

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO Ltd, S.A. (CEISA)

CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAS CRUCES

PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS (PADE) REVISIÓN N°1

Preparado por:
Ambrosio Ramos Pimental

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

MARZO, 2018

Adjunto a Nota CEI-GG-004-2018
Ref. 129901

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. (CEISA)

CENTRAL HIDROELÉCTRICA LAS CRUCES

PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS (PADE) REVISIÓN N°1

Preparado por:
Ambrosio Ramos Pimentel

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

MARZO, 2018

“Plan de Acción Durante Emergencias”

Presa de cierre del embalse del río San Pablo

Corporación de Energía del Istmo Ltd, S.A./Coordinador del PADE
Lenin Torres

Aramos Hidro, S.A./ Especialista en Seguridad de Presas
Elaborado por:

Ambrosio Ramos Pimentel

Aramos Hidro, S.A. (ARHSA) /Gerente General

Ambrosio Ramos Pimentel

Versión Final, marzo del 2018.

REGISTRO DEL DOCUMENTO

Rev.	Fecha	Descripción de los cambios	Empresa
0	30-09-2014	Plan de Acción Durante Emergencia (PADE).	Castillo Consultores y Asociados
1	31-03-2018	Adecuación según los comentarios de la nota de ASEP.	Aramos Hidro, S.A.(ARHSA)

5.2.3.1.3. Umbrales asociados a la instrumentación	30
5.2.3.1.4. Umbral asociado a la inspección de la presa	32
5.2.4. Escenarios de seguridad.....	36
5.3. Descripción de la amenaza de la falla de la presa.....	37
5.4. Descripción de la amenaza de crecida	38
5.5. Conclusión de la emergencia	38
5.6. Implementación del sistema de alerta hidrológico.....	39
6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA	40
6.1. Paso 1: Detección del evento.....	40
6.2. Paso 2: Determinación del nivel de emergencia.....	40
6.3. Paso 3: Niveles de comunicación y notificación	40
6.3.1. Modelos de notificación.....	41
6.3.2. Flujo de notificaciones	42
6.3.3. Vinculación con el sistema de protección civil.....	47
6.4. Paso 4: Acciones durante la emergencia	47
6.4.1. Definición de las acciones de emergencia	49
6.4.2. Formulario de registro de evento	49
6.5. Paso 5: Terminación.....	49
7. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA	51
7.1. Escenarios de emergencia.....	51
7.2. Estudio de afectación de la ribera de embalse y valle	51
7.3. Análisis hidráulico	52
7.3.1. Crecidas ordinaria y extraordinaria.....	52
7.3.2. Colapso estructural en condición normal y durante crecida extraordinaria	53
7.3.3. Falla de operación de las compuertas	53
7.4. Mapas de inundación.....	53
7.5. Resultados.....	53
7.6. Descripción de la zona potencialmente inundable	54
7.7. Recomendaciones para el plan de emergencia.	55
8. ANEXOS	56

ANEXO A - Formulario para Registro de Eventos

ANEXO B - Mapas de Inundación del PH Las Cruces

ANEXO C - Planos Como Construidos del PH Las Cruces

ANEXO D - Análisis Hidráulico del Río San Pablo

ANEXO E - Directorio de Contactos Alternativos

ANEXO F - Plan de Simulacro para Emergencias

ANEXO G - Resumen de la Política de Operación de la Compuerta de Descarga de Fondo de Descarga de Fondo, obras de toma y desfogue de las turbinas.

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº 1 - Ubicación de las estructuras que conforman la CH Las Cruces.....	10
Cuadro Nº 2 - Asentamientos de las riberas del río San Pablo	11
Cuadro Nº 3 - Instrumentación en la presa Las Cruces.....	18
Cuadro Nº 4 - Descripción de los caminos de acceso hacia la presa	18
Cuadro Nº 5 - Características de los Equipos Hidromecánicos	19
Cuadro Nº 6 - Formación del área en estudio.....	21
Cuadro Nº 7 - Caudales máximos de diseño y periodos de retorno	21
Cuadro Nº 8 - Resumen de Resultados	22
Cuadro Nº 9 - Causas de emergencia en las presas de hormigón incluyendo sus cimientos	27
Cuadro Nº 10 - Indicadores asociados a umbrales por avenidas.....	28
Cuadro Nº 11 - Indicadores asociados a umbrales por sismos	29
Cuadro Nº 12 - Valores de atención y alerta de los instrumentos.....	30
Cuadro Nº 13 - Indicadores cualitativos de inspección asociado a las causas de emergencia	32
Cuadro Nº 14 - Escenarios asociados a las causas de emergencia en la CH Las Cruces	36
Cuadro Nº 15 - Modelo de notificaciones según el nivel de emergencia detectado.....	41
Cuadro Nº 16 - Acciones a tomar durante la Emergencia	48
Cuadro Nº 17 - Escenarios de Análisis para Emergencias.....	52
Cuadro Nº 18 - Descarga para Crecidas de Diseño	52
Cuadro Nº 19 - Características y Efectos aguas Abajo	54
Cuadro Nº 20 - Características y Efectos aguas arriba	55

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1- Localización Regional de la Central Hidroeléctrica Las Cruces	9
Figura Nº 2 - Localización Provincial de la Central Hidroeléctrica Las Cruces	10
Figura Nº 3- Vista de planta de la presa	14
Figura Nº 4 - Sección de vertedero	15
Figura Nº 5 - Camino de acceso hacia la presa de la CH Las Cruces	19

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica Nº 1 - Curva Elevación - Capacidad	13
Gráfica Nº 2 - Curva de descarga del vertedero libre	16
Gráfica Nº 3 - Curva de descarga de fondo	17
Gráfica Nº 4 - Hidrograma de entrada a la presa CH Las Cruces para una crecida de 10,000 años	22

ABREVIATURAS

ASEP	Autoridad Nacional de los Servicios Públicos
CH	Central Hidroeléctrica
CND	Centro Nacional de Despacho
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
HIDROMET	Departamento de Hidrometeorología de ETESA
PADE	Plan de Acción Durante Emergencias
PGA	Aceleración pico de nivel de roca
NmiOE	Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria
NmiON	Nivel Mínimo de Operación Normal
NMCE	Nivel Máximo para la Condición de Emergencia
NMOE	Nivel Máximo de Operación Extraordinaria
NMON	Nivel Máximo de Operación Normal
NAD	North American Datum (Datum de America del Norte)
Q	Caudal
SON	Sismo de Operación Normal
SMV	Sismo Máximo de Verificación
SMC	Sismo Máximo Creíble
S.A.	Sociedad Anónima
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SINAPROC-COE	Centro de Operación de Emergencias de SINAPROC
TR	Periodo de Retorno
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS	World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial)

UNIDADES

g	aceleración de la gravedad de la tierra (9.81m/seg ²)
Ha	Hectárea
Km	Kilometro
Km ²	Kilómetro cuadrado
Kv	Kilo voltio
m	metro
m ³	metro cúbico
m ³ /s	metro cúbico por segundo
mm	milímetro
msnm	metros sobre el nivel de mar
Mmc	Millones de metros cúbicos
MW	Mega Watt

1. PROPOSITO DEL PADE

El PADE define las responsabilidades y tiene como propósito identificar las emergencias, proveer los procedimientos para actuar en tales circunstancias y diseñar los diagramas de avisos al público. Dicho Plan consiste básicamente en:

- Buscar aspectos comunes de las posibles situaciones de emergencia y realizar el correspondiente análisis de seguridad.
- Delimitar claramente las responsabilidades de intervención para el control de situaciones que puedan implicar riesgos de rotura o falla grave de la presa y establecer la organización adecuada para su desarrollo.
- Desarrollar la organización y medios adecuados para poder difundir una estrategia de acción entre los posibles protagonistas de la emergencia, la comunicación de alertas y la puesta en funcionamiento de las acciones necesarias.
- Identificar los grupos afectados, determinar la zona inundable en caso de emergencia hídrica y/o rotura de la presa, indicando los tiempos de propagación de la onda de crecida y la altura del agua.

El Responsable Primario de una presa debe actualizar permanentemente el PADE, particularmente en lo concerniente 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 comunicaciones previstas. Así mismo, 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. Todo lo antes indicado se desarrollará siguiendo los requerimientos descritos en las Normas de Seguridad de Presa según la Resolución AN N° 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 y otras resoluciones posteriores a esta fecha. La actualización del PADE se realiza anualmente y será presentado a la unidad técnica UTESEP de la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP) para su debida aprobación.

La información contenida en este documento es para uso exclusivo de esta Central, así como las medidas preventivas para la reducción de riesgos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA LAS CRUCES

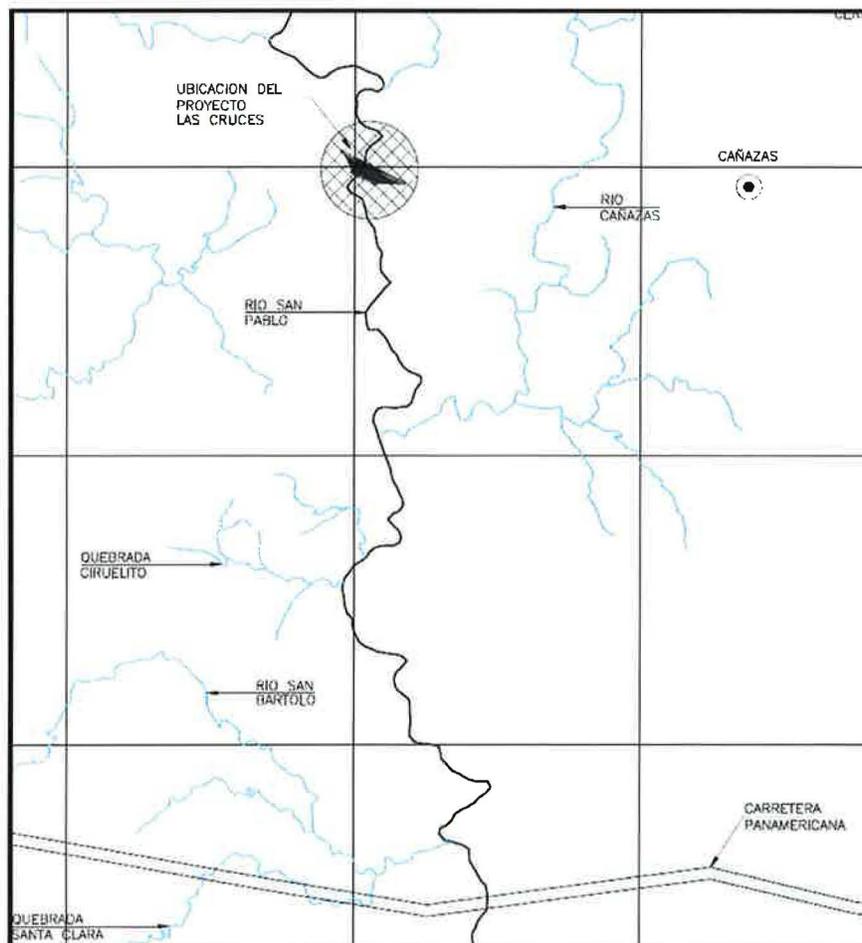
La Central Hidroeléctrica Las Cruces inicio operaciones el 18 de diciembre del 2015 con una capacidad instalada de 20.44 MW. Actualmente Corporación de Energía del Istmo Ltd., S.A. (CEISA) es la empresa titular que administra la "Central Hidroeléctrica Las Cruces" su uso principal es la generación de energía eléctrica. La obra fue diseñada por TECHNOPROJECT, S.A. DE C.V., construida por la empresa CONSTRUCTORA, S.A. CONSTRUCCIONES Y PROYECTOS (CAFISA), y la empresa responsable de la operación y mantenimiento de la central, está a cargo de O&M Hidros.

2.1 Ubicación regional

La Central Hidroeléctrica Las Cruces se localiza en la provincia de Veraguas, en el distrito de Cañazas, sobre el río San Pablo. El acceso a la presa y central Las Cruces se realiza desde la carretera Interamericana, 13 km al norte hasta el poblado de Cañazas y a 6.5 km al oeste.

En la Figura N° 1 se muestra la ubicación regional de la Central Hidroeléctrica Las Cruces.

Figura N° 1- Localización Regional de la Central Hidroeléctrica Las Cruces



Las estructuras de la Central Hidroeléctrica Las Cruces se encuentran ubicada entre las siguientes coordenadas:

Cuadro Nº 1 - Ubicación de las estructuras que conforman la CH Las Cruces

Estructura	Coordenadas WGS-84		Coordenadas NAD 27	
	Este	Norte	Este	Norte
Presa-Vertedero	470,279	920,022	470261	919815
Cola Embalse	468,538	924,015	468520	923808

Figura Nº 2 - Localización Provincial de la Central Hidroeléctrica Las Cruces



En el cuadro N° 2, se presentan las poblaciones cercanas al área del embalse y hacia aguas abajo de la CH Las Cruces. Cabe señalar que no todas las casas presentadas se encuentran cercanas a la ribera del río San Pablo.

Cuadro N° 2 - Asentamientos de las riberas del río San Pablo¹

Poblados	Comunidades	Habitantes	Viviendas
El Picador	La Purísima	103	29
	Llano Bonito	16	3
Cañazas	Los Peñones	9	3
	Altos de Los Garcias	1	1
	Las Trancas	62	17
	El Limón	39	13
	La Pintada (P)	43	11
	Las Lajitas	3	18
	San Pablo	423	97
Las Cruces	El Blandito	40	13
	La Laguna	3	1
	Las Cruces	107	27
	San Juan de Dios	227	53
La Mesa	Cerro Redondo	54	11
	Santa Catalina	247	62
Boro	El Altos Gunzal	81	20
	Bajo San Pablo o Los Jimenez	31	5
	La Montaña de Boró	198	59
	Las Huacas	73	17
	Rincón de San Pablo	71	22
San Bartolo	La Huaca Abajo	82	29
	Las Lias	2	1
	La Huaca Arriba	129	42
La Palmas	El Congal	1	1
	El Mamey	142	33
	Las Lajas	5	1
El Prado	El Guabo (P)	39	7
Puerto Vidal	Chelele	20	7
San Juan	Los Prados Abajo	35	11
	Los Prados Arriba	50	13
	Los Prados Centro	37	10
Soná	Barriada San Pablo	423	97
	El Mamey	207	49

¹ <http://www.contraloria.gob.pa/INEC>

	Hacienda California	2	2
	Pueblo nuevo de Soná	228	54
El Marañón	El Limón	133	40
	Escleré	18	5
	Finca de Seria	4	1
	La Chumicosa	33	13
	Santa Catalina Abajo o El Hato	3	3
Los Milagros	Guarumal	19	6
La Soledad	Rincón Redondo	15	6
	El macano	6	3
	La Pascuala	17	7
	Paraguay	59	19
	TOTAL	3,540	942

Hacia aguas arriba de la presa Las Cruces no se ubican proyectos de desarrollo hidroeléctrico ni industrial o comercial, mientras que hacia aguas abajo se ubica la presa San Bartolo que se encuentra en construcción actualmente y un número importante de viviendas después del puente de la Carretera Interamericana.

