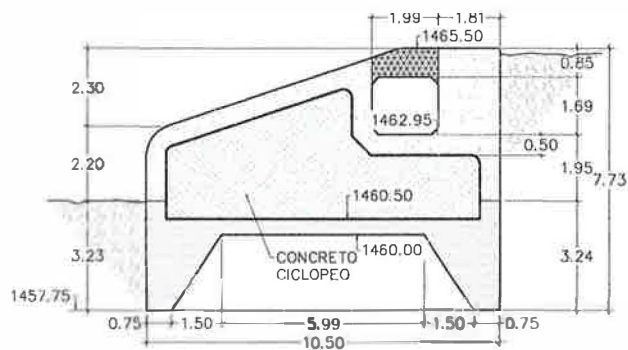
3	ACTUALIZACION DE DISEÑO	24/12/10	ARP	E.S.	ARP
2	ACTUALIZACION DE DISEÑO	22/12/10	ARP	E.S.	ARP
1	ACTUALIZACION DE DISEÑO	21/12/10	ARP	E.S.	ARP
0	DISEÑO	20/12/10	ARP	E.S.	ARP
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIB	APP.

**REPUBLICA DE PANAMA**  
**HIDRO POWER**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO**  
**MODIFICACION DE LAS REJILLAS DE TOMA**  
**PLANTA - REJILLAS**

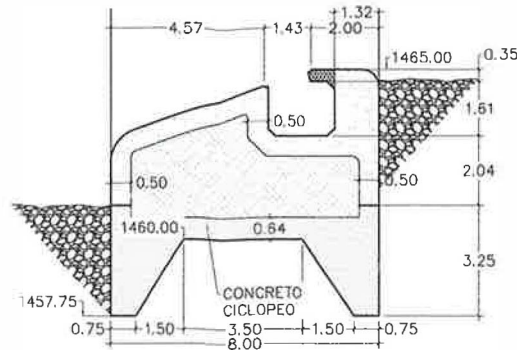
FECHA:	DISEÑADO:
DIC-2010	ARP
ESCALA:	INDICADAS
1	2
PLANO N°:	CHPA-00-001



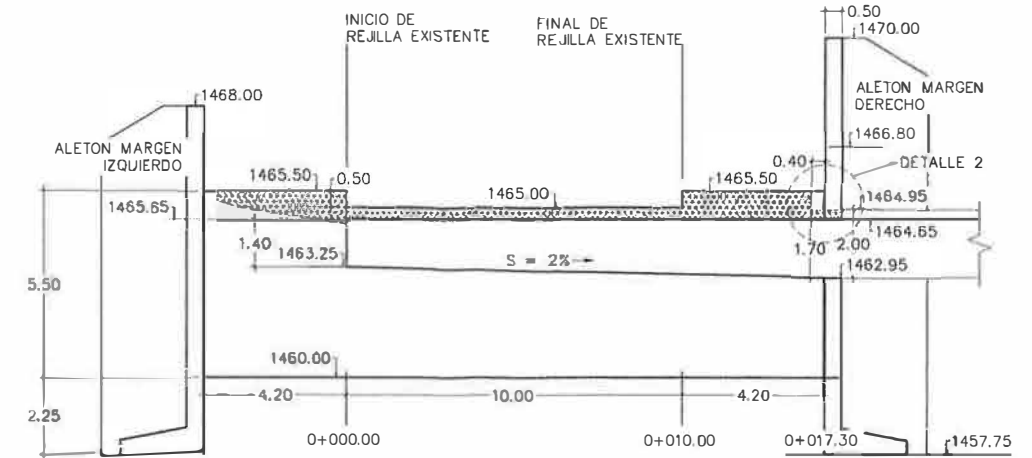
PLANTA DE TOMA  
COMO CONSTRUIDO  
ESC. 1:200