2.2 Características de la Central Hidroeléctrica Las Cruces

La Central Hidroeléctrica Las Cruces es una presa vertedero de gravedad con casa de máquinas a pie de presa, la cual aprovecha las aguas del río San Pablo, creando un embalse con espejo de agua de 3.20 km² de extensión.

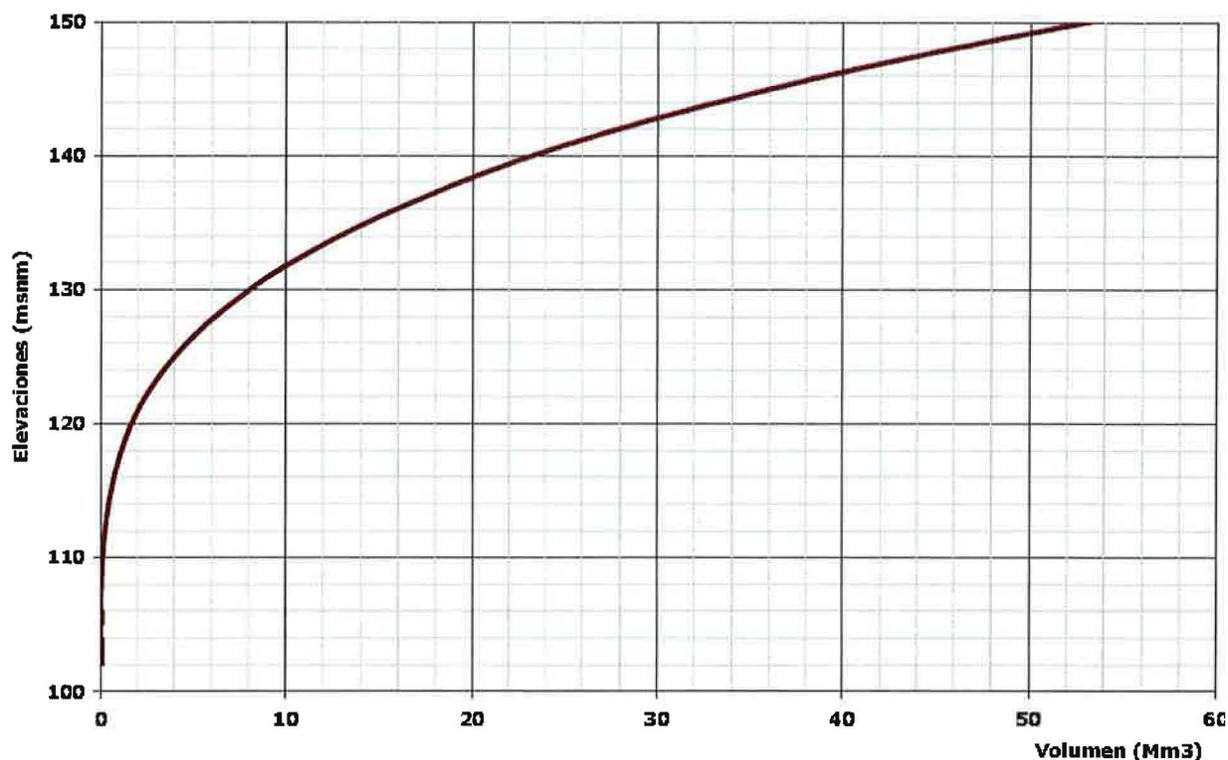
2.2.1 Embalse

La presa vertedero produce un embalse con una cola de aproximadamente 2,200 m de extensión sobre el cauce del río San Pablo. Los niveles característicos del embalse son:

- Nivel Máximo para la Condición de Emergencia (NMCE): 152.50 msnm
- Nivel Máximo de Operación Extraordinaria (NMOE o NAME): 149.70 msnm
- Nivel Máximo de Operación Normal (NMON): 146.50 msnm
- Nivel Mínimo de Operación Normal (NmiON): 143.00 msnm

El embalse de Las Cruces tiene una capacidad de 40 Mm³ al nivel normal de operación. Ver Gráfica N°1.

Gráfica N° 1 - Curva Elevación - Capacidad



2.2.2 Presa

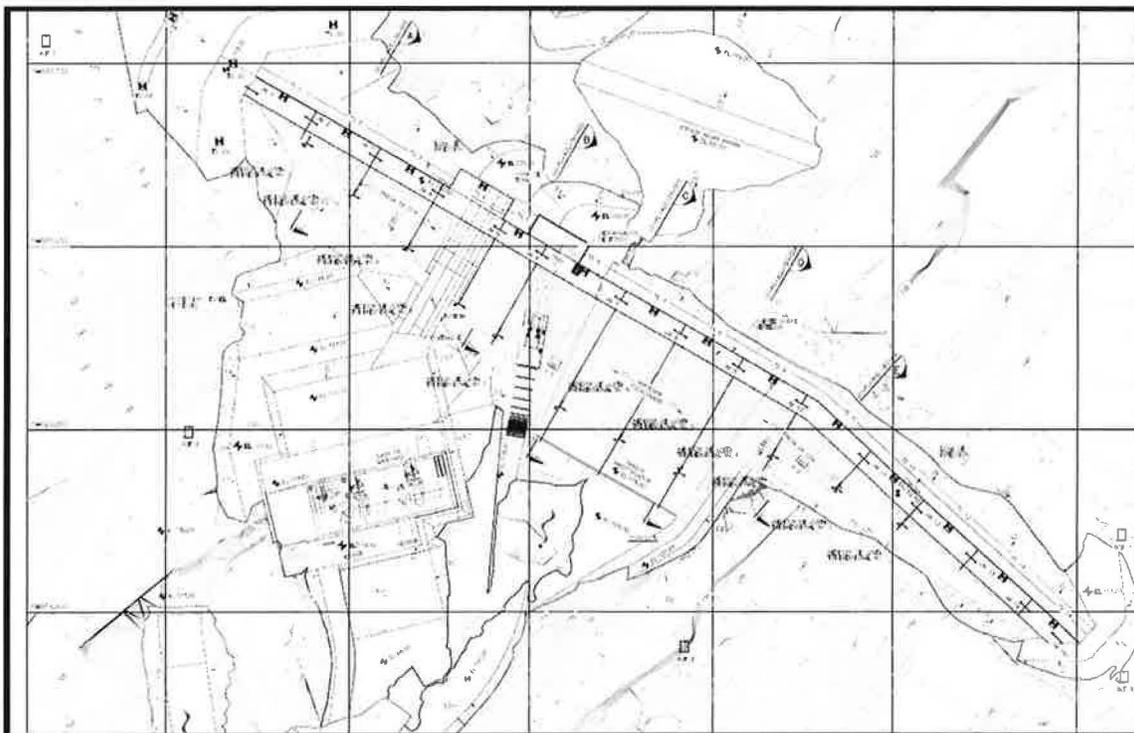
La presa de gravedad es en su mayor parte de Concreto Compactado con Rodillo (CCR) y concreto convencional sobre una fundación en roca sana. Los principales componentes de la presa son:

- **Cuerpo principal de Concreto Compactado con Rodillo (CCR):** alcanza en su nivel más alto una altura de 56.50 m, su longitud total de 276 m y el ancho de la corona es de 6 m.
- **Obra de Toma:** Se encuentra en el margen derecho de la presa, posee dos entradas, cada una de ellas aloja una compuerta plana y en su entrada se ubica una rejilla de limpieza. En cada vano se ubica una tubería de acero 3m de diámetro embebidas en concreto convencional cuyo eje de cada tubería está a una elevación de 129.00 msnm.
- **Descarga de Fondo:** su nivel de piso se encuentra a una elevación de 109 msnm, es un cajón de sección cuadrada de 3.50X3.50 m, en su entrada se ubica una compuerta plana deslizante para el mantenimiento del conducto. En la terminación del conducto se ubica una compuerta radial.
- **Vertedero libre escalonado y Tanque Amortiguador:** tiene un ancho libre de 50.40 m en la cota 146.50 msnm. El tanque amortiguador es de concreto convencional a la cota 106.00 msnm.
- **Galería:** se compone de los bloques 5 al 6 y del 7 al 10 dotados de galerías de inyección y drenaje.
- **Casa de Máquinas:** subestructura de concreto reforzado de 21.00 m de alto y superestructura de acero y láminas metálicas de 15.15 m de alto. La cota de descarga durante operación normal es 100.19 msnm. Cota de protección contra crecidas extraordinarias está a la Elev. 114.00 msnm. A la salida de las turbinas se ubican las compuertas de desfogue que serán operadas con un polipasto monorriel.

En el **Anexo C** se hace referencia a los planos como construidos de la presa.

En la figura N°3 se presenta el arreglo de las estructuras (Ver Anexo C).

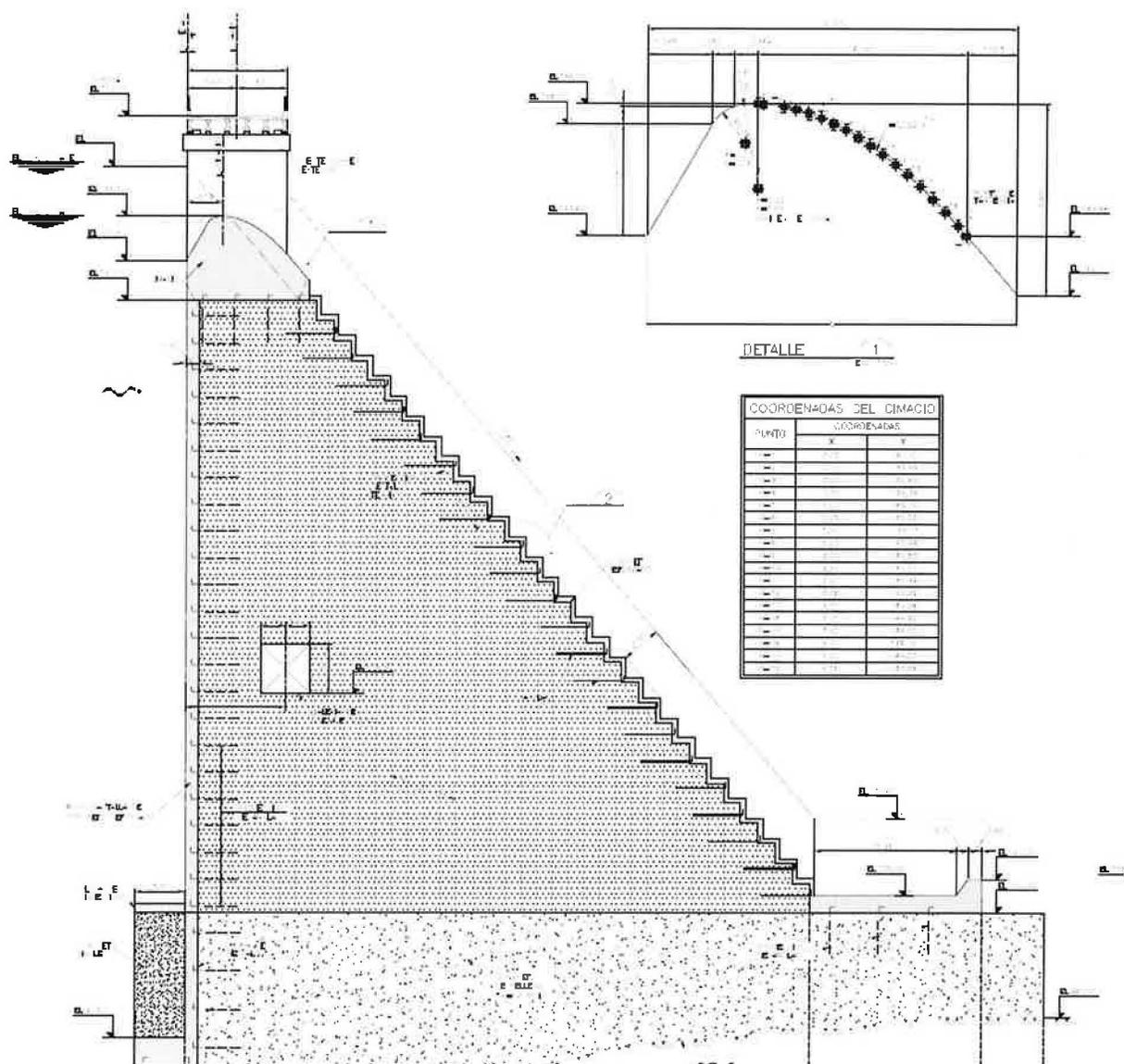
Figura N° 3- Vista de planta de la presa



2.2.3 Vertedero

La obra vertedora para la central Las Cruces está conformada por un vertedero libre diseñado para desalojar la crecida de diseño para un periodo de retorno de 10,000 años, cuyo caudal de ingreso al embalse es de 1370.00 m³/s.

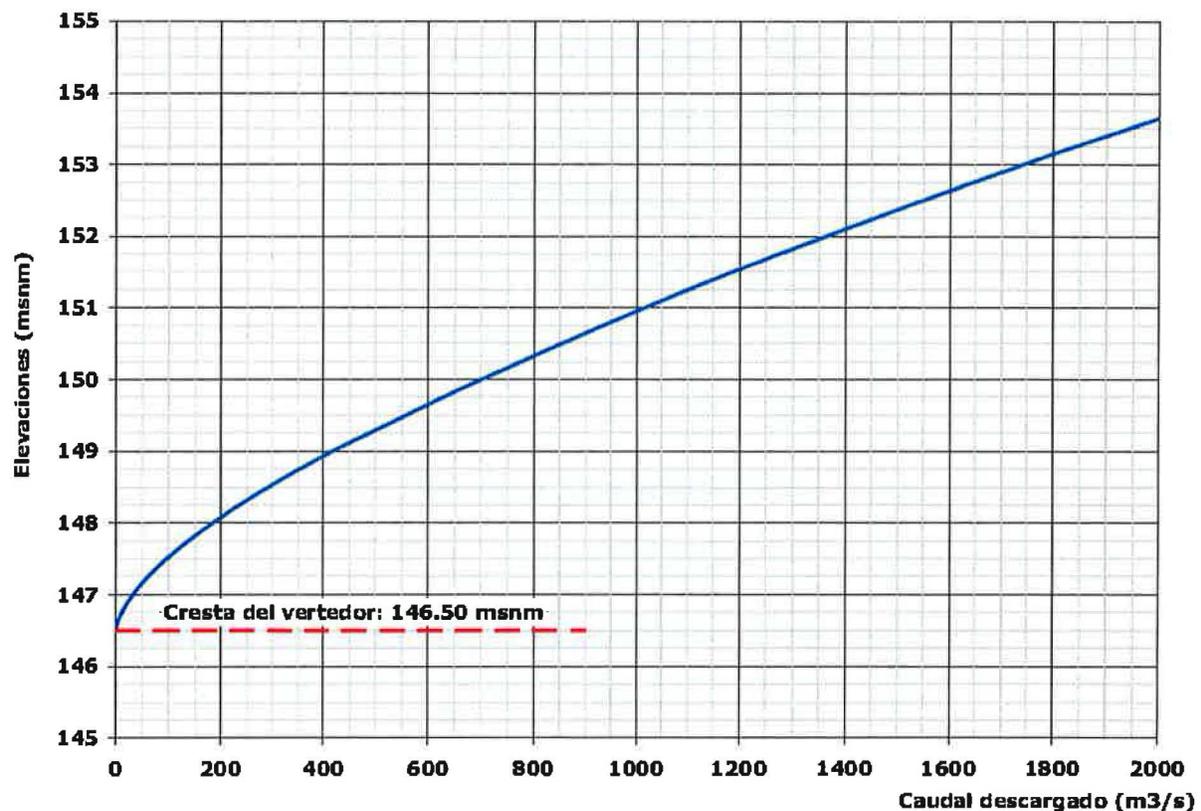
Figura N° 4 - Sección de vertedero



El vertedero tiene una longitud de 50.40 m, el cuerpo de la presa es vertical aguas arriba y escalonado 0.85:1 en la cara aguas abajo, con una caída de 40.50 m verticalmente hasta el tanque amortiguador.

El diseño hidráulico permite que el vertedero descargue libremente hasta 1549.97 m³/s a la cota máxima de emergencia de 152.50 msnm. Ver Gráfica N°2.

Gráfica N° 2 - Curva de descarga del vertedero libre



2.2.4 Descarga de fondo.

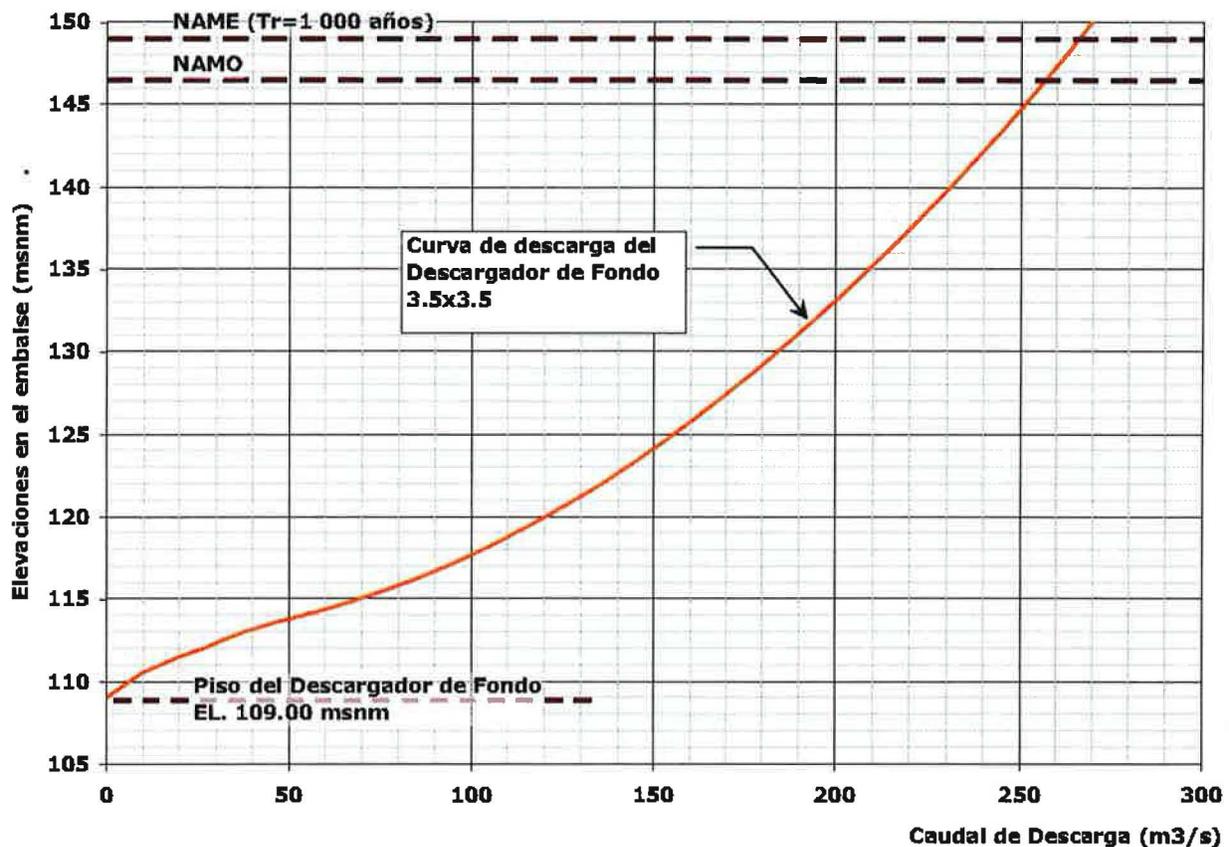
La entrada del desagüe de fondo se encuentra ubicada en la elevación 109.00 msnm, tiene una sección de 3.5 x 3.5 m y una longitud de 23.00 m con pendiente nula. Las pérdidas de energía consideradas fueron: entrada, cambio de dirección, reducción, ranuras, fricción y salida.

El descargador de fondo tiene múltiples funciones, las cuales son:

- Contribuir a la descarga ante el paso de una crecida extraordinaria.
- Extraer el azolve que se acumula en el embalse durante el tiempo de operación del misma.
- Permitir el vaciado del embalse (para la revisión de algún elemento que integra la presa).

Los valores de las elevaciones y su correspondiente curva de elevaciones caudales en la Gráfica N°3

Gráfica N° 3 - Curva de descarga de fondo



2.2.5 Instrumentación

En el cuerpo de presa Las Cruces se han instalado un número importante de instrumentos los cuales permitirán medir el comportamiento de la estructura durante su etapa de operación.

Estos instrumentos se utilizarán para medir las siguientes variables:

- Desplazamiento de la corona
- Desplazamiento de las juntas entre los bloques de la presa
- Desplazamientos horizontales en las cercanías de la sección de mayor altura de la presa.
- Desplazamiento horizontal en las laderas
- Supresiones en la cimentación de la presa
- Aforo de Filtraciones en galerías.

En el informe LC-IF-4CC-36-001 de instrumentación para la presa Las Cruces, se han descrito los instrumentos que se encuentran instalados en el cuerpo de presa. En el siguiente cuadro se indica la ubicación donde se han colocado el sistema de auscultación de la presa:

Cuadro N° 3 - Instrumentación en la presa Las Cruces

Nombre	Und.	Ubicación
Aforadores	13	Instalado entre las canaletas de las galerías de filtración, las filtraciones son encausadas hacia aguas abajo de la presa.
Extensómetro de varilla (EXTCV)	12	Instalado dentro de la cortina de la sección máxima EXU C 110 y 115 AA, BB Y CC DEFORTEM
Extensómetro de cuerda vibrante (EXTCV)	6	Instalado en el interior de la presa EXV MON AA Y AB APERTURAS 07, 09
Medidor de juntas internos	13	Instalado en el interior de la presa MJ1 10, 11,12,13 145
Medidor de juntas externos (Ternas)	15	Estos medidores de juntas mecánicas se ubican entre los bloques al nivel de la corona de la presa COR 01 ,02 ,03 ,04 ,05,06,07 ,08 ,09, 10, 11, 12, 13 y 14 y laderas.
Medidor de Juntas Externos (Tridimensionales)	13	Se encuentran instalados en los bloques (MJE 03 ,04 ,05 ,06, 07 ,08, 09,10, 11, 12 y 13) del talud aguas abajo de la presa, Se miden las 3 direcciones por apertura, cierre y cizallamiento.
Péndulos	3	Están anclados en el interior del cimiento de la presa y conectado en su extremo superior a un flotador sumergido en aceite. En los bloques del cuerpo de presa 10 ,9 y 6.
Piezómetros	26	Sección A, B.C.D Y E

No se dispone de un sismógrafo en la presa de la CH Las Cruces.

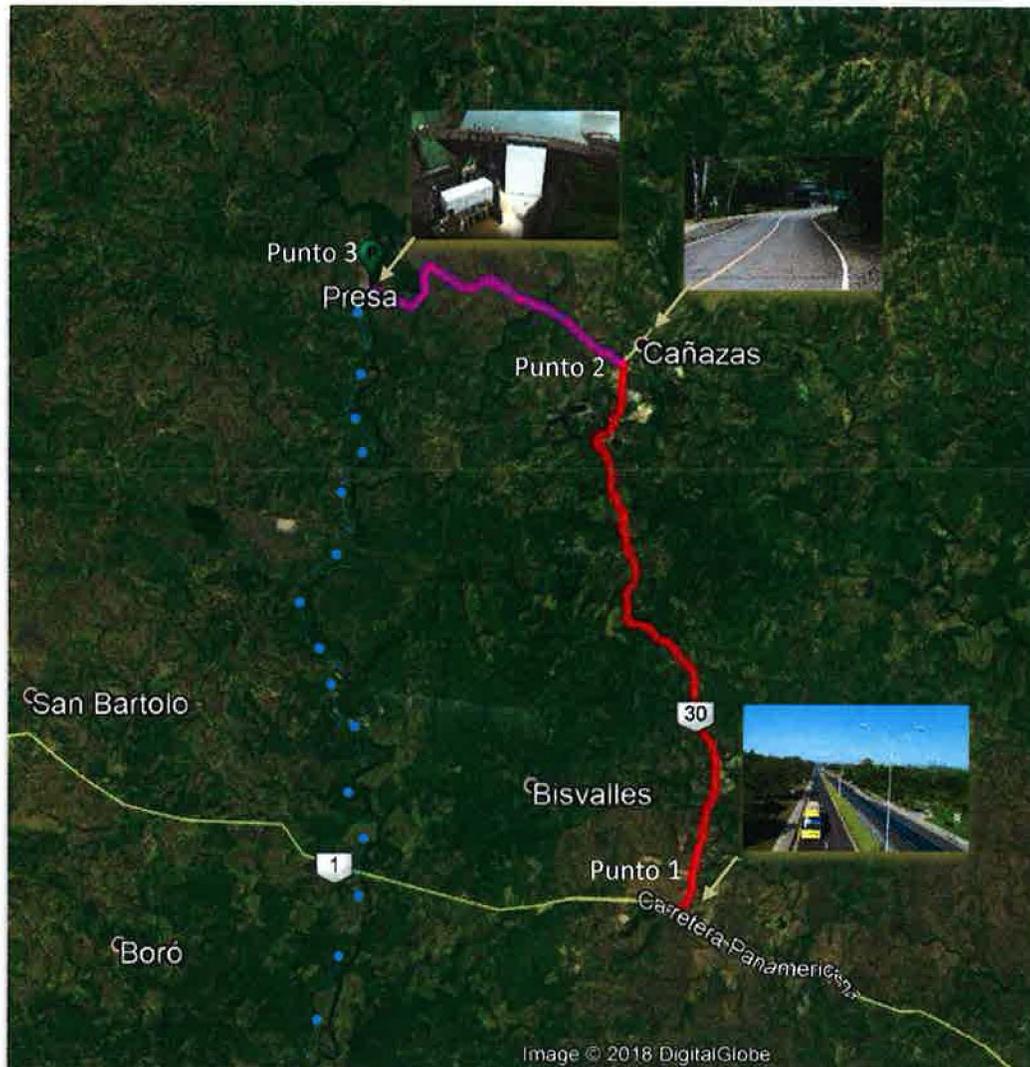
2.3 Camino de acceso

El camino de acceso al sitio de presa de la Central Hidroeléctrica Las Cruces parte en la estación 0k+000, ubicada sobre un camino existente.

Cuadro N° 4 - Descripción de los caminos de acceso hacia la presa

Simbología	Descripción	Trayecto	Condición del Camino	Distancia (Km)
	Carretera Panamericana	Punto 1	Asfalto	0.00
	Carretera Panamericana hacia Cañazas	Punto 1-Punto 2	Asfalto	2.01
	Camino de acceso hacia la presa	Punto 2-Punto 3	Tosca y tierra	8.32

Figura N° 5 - Camino de acceso hacia la presa de la CH Las Cruces



2.4 Equipos hidromecánicos

Los equipos hidromecánicos en la presa son los siguientes:

Cuadro N° 5 - Características de los Equipos Hidromecánicos

Equipos Hidromecánicos	Descripción	Valor
(1) Compuerta radial de la descarga de fondo	Dimensiones vano libre WxH (m)	3.50X3.50
(1) Compuerta plana deslizante descarga de fondo	Dimensiones vano libre WxH (m)	3.50X3.50
(2) Compuertas plana obra de toma	Dimensiones vano libre WxH (m)	2.60X3.00
(2) Rejillas metálicas de basura en obra de toma	Dimensiones WxH (m)	5.40X11.30

2.5 Sistema de comunicación

Los sistemas de comunicación interno utilizados en la Central hidroeléctrica Las Cruces consisten en teléfonos móviles. Los sistemas de comunicación externos consisten en teléfonos fijos ubicados en la sala de emergencia y en las entidades encargadas de gestionar la emergencia (ver la sección 6 y el Anexo E).