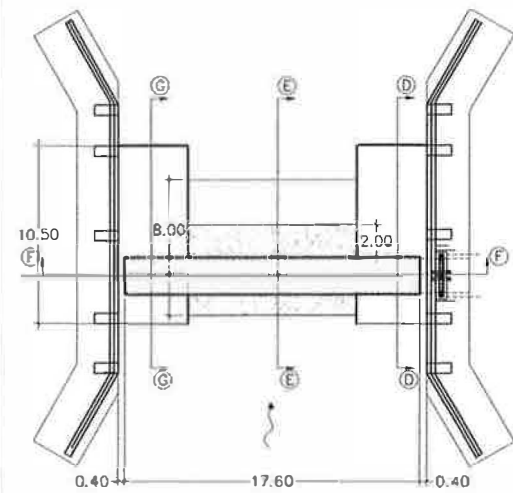
SECCION A-A  
A DEMOLER  
ESC. 1:100



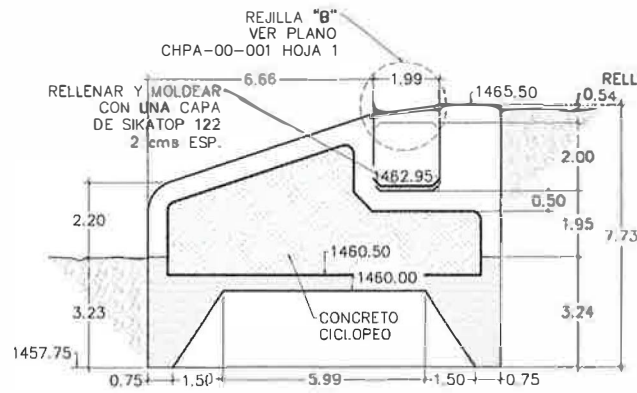
SECCION B-B  
A DEMOLER  
ESC. 1:100



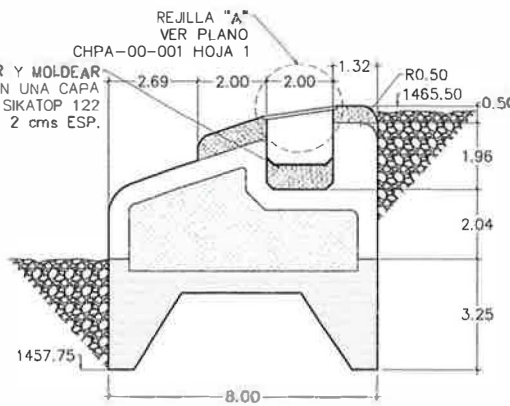
SECCION C-C  
DEMOLER  
ESC. 1:100



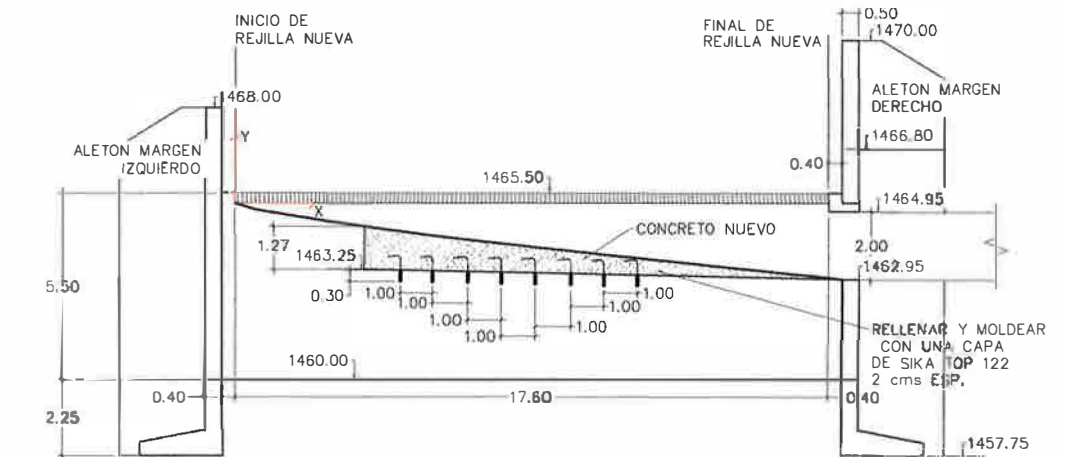
PLANTA DE TOMA  
MODIFICADO  
ESC. 1:200