2.6 Sistemas de aviso de zonas inundables

Actualmente se cuenta con sirenas de aviso en el sitio de presa para alertar a las poblaciones cercanas a las zonas de riesgo.

2.7 Sistemas de alimentación eléctrica y de iluminación

Se dispone de un generador auxiliar en caso de fallar el generador del sistema eléctrico de la casa de máquinas, este a su vez alimenta de energía a los equipos contenidos en la presa y el sistema de iluminación.

3. RESUMEN DE LOS CRITERIOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

A continuación, se presenta un resumen los criterios y parámetros de diseño de interés para el Plan de Acción Durante Emergencias. En el informe de Seguridad de Presas se amplía esta sección.

3.1 Geología y geotecnia

En el informe geológico de cierre LD-IF-4CG12-056-00 se hizo una descripción de la geología regional de la zona en estudio la cual está conformada por rocas ígneas de origen extrusivo de composición básica a intermedia del Mioceno que la conforman dos grupos, la de San Pedrito del Mioceno Medio y el grupo Cañazas del Mioceno Superior.

Cuadro N° 6 - Formación del área en estudio

Formación	Características
San Pedrito – Boró TM-SPb (Mioceno Medio)	Basaltos, andesitas, arenas, lutitas, sedimentos epiclásicos, maderas solidificada, conglomerados y brechas.
Virigua TM -Cavi (Mioceno Superior)	Flujos de andesitas y basaltos, secuencia gruesa de brechas y tobas, sub-intrusivas, diques-swarns, sedimentos volcánicos.
Cañazas superior	Tobas depositadas en ambiente lagunar,
Cañazas medio	Lacas básicas y flujos andesíticos y la secuencia piroclástica inferior (wleklinski)

3.2 Hidrológico e hidráulicos

El proyecto hidroeléctrico Las Cruces se localiza dentro de la cuenca 118 denominada río San Pablo, en el pacífico panameño. Tiene un área de drenaje hasta su desembocadura en el mar de 2,453 Km². Los principales afluentes de esta cuenca son: río Cobre, río Tribique y río Cañazas.

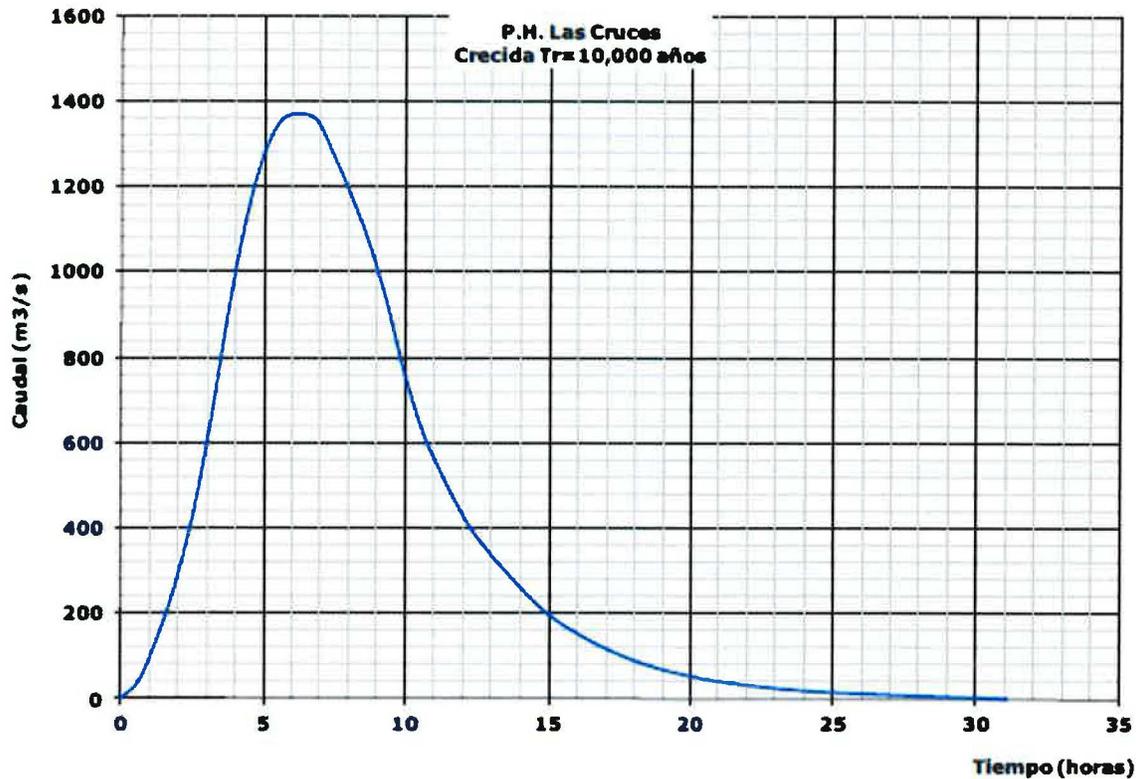
Se utilizó una data de registro histórica para determinar los caudales máximos para distintos periodos de retorno. Los caudales máximos, asociados a los diferentes periodos de retorno, que el vertedero de la C.H. Las Cruces tiene la capacidad de desalajo se muestran en cuadro N°7.

Cuadro N° 7 - Caudales máximos de diseño y periodos de retorno

Tr (años)	Caudal (m3/s)	Tr (años)	Caudal (m3/s)
2	560	200	1092
5	720	500	1163
10	809	1000	1214
20	885	2000	1264
50	973	5000	1323
100	1034	10000	1370

En la gráfica N°4, se presenta el hidrograma de entrada a la presa Las Cruce, cuyo caudal máximo es de 1370 m³/s.

Gráfica N° 4 - Hidrograma de entrada a la presa CH Las Cruces para una crecida de 10,000 años



El valor del caudal ecológico es de 2.53 m³/s.

3.3 Sísmicos

A continuación, se presentan las aceleraciones máximas del terreno para el diseño de las estructuras principales de la Central Hidroeléctrica Las Cruces que se determinaron en el *Informe Final de Riesgo Sísmico ref. (7) (LC-IF-9AA-99-999-00)*.

Cuadro N° 8 - Resumen de Resultados

Criterio	Recurrencia (años)	Aceleración (g)
SON (sismo de Operación Normal)	155	0.18
SMV (Sismo Máximo de Verificación)	950	0.33

3.4 Documentos Técnicos

En el Anexo D del informe FASE I de Seguridad de Presas se presenta una lista de documentos que comprenden el archivo técnico en los cuales aparece información de diseño y construcción de la presa. Los documentos fueron realizados por las empresas encargadas del diseño y la construcción de la obra.

4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE

4.1 Responsabilidades del dueño

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD S.A. (CEISA), tiene la responsabilidad legal de desarrollar el Plan de Acción Durante Emergencias (PADE). Serán asimismo parte de sus obligaciones la implementación, mantenimiento y actualización del Plan. Este documento formará parte del archivo técnico de la presa por lo tanto debe reposar en la sala de emergencia.

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD S.A. (CEISA), será responsable de explicar y entregar los diferentes escenarios que contempla el PADE, a las autoridades locales, gubernamentales y no gubernamentales que participaran en forma activa ante la ocurrencia de una situación de emergencia. A cada una de estas autoridades se le invitará a participar de los simulacros (ver Anexo F).

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD S.A. (CEISA), 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

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD S.A. (CEISA), es el Responsable Primario encargado de *declarar* las alertas y quien *notificará* la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a SINAPROC-COE, UTESEP de ASEP, CND, Hidrometeorología de ETESA, autoridades locales y las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo dependiendo del nivel de alerta detectado. En el cuadro N° 15, se indican los modelos de notificación sugeridos para declarar la alerta en cada emergencia.

Los técnicos responsables de realizar las lecturas de los instrumentos de auscultación deberán notificar al coordinador del PADE cuando se alcancen valores de alerta en cualquier instrumento.

4.3 Responsabilidades de evacuación

SINAPROC-COE, es el encargado de planificar y realizar la evacuación aguas abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Las Cruces cuyo fallo podría generar consecuencias a las comunidades aledañas. En todos los niveles de alerta, tanto las autoridades locales como SINAPROC-COE serán responsables de desarrollar los planes de notificación y evacuación.

4.4 Responsabilidades de terminación y seguimiento

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD S.A. (CEISA), es responsable por dar seguimiento, terminar y reportar los detalles relacionados a la emergencia.

4.5. Responsabilidades del coordinador del PADE

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD S.A. (CEISA), ha designado a un coordinador para que se encargue de la implantación, mantenimiento y actualización del Informe Plan de Acción Durante Emergencia (PADE). En la sección 6.3.2, se presenta al coordinador del PADE quien será el responsable de realizar la actualización anual del Plan, por las razones requeridas en la Norma de Seguridad de Presa y resoluciones posteriores emitidas por la ASEP.

5. DETECCIÓN Y SITUACIONES PARA DECLARAR UNA EMERGENCIA

5.1. Detección de la emergencia

Los parámetros utilizados para el diseño de las estructuras de cierre de la Central Hidroeléctrica Las Cruces han sido verificados con los valores admisibles que se presentan en las Normas de Seguridad de Presa de ASEP (Apéndice B) determinando que la presa cumple con los valores recomendados bajo distintas condiciones de seguridad. Para que se dé el fallo de la obra de contención primero deben darse situaciones, poco comunes, que pueden ser detectadas por el personal que labora en su operación, mediante la inspección rutinaria.

Es importante mencionar que hacia aguas arriba de la presa Las Cruces no existen comunidades cercanas al embalse, sin embargo, hacia aguas abajo se localiza la presa del Proyecto Hidroeléctrico San Bartolo y comunidades cercanas a la ribera del río San Pablo.

5.2 Identificación de la emergencia

Una vez detectada la emergencia se deberá identificar qué situación de emergencia se está desarrollando, si la presa se encuentra en una emergencia por la combinación de factores conocidos que podrían desencadenar fenómenos, sucesos no esperables, eventuales y desagradables que pudieran afectar la seguridad de la presa y producir la rotura de ella, su sobrepaso o cualquier otra condición que ocasione daño a las estructura de cierre o a las estructuras auxiliares categorizadas como peligrosas convirtiéndose a su vez en una amenaza para la vida de los habitantes, propiedades, servicios o el medio ambiente que se encuentren próximos a las planicies de inundación. Dependiendo de la gravedad de la situación, se realizarán los procedimientos descritos en este plan. 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, se aumentará la amenaza de falla, ya que, no se contará con el tiempo suficiente para actuar. Las acciones que se deben realizar son de gran importancia para cumplir con el objetivo del PADE.

5.2.1 Definición de los tipos de alertas

Según el grado de la emergencia, se fijarán alertas, las cuales pueden ser de tipo blanca, verde, amarilla o roja. A medida que la situación vaya en aumento, crece el riesgo de falla y las medidas implementadas no funcionen, se irá cambiando el tipo de alerta. Se fijarán niveles y umbrales de alertas que permitirán identificar 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 de la presa.

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 para dar las alarmas respectivas.

Dada la complejidad del proceso para identificar una situación de emergencia es necesario realizar un análisis de seguridad de presa a partir de las posibles causas desencadenantes, para conocer los indicadores de una emergencia, los umbrales para distintas causas y los escenarios de emergencias.

5.2.2 Causas para declarar una emergencia

El operador y Coordinador del PADE de la presa Las Cruces, deberá conocer, cuáles son las situaciones y fenómenos para detectar una emergencia. Las causas que pudieran ocasionar una situación de emergencia serán analizadas de forma individual o en conjunto. Un desarrollo progresivo o rápido de estas situaciones pueden provocar hasta la rotura o fallo grave del funcionamiento de la presa.

Las causas pueden darse por las siguientes razones:

- Exógenas, son causas que tienen su origen fuera de la presa.
- Endógenas, son causas que tienen su origen en el comportamiento de la presa ó en la casa de máquinas y afectan a determinados elementos de la presa.

A su vez, las emergencias según su origen serán atendidas dependiendo de su nivel de riesgo:

- Atención Referente, son causas que conllevan mayor riesgo para la seguridad de la presa.
En el presente Plan son todas las que puedan contribuir a la acentuación de los siguientes fenómenos:
 - a) Vertido por la coronación de la presa, en tanto que la presa queda sometida a sollicitaciones mayores que las previstas y, además, pueden producirse erosiones al pie de la presa.
 - b) Problemas de estabilidad de la presa.
- Atenuación Normal, son causas que conllevan un menor riesgo para la seguridad de la presa.

La evaluación de la emergencia deberá ser realizada en cuanto se tenga conocimiento de la ocurrencia de algún evento en el sitio de presa o cercanías. Las causas para declarar una emergencia se presentan en el cuadro N° 9:

Cuadro N° 9 - Causas de emergencia en las presas de hormigón incluyendo sus cimientos

Causas	Tipología	Atención preferente	Atención normal
Exógenas	Debido a acciones imprevistas o de excepción magnitud	Avenidas extremas	Sismo (natural o provocados)
		Precipitación local extrema	Deslizamiento de laderas
		Olas en el embalse	Fuego/ vandalismo/sabotaje/guerra
		Rebosamiento	Desequilibrio ecológico en el embalse y aguas abajo
		Rotura de la presa situada aguas arriba	Cambio de escenario en presa situada aguas arriba
Endógenas	Debido al comportamiento estructural de la presa	Deslizamientos aguas arriba y aguas abajo	Deformaciones
		Arrastre de materiales por filtraciones	Degradación superficial del hormigón
		Erosión interna del paramento	
		Movimientos anómalos y sobretensiones	Permeabilidad de juntas
	Cimientos	Arrastre de materiales por Filtraciones	Deformaciones y asentamientos
		Fallo de permeabilidad o drenaje	
		Deterioro del contacto roca - hormigón	
	Aliviadero	Problemas de evacuación	Porosidad del hormigón
		Erosión del tanque amortiguador	Degradación o envejecimiento del hormigón
	Toma	No operativa	Problemas de operación
	Funcionamiento de los equipos y accesos	Problemas de auscultación de los instrumentos.	Problemas de suministro eléctrico
			Problemas de iluminación/limpieza de drenes
		Apertura brusca de los organismos de desagüe	Problemas de telecomunicaciones
			Consignas inadecuadas para la maniobra de los desagües
	Explotación	No se realizan controles para la seguridad de la presa	Problemas en los accesos
Incumplimiento de normas de vigilancia o mantenimiento			
		Reconocimiento incompletos o inadecuados	

5.2.3. Identificadores de una emergencia

Para realizar una identificación fiable es necesario tener a disposición los materiales y el personal preparado para medir con tiempo de antelación, la evolución de las situaciones de emergencia que se estén presentando, la cual deberá ser clasificada para garantizar la acción más adecuada y atender la situación que se esté presentando.