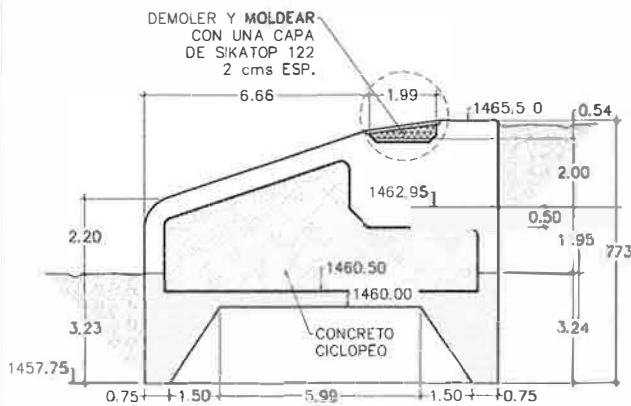
SECCION D-D  
MODIFICADA  
ESC. 1:100



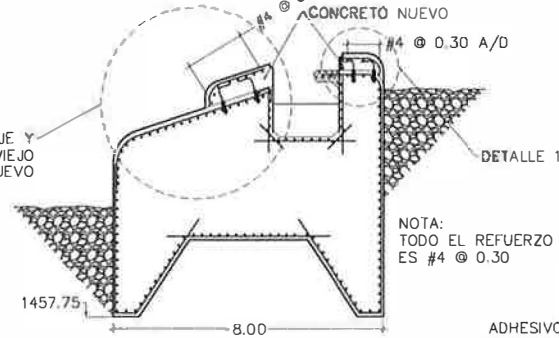
SECCION E-E  
MODIFICADA  
ESC. 1:100



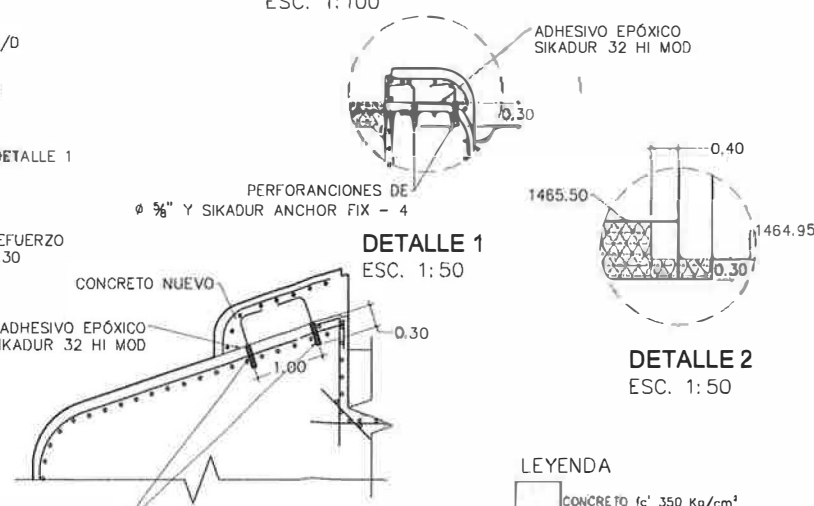
SECCION F-F  
MODIFICADO  
ESC. 1:100



SECCION G-G  
MODIFICADA  
ESC. 1:100



SECCION E-E  
REFUERZO  
ESC. 1:100



DETALLE DE ANLAJE Y  
UNION CONCRETO NUEVO  
CON CONCRETO VIEJO  
ESC. 1:50

LEYENDA

- CONCRETO A DEMOLER
- CONCRETO NUEVO f'c 350 Kg/cm²
- CONCRETO CICLOPEO
- CONCRETO A DEMOLER
- CONCRETO NUEVO f'c 350 Kg/cm²

CH Paso Ancho	
Nivel de piso	
Distancia, m	Cota, m
X	Y
0.00	1465.20
0.60	1465.01
1.60	1464.84
2.60	1464.69
3.60	1464.54
4.60	1464.41
5.60	1464.28
6.60	1464.16
7.60	1464.04
8.60	1463.93
9.60	1463.82
10.60	1463.71
11.60	1463.61
12.60	1463.51
13.60	1463.41
14.60	1463.30
15.60	1463.20
16.60	1463.10
17.60	1463.00
18.00	1462.95

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIB	APP.
3	ACTUALIZACION DE DISEÑO	24/12/10	ARP	E.S.	ARP
2	ACTUALIZACION DE DISEÑO	22/12/10	ARP	E.S.	ARP
1	ACTUALIZACION DE DISEÑO	21/12/10	ARP	E.S.	ARP
0	DISEÑO	20/12/10	ARP	E.S.	ARP