Los indicadores de una emergencia son presentados en términos cuantitativos y cualitativos, ante la ocurrencia de fenómenos o anomalías detectadas que pudieran ocasionar un suceso peligroso. Los indicadores cualitativos estarán fijados por umbrales representados por medio de valores que varían con el tiempo mientras que los indicadores cuantitativos estarán fijados por umbrales que describan una

condición de emergencia lo que permitirá detectar y notificar una alerta mientras se confirma la magnitud de la emergencia.

5.2.3.1. Umbrales para los distintos sucesos

Los umbrales que permitirán al operador de la presa determinar una emergencia en desarrollo son los siguientes:

- Umbrales asociados a avenidas
- Umbrales asociados a Sismos
- Umbrales asociados a la auscultación (lectura de los instrumentos)
- Umbral asociado a los resultados de la inspección de la presa

5.2.3.1.1. Umbrales asociados a avenidas

Los umbrales asociados a avenidas permitirán detectar la entrada de una avenida extrema al embalse y verificar el comportamiento de la presa por la aparición de diversas causas de emergencia, de manera que se puedan realizar los procedimientos indicados en este plan.

En el cuadro N° 10, se muestran los indicadores para notificar el desarrollo de una situación de emergencia en el sitio de presa.

Cuadro N° 10 - Indicadores asociados a umbrales por avenidas

Condiciones Cualitativas	Indicador cuantitativo	Clasificación de la emergencia	Efectos
	Umbral Embalse (msnm)	Nivel de Alerta	
El nivel del embalse alcanzó la cota	148.50	Blanca	Vertimiento del caudal de 96 m ³ /s.
El nivel del embalse está a la cota	149.00	Verde	Vertimiento del caudal de 244 m ³ /s.
El nivel del embalse está a la cota	149.40	Amarilla	Vertimiento del caudal de 414 m ³ /s.
El nivel en el embalse está vertiendo por arriba de la cota	149.70	Roja	El nivel de vertido supera el nivel máximo de emergencia

5.2.3.1.2. Umbrales asociados a sismos

Los umbrales asociados a sismos permitirán detectar anomalías en el comportamiento de la presa ante la detección de un sismo con epicentro próximo a las estructuras de cierre.

En el cuadro N° 11 se muestran los indicadores para notificar que se está desarrollando una situación de emergencia en la presa de la CH Las Cruces.

Cuadro N° 11 - Indicadores asociados a umbrales por sismos

Indicador cualitativo	Indicador cuantitativo	Clasificación de la emergencia	Efectos
	Umbral de sismo	Nivel de Alerta	
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) aceleración horizontal igual o menor.	$0.18g \geq a$	Blanca	Se ha detectado la presencia de filtraciones, aumento de filtraciones y aparición de grietas en la presa y/o movimientos en las juntas del concreto.
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) aceleración horizontal entre.	$0.18g < a < 0.25g$	Verde	Están en aumento o han aparecido nuevas grietas. Se han observado afección en la operación de los equipos hidromecánicos.
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) entre.	$0.25g < a < 0.33g$	Amarilla	Daños estructurales en la presa o filtraciones o desplazamientos. Potencial deslizamiento de laderas en el embalse.
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) aceleración horizontal igual o mayor.	$a \geq 33g$	Roja	Agrietamiento del concreto, filtraciones y es inminente la falla de la presa. Los equipos hidromecánicos no responden y están inoperativos.

Para verificar estos umbrales, se pueden emplear sistemas de respaldos, los cuales permitirán conocer en tiempo real información sismológica de la región. El Instituto de Geociencias de la Estación Sismológica de la Universidad de Panamá (IGC), actualmente cuenta con estaciones acelerográficas a campo abierto y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), brinda información al público general².

² <http://www.panamaigc-up.com/>; <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/>

5.2.3.1.3. Umbrales asociados a la instrumentación

Se recomienda verificar el comportamiento de la presa mediante el monitoreo de sus estructuras y de las demás obras de manera general siguiendo las recomendaciones que sugiere la Normas de Seguridad de Presas, el Apéndice F para una presa “categoría A”, “Alto Riesgo Potencial”.

Los instrumentos que monitorean el comportamiento de la presa son los primeros en detectar cualquier desviación de las condiciones de operación establecidas en el diseño de la estructura. Sin embargo, lecturas o datos fuera del rango de medición normal no son una indicación directa de una emergencia, sino un aviso de aumentar las inspecciones de las condiciones de operación tanto de los instrumentos como de la presa. En el cuadro N° 12 se presentan valores de lectura de algunos de los instrumentos que deben ser considerados como una alerta. Estas alertas deben ser atendidas prontamente para luego ser confirmadas como una ALERTA DE EMERGENCIA según el PADE.

Los valores del Cuadro N°12 deben considerarse como una primera referencia que debe ser actualizada y reevaluada con mayor cantidad de lecturas.

Cuadro N° 12 - Valores de atención y alerta de los instrumentos

Instrumentos de Auscultación	Modelo/ubicación	Lectura de atención	Alerta
Aforadores	Galería superior	Filtración mayor de 0.25 m ³ /seg	BLANCA
	Galería Inferior		
Bases de Nivelación	Cresta de la presa	Diferencia de elevación mayor de 0.5 cm	BLANCA
Extensómetro de cuerda vibrante (EXTCV)	EXTCV-044; EXU C 110 AA, CC, AB	Deformación mayor de 25 mm	BLANCA
	EXTCV-044; EXU C 115 AA, CC, AB		
Extensómetro de varilla (EXTCV)	Bloque 7 AA; V1 A V2, V2 A V3, V3	Deformación Mayor de 25 mm	BLANCA
	Bloque 7 AB V1 A V2, V2 A V3, V3		
	Bloque 9 AA V1 A V2, V2 A V3, V3		
	Bloque 9 AB V1 A V2, V2 A V3, V3		
Medidor de juntas internos	MJI 01 143	Movimiento Mayor de 0.5 cm	BLANCA
	MJI 02 143		
	MJI 03 143		
	MJI 04 143		
	MJI 05 143		
	MJI 09 143		
	MJI 10 143		
	MJI 11 143		
	MJI 10 A 143		

	MJI 12 A 143		
	MJI 13 143		
Medidor de juntas externos (Ternas)	MJE COR 01; L1, L2, L3	Movimiento Mayor de 0.5 cm	BLANCA
	MJE COR 02; L1, L2, L3		
	MJE COR 03; L1, L2, L3		
	MJE COR 04; L1, L2, L3		
	MJE COR 05; L1, L2, L3		
	MJE COR 09; L1, L2, L3		
	MJE COR 10; L1, L2, L3		
	MJE COR 11; L1, L2, L3		
	MJE COR 12; L1, L2, L3		
	MJE COR 13; L1, L2, L3		
	MJE COR 14; L1, L2, L3		
	Medidor de Juntas tridimensionales		
MJE 04; L1, L2, L3			
MJE 05; L1, L2, L3			
MJE 06; L1, L2, L3			
MJE 07; L1, L2, L3			
MJE 08; L1, L2, L3			
MJE 09; L1, L2, L3			
MJE 10; L1, L2, L3			
MJE 11; L1, L2, L3			
MJE 12; L1, L2, L3			
MJE 13; L1, L2, L3			
Péndulos		PEN M6 "X", "Y" DIRECTO	Desplazamiento horizontal mayor de 25mm
	PEN M9 "X", "Y" DIRECTO		
	PEN M10 "X", "Y" DIRECTO		
Piezómetros de cuerda vibrante	PIE A 135 CC	Subpresión mayor al 50% de la cabeza de agua	BLANCA
	PIE A 125 CC		
	PIE A 115 CC		
	PIE B 096 AA		
	PIE B 106 AA		
	PIE B 116 AA		
	PIE B 096 AB		
	PIE B 106 AB		
	PIE B 116 AB		
	PIE C 076 AA		
	PIE C 086 AA		
	PIE C 096 AA		

	PIE C 076 AB	Subpresión mayor al 70% de la cabeza de agua	VERDE
	PIE C 086 AB		
	PIE C 096 AB		
	PIE D 095 AA		
	PIE D 095 AB		
	PIE D 115 AA		
	PIE D 105 AA		
	PIE D 115 AB		
	PIE D 105 AB		
	PIE E 115 AA		
	PIE E 125 AA		
	PIE E 135 AA		
	PIE E 115 AB		
	PIE E 125 AB		
	PIE E 135 AB		

5.2.3.1.4. Umbral asociado a la inspección de la presa

El establecimiento de los umbrales asociados a las diferentes causas será resultado de las inspecciones llevadas a cabo in situ, y tendrán, lógicamente, un marcado carácter cualitativo. Estas inspecciones deben indicar tendencias de manera que deberán ser realizadas por personas capacitadas para este fin, de forma cuidadosa y regular cumpliendo con las recomendaciones del Apéndice F, de la norma de ASEP.

En el cuadro N° 13, se muestran los indicadores para notificar que se está desarrollando una situación de emergencia en la presa Las Cruces

Cuadro N° 13 - Indicadores cualitativos de inspección asociado a las causas de emergencia

Grupo	Indicador asociado a las causas	Posibles orígenes	Posibles efectos
Embalse			
Apariencia	Agrietamiento en laderas	<ul style="list-style-type: none"> – Factores Geológico – Sismos – Precipitaciones intensas 	<ul style="list-style-type: none"> – Desplazamiento de laderas en el embalse – Vertimiento del aliviadero

Movimientos	Desplazamiento de laderas cerca del embalse y proximidades	<ul style="list-style-type: none"> – Factores geológicos – Saturación – Alta escorrentía – Inundación – Precipitaciones intensas – Sismos 	<ul style="list-style-type: none"> – Gran oleaje – Rebosamiento – Aterramiento – Bloqueo de desagües – Incremento de cargas – Perdida de volumen en el embalse
Otros efectos	Oleaje en el embalse	<ul style="list-style-type: none"> – Viento Desplazamiento en los lagos 	<ul style="list-style-type: none"> – Rebosamiento – Daños a los equipos Erosión de estribos y cimiento
Presa(s)			
Apariencia Superficial	Fisuración del concreto Fisuración superficial	<ul style="list-style-type: none"> – Envejecimiento del hormigón – Lavado del hormigón – Movimientos – Obstrucción de los drenajes 	<ul style="list-style-type: none"> – Deterioro acelerado y progresivo – Incremento de filtraciones
	Agrietamiento profundo	<ul style="list-style-type: none"> – Cargas imprevistas – Sobretensiones – Subpresiones elevadas – Retracción y expansión del hormigón – Movimiento de los cimientos – Sismos – Perdida de resistencia – Desplazamiento 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de filtraciones – Deterioro acelerado – Fisuración progresiva – Movimientos diferenciales
Filtraciones	Humedad superficial	<ul style="list-style-type: none"> – Agrietamiento – Deterioro del hormigón – Porosidad del hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> – Deterioro rápido – Lavado del hormigón – Pérdida de peso – Perdida de resistencia – Incremento de filtraciones
	Filtraciones concentradas a través de la presa	<ul style="list-style-type: none"> – Agrietamiento – Movimientos diferenciales – Apertura de juntas – Sub-presión importante – Erosión del hormigón – Lavado del hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> – Perdida de solidos
	Modificación del caudal a través de la presa	<ul style="list-style-type: none"> – Sellado de grietas – Movimientos diferenciales – Fractura del hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de sub-presiones – Perdida de solidos – Redistribución de tensiones

	Vegetación hidrófila en el paramento	<ul style="list-style-type: none"> – Deterioro del cimient – Apertura de juntas, grietas, fallas – Asentamientos diferenciales en los cimientos – Reapertura de cavidades – Obstrucción de drenes o filtros – Precipitación interna 	<ul style="list-style-type: none"> – Rotura del cimient – Incremento de sub-presiones – Perdida de la capacidad portante del cimient – Movimiento en la presa
	Modificaciones en el caudal a través del cimient		
	Burbujeo en el pie y paramentos		
	Dolinas en cauces		
	Filtraciones concentradas a través del cimient		
	Filtración turbia a través del cimient		
Movimientos	Movimiento general de la presa	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento del cimient – Movimiento de los estribos – Sismos – Vertido sobre la presa – Cargas imprevistas – Subpresiones elevadas – Expansión del hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de las filtraciones – Inoperatividad de equipos hidromecánicos – Fisuración Severa – Redistribución de Tensiones – Reducción de la estabilidad – Perdida de resguardo – Perdida de alineamiento de las estructuras auxiliares – Rotura de estructuras auxiliares – Rotura de la presa
	Desarrollo de irregularidades superficiales	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento del cimient – Movimiento de los estribos – Sismos – Cargas imprevistas 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento de la fisuración – Incremento de la filtración – Falla en los equipos hidromecánicos
	Levantamiento del cimient próximo al pie	<ul style="list-style-type: none"> – Sismos – Deformabilidad elevada del cimient 	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento de la presa – Perdida de alineamiento de estructuras auxiliares
	Pérdida de alineamiento en coronación	<ul style="list-style-type: none"> – Resistencia insuficiente del cimient 	<ul style="list-style-type: none"> – Rotura de estructuras auxiliares