**REPUBLICA DE PANAMA**  
**HIDRO POWER**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA PASO ANCHO**  
**MODIFICACION DE LAS REJILLAS DE TOMA**  
**DETALLES Y SECCIONES**

FECHA: DIC-2010  
DISEÑADO: ARP  
E.S.  
ESCALA: INDICADAS  
PLANO N°: CHPA-00-001

## **8.4. ANEXO D – ANALISIS HIDRAULICO**

## ANEXO D – Análisis Hidráulico del Río Chiriquí Viejo

### CONTENIDO

D.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	2
D.1.1 Modelación de las Crecidas del Río Chiriquí Viejo (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.....	7
D.2.1. Escenarios.....	7
D.2.2. Datos de Partida.....	7
D.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	8
D.3.1 Resultados Crecida Extraordinaria 1:100 años.....	8
D.3.2 Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas.....	9
D.4 MAPAS DE INUNDACION.....	11
D.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12
D.6 REFERENCIAS.....	13
D.7. ANEXO DIGITAL D.....	14



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

El análisis estará basado en la modelación de las crecidas en el río Chiriquí Viejo para los diferentes escenarios de una inundación aguas abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Paso Ancho, de acuerdo a los requerimientos de las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP. Los escenarios que aplican a la CH Paso Ancho por su configuración son:

- 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 Chiriquí Viejo y las áreas de inundación aguas abajo del sitio de toma. 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 algunas emergencias.

### **D.1.1 Modelación de las Crecidas del Río Chiriquí Viejo (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.

### **D.1.2 Método de Cálculo.**

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

- Levantamiento topográfico realizado en el año 2011, en el sitio de toma.
- Cartografía de los mapas 1:50,000 de la Provincia de Chiriquí (mosaico de Volcán) del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG).
- Planos como construidos de las estructuras de la Central.
- Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas.

- Mapa demográfico del Departamento de Cartografía de la Contraloría General de La República.
- Archivos ACAD utilizado por la Contraloría General de La República, para la realización del censo del año 2010, donde se encuentra la ubicación de las casitas, calles y ríos del área en estudio.

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.

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 Escurrecimiento Mixto
Condición de Borde	Canal: Altura Normal S: pendiente promedio 0.036 m/m

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	159.65
100	180.32

### **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 200 m 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 N° 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 N° D3 - Coeficientes Para la Fórmula de Manning**

Condiciones del Canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n <sub>1</sub>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Ocasionalmente Alterada		0.005
	Frecuentemente Alterada		0.010-0.015
	Alterada		
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificantes	n <sub>3</sub>	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n <sub>4</sub>	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 <sub>5</sub>	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 = 0.044 y para la zonas del cauce una n = 0.053, ver Cuadro N° D4).

**Cuadro N° D 4 - Coeficientes de Rugosidad Corresponde al Lecho y a las Planicies**

Descripción	n0	n1	n2	n3	n4	m	n
En el Lecho	0.024	0.01	0.005	0.00	0.005	1	0.044
En las planicies	0.028	0.01	0.005	0.00	0.01	1	0.053



## **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 ha 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.

### **D.2.1. ESCENARIOS.**

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

**Escenario 0:** Crecida 1: 50 años.

**Escenario 1:** Crecida 1: 100 años.

No aplican los escenarios de falla de presa debido a que no hay embalse. Tampoco aplican falla de compuerta de control ya que no hay compuertas.

### **D.2.2. 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.

### D.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

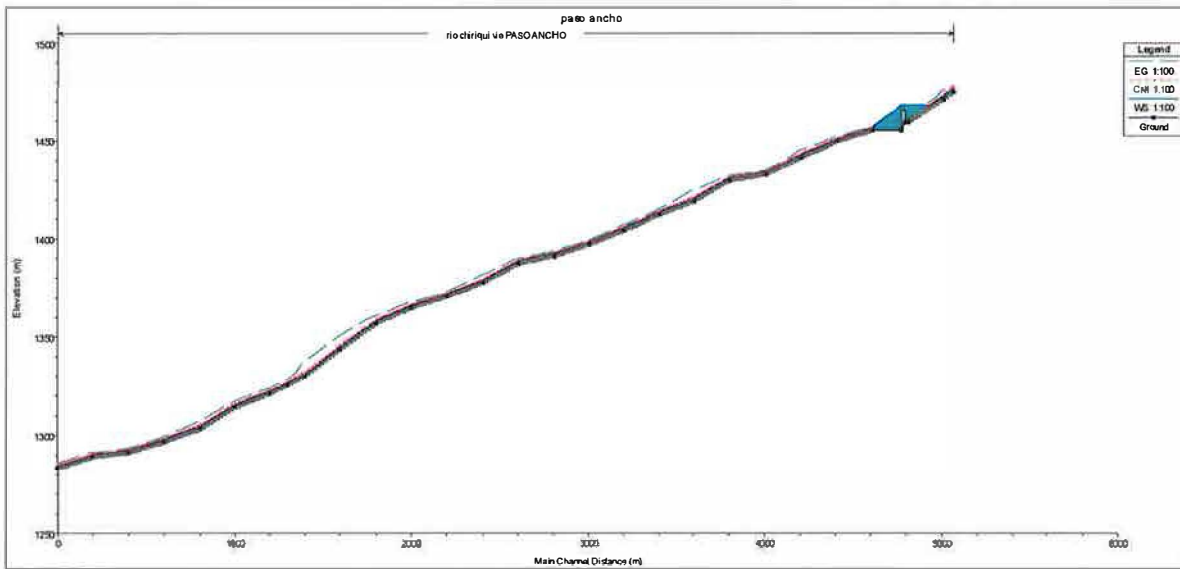
Los archivos de datos y los archivos de resultados del análisis hidráulico completo para los dos escenarios analizados se presentan en el Anexo Digital D. Se realizaron las corridas de HEC-RAS para los escenarios analizados.

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.3.1 Resultados Crecida Extraordinaria 1:100 AÑOS.

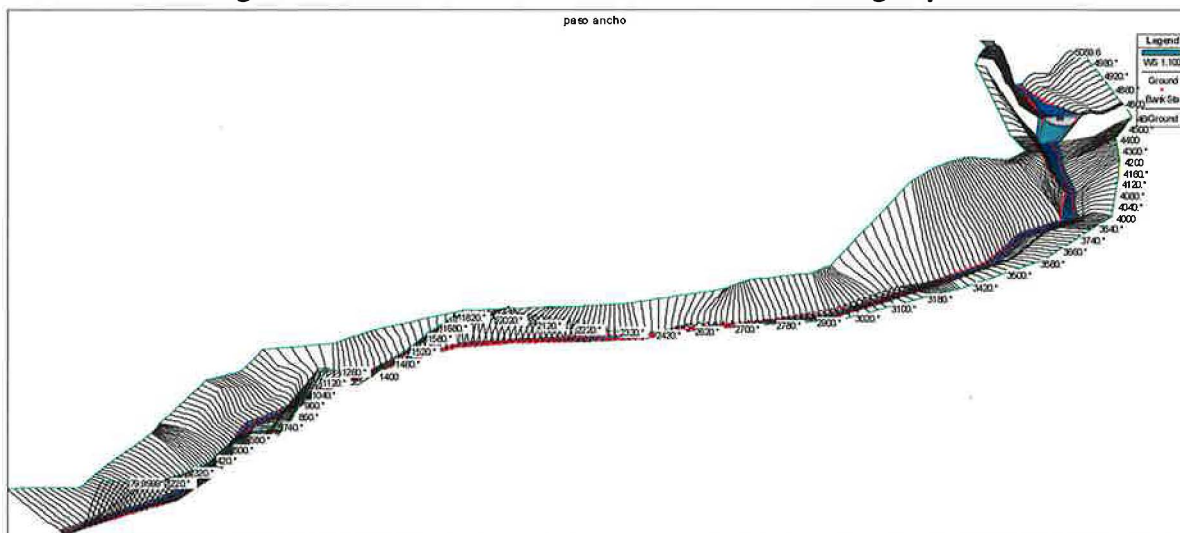
HEC RAS genera los resultados en diferentes formatos, en forma gráfica y en tablas. En la Figura N° D1 se presenta un perfil y en la Figura N° D2 el isométrico generado gráficamente para una crecida extraordinaria de 1:100 años. (Escenario 1). En el Anexo Digital D, se presentan todos los resultados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