Estructuras Auxiliares			
Apariencia	– Erosión del aliviadero	– Falta de mantenimiento – Avenida superior a las previstas	– Fallo general del aliviadero – Afección a la presa – Afección a las laderas
	– Rotura en el aliviadero	– Falta o insuficiencia de drenaje	– Fallo general del aliviadero
	– Obstrucción de la toma	– Dimensiones inadecuadas o ausencia de rejillas – Carga de obstrucción o flotantes no previstas	– Rebosamiento
	– Accesibilidad de la sala de mecanismos	– Inundación de acceso	– Pérdida de control de compuertas – Imposibilidad de vaciado – Rebosamiento – Pérdida de capacidad de desagüe
	– Indicadores de actos de vandalismo	– Falta de control de acceso – Abandono de las instalaciones	– Rotura de válvulas o compuertas
Filtraciones	– Filtración en el pie del aliviadero – Depósito de finos en el pie del aliviadero – Dolinas sobre las alineaciones de los conductos – Filtraciones a la salida de los conductos – Depósitos de finos a la salida de los conductos – Deformaciones del conducto – Separación entre conducto	– Fallo o insuficiencia de drenaje – Erosión interna bajo el aliviadero – Fallo de alineación – Compactación inadecuada – Corrosión – Erosión – Subpresión – Vibraciones – Falta de control aguas arriba – Fugas de agua desde el conducto	– Fallo general del aliviadero – Erosión del aliviadero – Erosión interna de la presa – Movimiento de los bloques en la presa – Pérdida de capacidad del embalse – Inutilización de los conductos.

	y relleno en la salida		
Movimiento	<ul style="list-style-type: none"> – Movimiento vertical en las juntas del aliviadero – Movimiento lateral – Perdida de alineamiento 	<ul style="list-style-type: none"> – Falta o insuficiencia de drenajes – Erosión interna bajo el aliviadero 	<ul style="list-style-type: none"> – Fallo general del aliviadero – Erosión del aliviadero
Válvula y compuerta	<ul style="list-style-type: none"> – No operatividad de válvulas y compuertas – Indicadores visuales obvios de mecanismos 	<ul style="list-style-type: none"> – Asientos – Corrosión – Fallos en las alineaciones – Vandalismo – Fallo de elementos mecánicos – Depósitos – Bloqueo de mecanismos – Aterramiento – Acumulaciones flotantes – Movimiento diferencial 	<ul style="list-style-type: none"> – Imposibilidad de vaciado – No operatividad los equipos de desagüe – Pérdida de la capacidad de desagüe – Rebosamiento

5.2.4. Escenarios de seguridad

Se producirá una situación de emergencia en la presa de la Central Hidroeléctrica Las Cruces cuando así haya sido constatado y notificado por el responsable primario, esta notificación se producirá por las circunstancias que dan lugar a que la presa se encuentre en alguno de los escenarios de seguridad presentados en el cuadro N°14. Se evaluará la situación de emergencia en función de los indicadores y de los umbrales para poder identificar el escenario de emergencia que se encuentre en desarrollo de manera que se puedan realizar las actuaciones previstas en este plan.

Cuadro N° 14 - Escenarios asociados a las causas de emergencia en la CH Las Cruces

Escenarios de Seguridad	Indicadores para notificar una emergencia
Vigilancia reforzada	<ul style="list-style-type: none"> – Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que requiere vigilancia en el embalse pero que no pueden causar una rotura rápida de la presa. – Ante movimientos sísmicos de baja intensidad o con epicentro alejado de la zona de la presa. – Cuando se detecten anomalías que comprometen la integridad de la presa.
	<ul style="list-style-type: none"> – Se está desarrollando un comportamiento anormal en los instrumentos de auscultación.

Situaciones potenciales de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> – Ante movimientos sísmicos o al presentarse el desalojo de crecidas, ocasionando la aparición de grietas o desplazamientos en la(s) estructura(s), laderas del embalse o proximidades. – Los equipos hidromecánicos presentan mal funcionamiento. – Este escenario involucra la acción de procedimientos a desarrollarse por el responsable primario o coordinador del PADE, no está en peligro la integridad de la(s) estructura(s) al momento de la observación. – Se han ocasionado actos de vandalismo o sabotaje.
Peligro Inminente	<ul style="list-style-type: none"> – Se origina debido a situaciones anormales como: asentamientos de la cresta o deslizamientos en la presa, aumento del nivel del embalse. No se logra controlar el nivel del embalse con maniobras de operación. – Sobrepasso de la presa y aumento de las grietas con filtraciones incontroladas a través de la presa. – Inestabilidad y aumento de filtraciones a través de la toma. – Los equipos hidromecánicos presentan mal funcionamiento, ocasionando sobrevertido. – Se afecta la operación de la planta. – Se da la alerta a las poblaciones aguas abajo para que se inicie los procedimientos de protección, control y evacuación de las personas hacia lugares altos, ver mapa en el Anexo B. – Se han realizado actos de vandalismos y sabotaje en las estructuras. – la situación de peligro se agrava puede desencadenarse la rotura de la presa pasándose a ALERTA ROJA.
Rotura de la presa Alta probabilidad de daños y afectaciones importantes	<ul style="list-style-type: none"> – La falla de la presa o alguno de sus componentes, ha ocurrido de forma parcial o total ocasionando una salida incontrolable del agua por las estructuras. – Los equipos hidromecánicos no logran controlar el aumento de nivel del embalse. Se interrumpe la operación de la central. – Los equipos hidromecánicos no funcionan o no controlan el nivel del embalse, provocando sobrevertido. – Se produce inundación aguas abajo de la presa, se realiza la evacuación de las personas en las áreas afectadas.

5.3. Descripción de la amenaza de la falla de la presa

El embalse que se muestra en la Foto N°1 producido por la presa de la Central Hidroeléctrica Las Cruces, forma un espejo de agua de 3.20 Km², conteniendo en la cota 146.50 msnm un volumen aproximado de 40 Mm³.



Foto N°1- Condición de la Presa Las Cruces

Las Normas de Seguridad de Presa de ASEP establecen que se debe evaluar la posibilidad de falla de la presa y los efectos de inundación aguas abajo sobre las estructuras, residencias y desarrollo económico y agrícola en las riberas del río.

5.4. Descripción de la amenaza de crecida

La categorización adoptada por la presa Las Cruces es de “**Tipo A**” o “**Alto Riesgo Potencial**” debido al riesgo potenciales que esta representa, en caso de falla, hacia las estructuras y viviendas que se encuentran localizadas hacia aguas abajo de la presa. Los detalles de este análisis se presentan en el informe de Seguridad de Presas, Fase I del 2018.

De acuerdo a la Norma de Seguridad de Presas de ASEP, los escenarios para analizar la crecida del río San Pablo, de la presa Las Cruces serían la crecida ordinaria de 1:50 años y la crecida extraordinaria de 1: 10,000 años.

5.5. Conclusión de la emergencia

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 Central Hidroeléctrica Las Cruces y deberán ser remitidos a la Unidad Técnica de Seguridad de Presas UTESEP de la ASEP.

5.6. Implementación del sistema de alerta hidrológico

En las Normas de Seguridad de Presa se recomienda contar con un Sistema de Alerta Hidrológico, para minimizar las consecuencias desencadenantes de una crecida extraordinaria y tomar las previsiones necesarias durante la operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Las Cruces.

El responsable Primario por el momento utilizará los sistemas de respaldo de las instituciones hidrometeorológicas para consultar información hidrometeorológica, en este caso Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA-HIDROMET) de manera que se conozca con suficiente anticipación el origen de la entrada de una crecida ante la ocurrencia de fenómenos atmosféricos.

Entre los aspectos que podrían verificarse están:

- Información meteorológica
- Información de precipitación
- Secuencia de niveles en puntos de control
- Previsión de secuencias de caudales erogados, ante el ingreso de crecidas.
- Previsión de zonas inundables

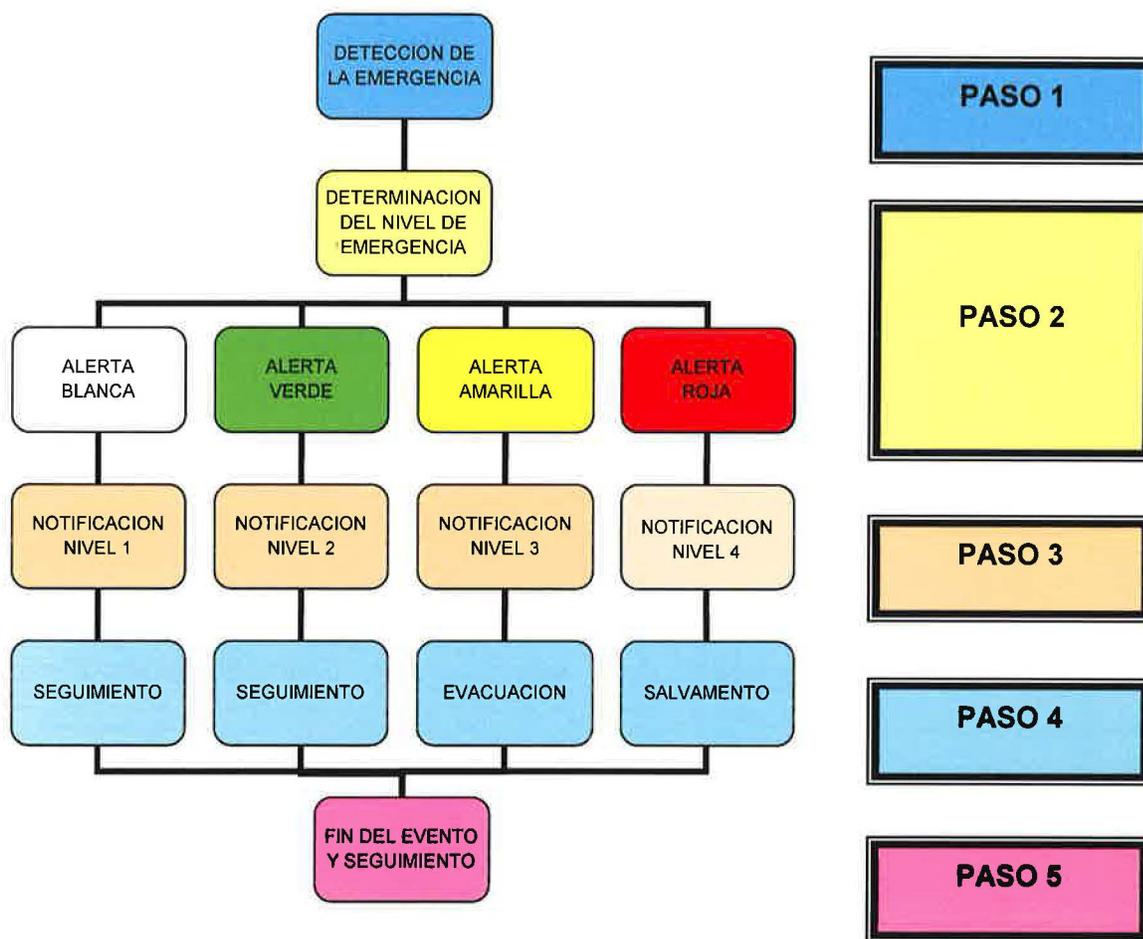
Actualmente se puede disponer de esta información entrando a la página web de ETESA al sistema Data Abierta (plataforma Open Data) online se han colocado datos (diarios y mensuales) de las Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas administradas por ETESA. Estos datos se encuentran disponibles de forma gratuita, al solo registrarse en el sistema de la página web www.hidromet.com.pa.³

Se deberán colocar sirenas de emergencia que permitan emitir mensajes en tiempo real; al presentarse una emergencia en las presas. El sistema instalado deberá tener una capacidad sonora de más de 1 km para alertar a las poblaciones aguas abajo de estas estructuras ante el desarrollo de una emergencia catastrófica o para realizar los ejercicios de los simulacros descritos en el Anexo F.

³ <http://www.hidromet.com.pa/noticias.php?id=53>

6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA

Durante el desarrollo de una emergencia en la presa de la Central Hidroeléctrica Las Cruces se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos para el manejo y la declaración de la emergencia:



6.1. Paso 1: Detección del evento

La vigilancia de los eventos estará en primera instancia bajo la responsabilidad del operador de la Central Hidroeléctrica Las Cruces. 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. La determinación del nivel de emergencia será en primera instancia bajo la responsabilidad del operador de la Central Hidroeléctrica Las Cruces.

6.3. Paso 3: Niveles de comunicación y notificación

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. (CEISA), es el Responsable Primario encargado de *declarar* las alertas y quien *notificará* la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a SINAPROC-COE, UTESEP de ASEP, CND, Hidrometeorología de ETESA, autoridades locales y las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo dependiendo del nivel de alerta detectado.⁴

6.3.1. Modelos de notificación

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

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. (CEISA), notificara el nivel de alerta de acuerdo con los siguientes modelos:

Cuadro Nº 15 - Modelo de notificaciones según el nivel de emergencia detectado

Alerta	Modelo de Notificación
Blanca	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Las Cruces localizada en el distrito de Cañazas, provincia de Veraguas en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Blanca. El motivo de la emergencia es el siguiente:</p> <p>(* Especificar la causa que dio motivo a la alerta)</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 al teléfono: 201-5417/5418/ 6919-4149.</p>
Verde	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Las Cruces localizada distrito de Cañazas, provincia de Veraguas en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Verde. El motivo de la emergencia es el siguiente:</p> <p>(* Especificar la causa que dio motivo a la alerta)</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 al teléfono: 201-5417/5418/ 6919-4149.</p>
Amarilla	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Las Cruces localizada en el distrito de Cañazas, provincia de Veraguas, en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Amarilla.</p>