Figura N° D1 - Escenario 1: Perfil Longitudinal de Niveles de Agua



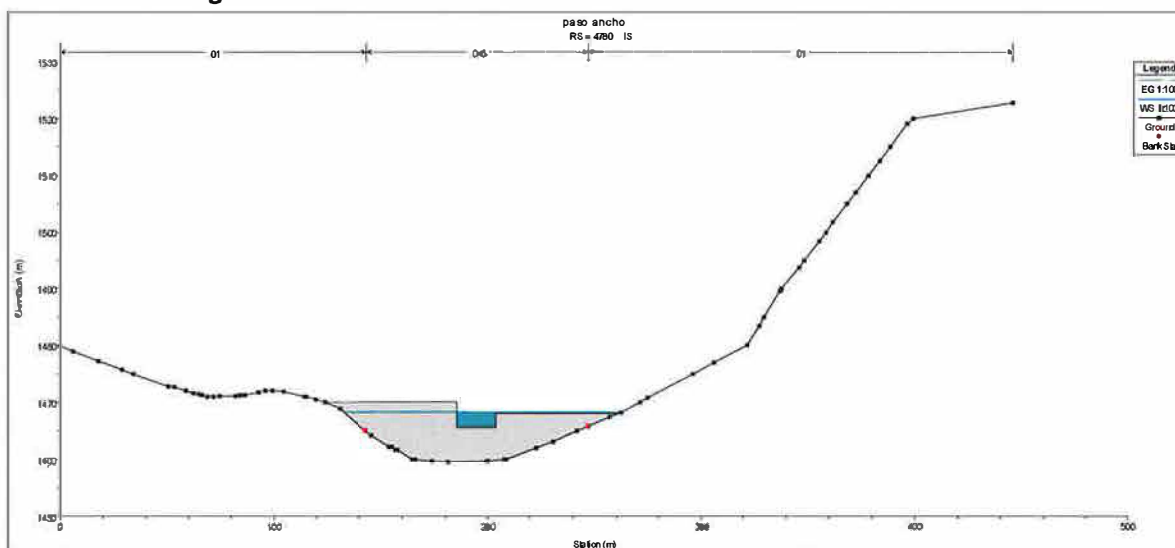
A continuación se presenta la salida del programa donde se muestra el isométrico de niveles de aguas y secciones. El programa permite exportar la información de la crecida referenciado a coordenadas y cotas reales.

**Figura Nº D2 - Escenario 1: Isométrico de Niveles de Agua y Secciones**



En la Figura Nº D3 se presenta la sección de la presa de Paso Ancho. En el Anexo Digital D, se presentan todas las secciones que se generaron para este análisis y los resultados obtenidos del programa HEC-RAS.

**Figura Nº D3 - Crecidas en el Sitio de Presa Paso Ancho 1:100 años.**



### D.3.2 Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas.

Con los datos obtenidos de HEC-RAS procedemos a calcular los cuadros siguientes de la onda de crecida, la cual se calculó hasta el puente del río Chiriquí Viejo.



**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	2.46	1467.96
1	0	6	1.00	1429.93
2	0	10	1.80	1392.45
3	0	14	1.30	1356.94
4	0	18	1.50	1304.06
4.78	0	21	1.30	1284.18

**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	2.62	1468.12
1	0	6	1.10	1430.03
2	0	10	1.80	1392.52
3	0	14	1.30	1357.01
4	0	17	1.60	1304.11
4.78	0	21	1.30	1284.23

**Cuadro Nº D7 – Tiempo de Llegada y Tirante de la Onda para Crecida 1:100**

<b>PRESA</b>	<b>Crecida (msnm)</b>		<b>Borde Libre (m)</b>	
	<b>1:50</b>	<b>1:100</b>	<b>1:50</b>	<b>1:100</b>
Presa Paso Ancho	1468.00	1468.00	0.0	0.0
Puente Camino a Renacimiento	1291.96	1291.96	11.04	11.04

Nota: La crecida de 1:50 años tiene un tirante de 2.50 metros sobre el nivel de la toma por lo que no queda borde libre en el muro izquierdo. Del muro derecho que esta a la cota 1470 msnm queda un borde libre de 2.0 metros. Para la crecida de 1:100 años, se sobre pasa el nivel del murto izquierdo vertiendo por el cauce antiguo del rio que funciona como un fusible para aliviar esta crecida.