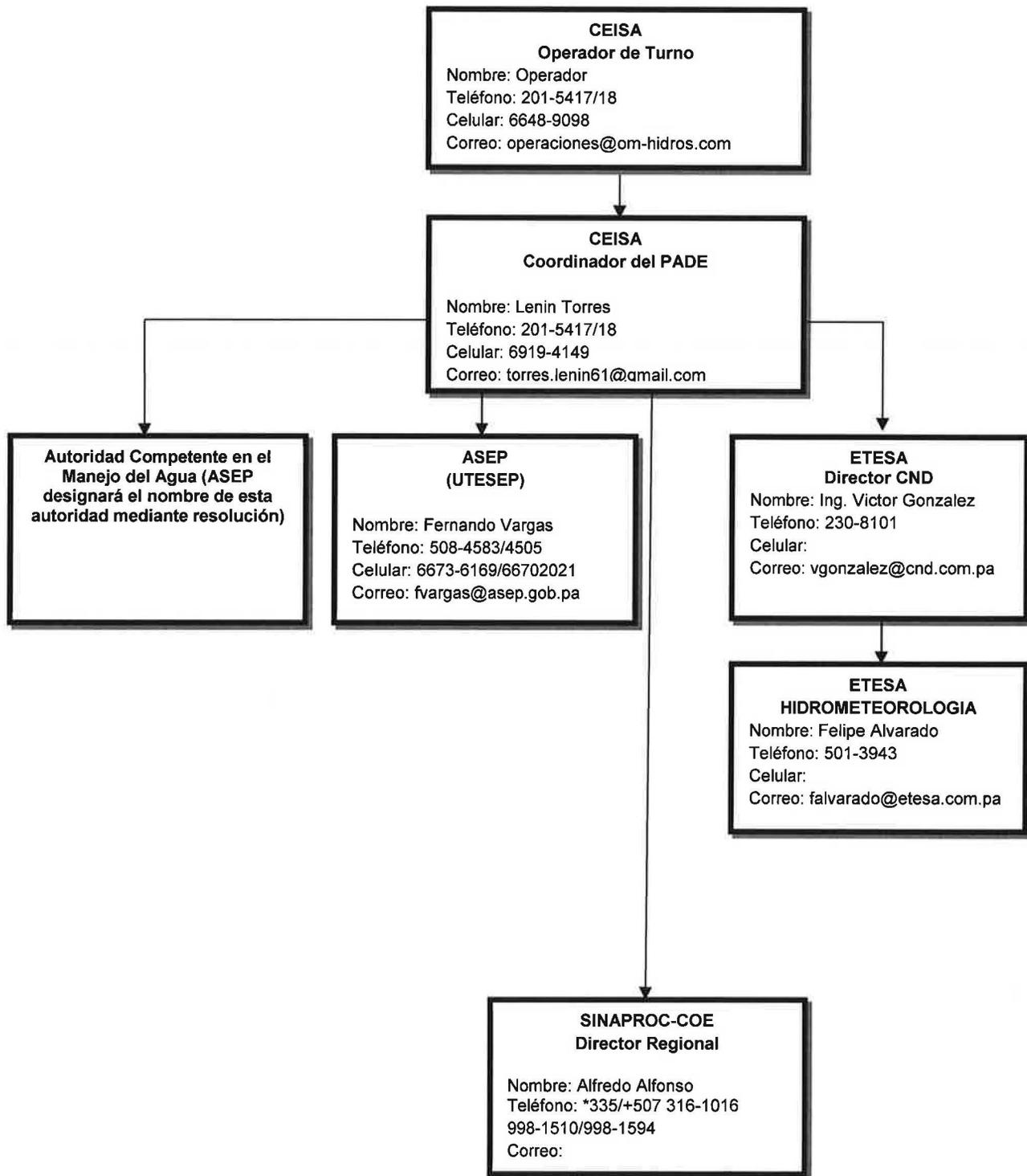
⁴ Resolución AN No. 11761- Elec, del 9 de noviembre del 2017.

	<p>Los eventos ocurridos recomiendan la evacuación de los poblados aguas abajo de la presa de la Central Las Cruces hacia zonas seguras indicadas en el Mapa de Inundación (ver Anexo B).</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 al teléfono: 201-5417/5418/ 6919-4149.</p>
Roja	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica Las Cruces localizada en el distrito de Cañazas, provincia de Veraguas, en 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 se ha iniciado la falla, o se ha dado el sobrepaso de la presa por una crecida, se estima que los efectos serán como se presentan en los Mapas de Inundación (ver anexo B). Se recomienda a las instituciones públicas iniciar las tareas de protección, control y rescate 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 al teléfono: 201-5417/5418/ 6919-4149.</p>

6.3.2. Flujo de notificaciones

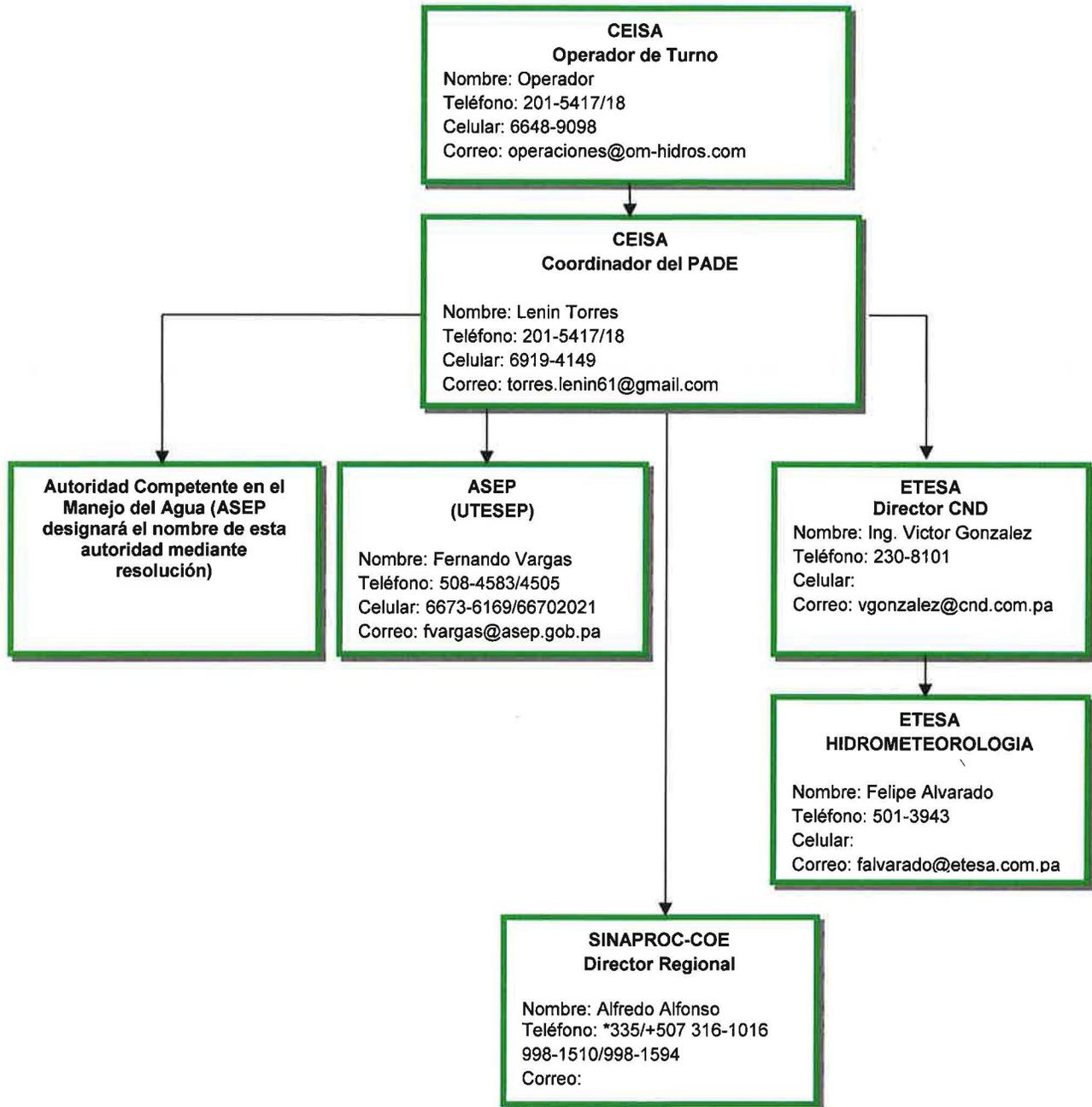
Estos diagramas deberán estar ubicados en lugares visibles y en la oficina de los responsables primarios que estén involucrados en cada alerta. A continuación, se presentan los diagramas de aviso para cada alerta:

ALERTA BLANCA Directorio de Notificaciones



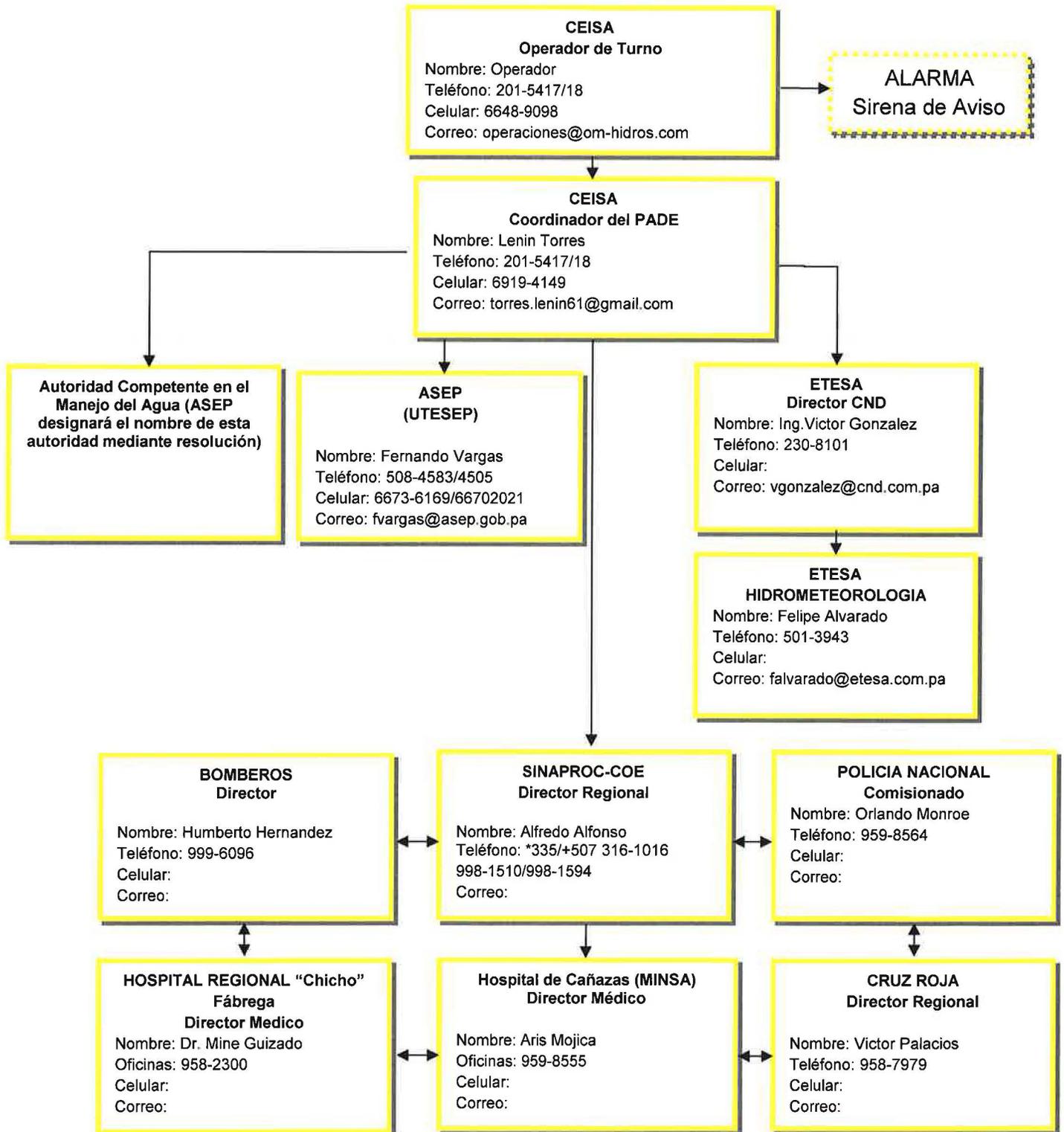
NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.

ALERTA VERDE Directorio de Notificaciones



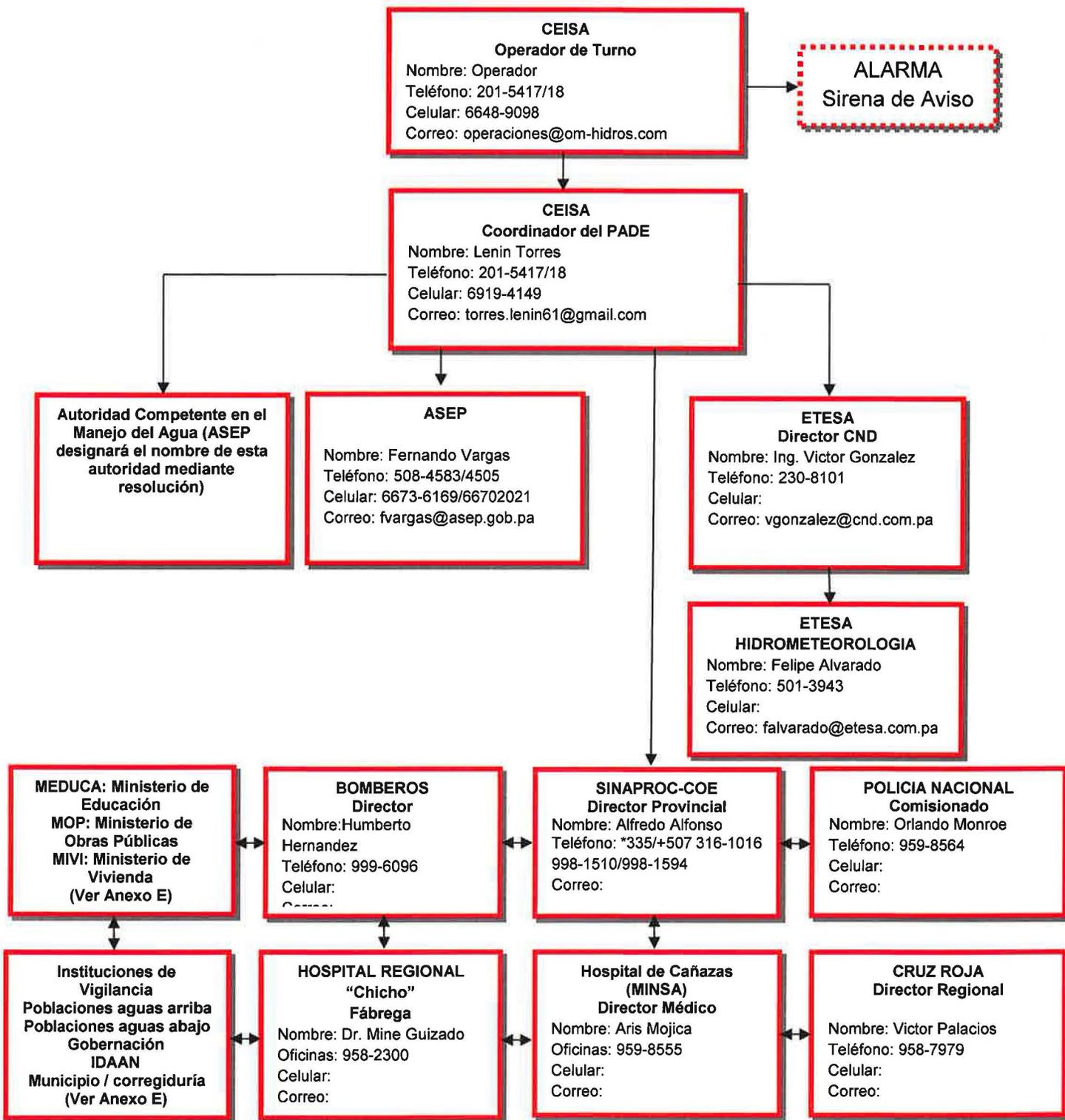
NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.