## **D.4 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 Chiriquí Viejo.
- 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.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El análisis de los resultados nos permite concluir lo siguiente:

- Los escenarios analizados transitan adecuadamente dentro del cauce del río sin ocasionar inundaciones en áreas pobladas, ni en estructuras o áreas de producción agrícola.
- La falla de la presa Paso Ancho no provocaría ningún impacto sobre las crecidas analizadas en el río Chiriquí Viejo. De manera que no se requiere la instalación de sistemas de alertas o sirenas para avisar este evento.
- De ocurrir la falla de la presa solo se afectarían las estructuras de toma y desarenador de la Central Hidroeléctrica de Paso Ancho. La crecida de 1:100 años transitan en parte por el vertedero y en parte por el estribo izquierdo de la presa lo que sería el cauce antiguo del río. Cualquier estructura que se construya en este sector debe considerar los niveles de estas crecidas.

Como recomendaciones se sugiere:

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

## D.6 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.ASCE<sup>1</sup>; Ahmad Taher-shamsi<sup>2</sup>; and Ampar V. Shetty<sup>3</sup>
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. Chauhan<sup>1</sup>, David S. Bowles<sup>2</sup> and Loren R. Anderson<sup>3</sup>
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.



## **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
Paso Ancho Hydro Power Corp.	Ing. Aderito Pastor Cabrera	Gerente General	Oficina: 263-4337 Ext. 2106 Celular: 6030-8210 Correo: pcabrera@ingesp.com
Paso Ancho Hydro Power Corp.	Ing. Guillermo Guicciardi	Gerente de Planta	Oficina: 263-4208 Ext. 2140 Celular: 6150-0626 Correo: guillermog@ingesp.com
Paso Ancho Hydro Power Corp.	Aristides Rivera	Jefe de Operación & Mantenimiento	Oficina: 263-4208 Ext. 2140 Celular: 6112-2125 Correo: arivera@ingesp.com
Paso Ancho Hydro Power Corp.	Lic. Betty Malca	Gerente de Gestión - Coordinador General del PADE	Oficina: 263-4337 Ext. 2107 Celular: 6030-0428 Correo: bmalca@ingesp.com
Paso Ancho Hydro Power Corp.	Alexis Aguilar	Operador	Oficina: 263-4208 Ext. 2140 Celular: 6575-2415 Correo: operadorespa@ingesp.com
ETESA PANAMA	Fernando Marciscano	Gerente	Oficina: 501-3802/3801/3800 Celular: Correo: fmarciscano@etesa.com.pa cnd@etesa.com.pa
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: 774-3944 Celular: Correo:
SINAPROC PANAMA	Arturo Alvarado	Director	Oficina: 316-3200 Celular: Correo: lcampillo_02@hotmail.com
POLICIA NACIONAL DE DAVID	Rodrigo Jiménez	Mayor	Oficina: 722-4036/722-7027 Celular: Correo:

<b>INSTITUCION O EMPRESA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>CONTACTO</b>
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: <a href="http://www.css.gob.pa">www.css.gob.pa</a>
HOSPITAL SANTO TOMAS PANAMA	José Terán	Director	Oficina: 507-4122/5600 Celular: Correo: <a href="http://www.hst.gob.pa">www.hst.gob.pa</a>
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. Agustín Saldaña	Director Regional	Oficina: 775-3794 Celular: Correo: <a href="http://www.minsa.gob.pa">www.minsa.gob.pa</a>
CENTRO DE SALUD DE BOQUETE	Dr. Pedro Honnings	Director Regional	Oficina: 776-2107 Celular: Correo: <a href="http://www.minsa.gob.pa">www.minsa.gob.pa</a>
CRUZ ROJA DE DAVID CHIRIQUÍ	Erick Pittí	Directora Regional	Oficina: 775-3737 Celular: Correo:
CRUZ ROJA DE BOQUETE	Prof. Darmando Ríos	Presidente de Comité	Oficina: 775-8456 Celular: Correo:



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

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
		Mercante	