ALERTA AMARILLA Directorio de Notificaciones



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

ALERTA ROJA Directorio de Notificaciones



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

6.3.3. Vinculación con el sistema de protección civil.

El coordinador del PADE, notificará a la dirección provincial de SINAPROC-COE la alerta correspondiente, para que este a su vez coordine con las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, radioaficionados, escuelas e instituciones públicas, las actuaciones de salvaguardar la vida y bienes de la población ubicada agua abajo de la presa.

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. (CEISA), deberá definir con los organismos de protección pública las estrategias de imagen y comunicación; identificación, gestión y firma de acuerdos con interlocutores válidos en las organizaciones de protección civil. Además, instituir protocolos de aviso, actualización y suministro de la lista de contactos actualizada anualmente, diagramas de avisos para cada categoría de emergencia, códigos y validación.

SINAPROC-COE y las autoridades locales serán responsables de llevar a cabo las acciones para cada alerta según la situación que se esté desarrollando en el momento. Estas instituciones diseñaran e implementaran un sistema de atención temprana que involucren a las comunidades que se podrían ver afectadas por la falla de la presa.

Las autoridades de protección pública procuraran la seguridad de las zonas vulnerables y de las afectadas hasta después de una emergencia.

Las autoridades municipales, así como el Ministerio de Vivienda (MIVI) son responsables de la planificación de los asentamientos aguas abajo de la presa Las Cruces, por tal motivo deberán considerar los planos de los escenarios analizados en el PADE, para evitar los asentamientos en áreas inundables.

Las acciones de monitoreo y vigilancia para hacer las predicciones meteorológicas estarán a cargo de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA. Este sistema deberá ser confiable y eficiente brindando información en tiempo real para la toma de decisiones y el control de las áreas vulnerables.

Es de gran importancia incluir a la población aguas abajo y aguas arriba del embalse en el plan de alerta temprana, para que los responsables comunitarios puedan elaborar de manera coordinada sus planes de evacuación. Ellos deberán contar con sistemas de comunicación para avisarles sobre cualquier emergencia que se esté desarrollando aguas arriba de la presa, al mismo tiempo reciban información de la red de vigilancia y control de amenazas meteorológicas, permitiéndoles tomar medidas preventivas en cada situación que se les presente.

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 N° 16 - Acciones a tomar durante la Emergencia

Alerta	Crecida	Sismo	Auscultación e Inspección
Blanca	<p>Monitoreo del nivel del embalse.⁵</p> <p>Inspección general de la presa.</p> <p>Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica.</p> <p>La compuerta de fondo permanece cerrada.</p>	<p>Monitoreo del nivel del embalse.</p> <p>Verificación del Sismo en otras fuentes.</p> <p>Inspección general de la presa.</p>	<p>Observación de la instrumentación.</p> <p>Verificación de la lectura de los instrumentos.</p> <p>Inspección de la presa.</p>
Verde	<p>Monitoreo del nivel del embalse.</p> <p>Inspección general de la presa.</p> <p>Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica.</p> <p>La compuerta de fondo permanece cerrada.</p>	<p>Monitoreo del nivel del embalse.</p> <p>Verificación del Sismo en otras fuentes.</p> <p>Inspección general de la presa.</p>	<p>Observación de la instrumentación.</p> <p>Verificación de la lectura de los instrumentos.</p> <p>Inspección de la presa.</p>
Amarilla	<p>Monitoreo del nivel del embalse.</p> <p>Inspección general de la presa.</p> <p>Alerta de Sirena de vertimiento.</p> <p>Apertura total de la compuerta de fondo, cuando el nivel del embalse alcance la cota 149.00 msnm y las compuertas en la toma permanece abiertas.</p> <p>Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica</p> <p>Aviso de Evacuación.</p>	<p>Monitoreo del nivel del embalse.</p> <p>Verificación del Sismo en otras fuentes.</p> <p>Inspección general de la presa y casa de máquinas.</p>	<p>Observación de la instrumentación.</p> <p>Verificación de la lectura de los instrumentos.</p> <p>Inspección de la presa.</p>
Roja	<p>Alerta de Sirena de vertimiento.</p> <p>Apertura total de compuerta de fondo y las compuertas</p>	<p>Verificación del Sismo en otras fuentes.</p> <p>Inspección general de la presa y casa de máquinas.</p>	<p>Observación de la instrumentación.</p> <p>Verificación de la lectura de los instrumentos.</p>

	de la toma permanece abiertas. Evacuar al personal de la casa de máquinas. Aviso de Evacuación y Rescate.	Detener operación de la central y evaluar daños	Inspección de la presa.
--	---	---	-------------------------

RESPONSABLE: Coordinador del PADE ó el encargado de operación y mantenimiento

6.4.1. Definición de las acciones de emergencia

- **Nivel del Embalse:** seguimiento y control de la variación de los niveles según las condiciones hidrológicas.
- **Inspección General de la Presa:** revisión de presa y casa de máquinas para confirmar anomalías en la estructura: grietas, fisuras, filtraciones, desplazamientos, deslizamientos, etc. Y evaluar el nivel de anomalía.
- **Alerta de Sirena de vertimiento:** avisar a los pobladores aguas abajo del río el paso de una crecida extraordinaria para alertar en las áreas cercanas a la orilla del río y la búsqueda de refugio en lugares altos. Se debe establecer un código para indicar la magnitud de vertimiento.
- **Apertura de Compuertas:** apertura de las compuertas de la descarga de fondo de acuerdo con el procedimiento de operación de las compuertas para el control de crecidas. Las compuertas de la descarga de fondo y la toma se abrirán de acuerdo a las instrucciones descritas en el Anexo G.
- **Aviso de Evacuación:** notificar a las autoridades responsables de la evacuación del público a proceder con la evacuación aguas abajo de la presa.

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 coordinador del PADE comunicará a las autoridades y a las oficinas de manejo de emergencias la finalización de la condición de emergencia.

Un especialista, inspeccionará las estructuras en presa y casa de máquinas y realizará un reporte de daños y acciones correctivas inmediatas.

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

7. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

En el Anexo D, se presenta el detalle de los análisis hidráulicos realizados sobre la Central Hidroeléctrica Las Cruces.

Las normas de seguridad de presa de la ASEP. Establecen los escenarios que deben ser completados para las presas en operación. Estos escenarios contemplan eventos ordinarios y extraordinarios como crecidas y además eventos anormales como la falla de operación de estructuras y equipos electromecánicos.

Las presas y los equipos hidromecánicos son revisados para evaluar su comportamiento durante eventos de emergencia. Es por ello por lo que estas estructuras serán sometidas a crecidas, fallas estructurales y electromecánicas como escenarios de fallas estipulados por ASEP.

7.1. Escenarios de emergencia

A continuación, se detallan los escenarios recomendados por la normativa de ASEP:

- Escenario 1: Crecida Ordinaria, TR 1:50 años (973 m³/seg)
- Escenario 1: Crecida Extraordinaria 1:10,000 años (1370 m³/seg)
- Escenario 2: Colapso Estructural en Operación Normal.
- Escenario 3: Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.
- Escenario 4: Por Apertura Súbita de Compuerta
 - El vertedero no tiene control de compuertas por lo que no aplica este escenario
- Escenario 5: Falla de Operación de Compuertas De las Estructuras Hidráulicas de Descarga
 - La capacidad del vertedero libre es suficiente para transitar la crecida extraordinaria por lo que una falla de operación de la descarga de fondo no crea un escenario diferente al Escenario 2.
- Escenario 6: Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa
 - El vaciado controlado mediante la descarga de fondo produce un caudal máximo de 520.38 m³/seg el cual sería menor al escenario 1, por lo que no amerita un análisis separado.

7.2. Estudio de afectación de la ribera de embalse y valle

Este estudio se realiza para determinar las zonas inundables en la Central Hidroeléctrica Las Cruces al contar con una Presa cuyo nivel mínimo es 143.00 msnm y nivel de operación normal 146.50 msnm, forma un embalse cuyo volumen y área se tomaron en cuenta al momento de crear los escenarios para ver su efecto tanto aguas abajo para el efecto de falla estructurales, como aguas arriba por efecto de sobrevertido de presa por problema en la descarga de crecidas.

7.3. Análisis hidráulico

El método usado para realizar el análisis hidráulico de la falla de la presa 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 los comportamientos del flujo a partir de la topografía, las características hidráulicas del canal y los caudales de estudio.

De acuerdo con los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad Durante Emergencias ASEP, se han analizado los siguientes escenarios.

Cuadro N° 17 - Escenarios de Análisis para Emergencias

Casos de ASEP	Escenarios Basados en la Norma ASEP	Escenario Análogo	Caudal Máximo (m ³ /s)
1	Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:50 años.	Escenario 0	686.94
1	Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.	Escenarios 1	1,027.98
2	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Operación Normal.	Escenarios 2	11,031.14
3	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Crecida Extraordinaria.	Escenarios 3	11,813.69

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

7.3.1. Crecidas ordinaria y extraordinaria

Para las crecidas ordinaria y extraordinaria que se han utilizado se presentan en el Cuadro N°18.

Cuadro N° 18 - Descarga para Crecidas de Diseño

Tr (años)	Caudal (m ³ /s)
50	973
10,000	1370

7.3.2. Colapso estructural en condición normal y durante crecida extraordinaria

De acuerdo con la condición establecida en la sección 5.2 se debe investigar los efectos de la rotura de la presa y de las estructuras de contención durante la operación normal en día soleado y durante la condición de crecida máxima.

Para este análisis se utiliza el módulo de rompimiento de presa de HEC-RAS, evaluando la peor condición de falla de la presa vertedero de descarga libre.

7.3.3. Falla de operación de las compuertas

El vertedero no tiene compuertas para el control de crecidas, la capacidad del vertedero libre es suficiente para transitar la crecida extraordinaria por lo que una falla de la compuerta de fondo no generaría un escenario diferente al escenario 0. En el Anexo G, se presenta un resumen de la política de operación de la compuerta de fondo la cual produce un caudal máximo de 520.38 m³/seg siendo este menor al escenario 0.

7.4. Mapas de inundación

El mapa base ha sido preparado utilizando información topográfica, catastral y planos de las estructuras principales que componen la Central Hidroeléctrica Las Cruces. Este mapa General fue utilizado para la preparación de los mapas de inundación correspondiente a los escenarios analizados.

Los datos topográficos que se utilizan para definir un modelo de simulación hidráulica del cauce fueron.

- Planos como contruidos de las estructuras de la CH Las Cruces.
- Archivo DWG de ACAD que muestra información catastral del área en estudio suministrada por el Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República usada en el censo del año 2010.
- Hojas cartográficas del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia". 3940-I Cañazas, 3940-IV Boro, 3941-III Cerro Virigua., 3939-IV La Soledad.
- Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas del terreno. Información topográfica generada con Goba Mapper V.16.1.0.
- Memorias de cálculo de las estructuras de la Central Hidroeléctrica Las Cruces.

7.5. 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.

El contenido del Anexo Digital D, es el siguiente:

- Mapa general de CH Las Cruces en formato PDF Y DWG.

- Mapas de inundación de los escenarios analizados en formato PDF Y DWG.
- Resultados del análisis hidráulico HEC-RAS, en formato Excel.
- Secciones transversales del análisis hidráulico HEC-RAS, en formato PDF.

7.6. Descripción de la zona potencialmente inundable

Los escenarios de crecida y rotura de presa originan manchas de inundación que afectan algunas estructuras viales. Una importante cantidad de viviendas en las comunidades cercanas a las riberas aguas arriba como aguas abajo de la presa en el río en estudio.

A continuación, se presentan los resultados del análisis hidráulico del río San Pablo sus características y efectos de las áreas inundadas aguas abajo y aguas arriba para los distintos escenarios:

Cuadro N° 19 - Características y Efectos aguas Abajo

Descripción de daños	Afectaciones			
	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Área de Inundación	1,532.91	1,533.06	2,484.17	2,796.66
Pérdidas directas de vida (viviendas habitadas, desarrollo residencial, comercial o industrial)	138	143	208	249
Perdidas de servicios esenciales (saneamiento, suministro de energía, sistema sanitario, sistema de comunicación y sistema de transporte)	<10	<10	<10	<10
Perdida de propiedades (daños industriales, daños a propiedades rusticas, daños a cultivos, daños a las infraestructuras)	138	143	208	249
Pérdidas Ambientales (parques nacionales, refugio de vida silvestre, reservas forestales/hidrológicas, humedales, y /o bosques protectores, patrimonio histórico y artístico)	0	0	0	0
Otras afectaciones (rotura de presa)	0	0	0	0

Los poblados afectados corresponden a un grupo importante de casas que se ubican en las proximidades del río San Pablo y dentro de la mancha de inundación para los distintos escenarios. Los poblados afectados aguas debajo de la presa Las Cruces son, La Paquita, El Blandito, El Blandito, Las Lajitas, San Bartolo, Paraguay, Bajos del Cobre y Soná. No se presentan afectaciones a los poblados cercanos al embalse.

A continuación, los efectos que se presentan por efectos de la crecida máxima aguas arriba de la presa.

Cuadro N° 20 - Características y Efectos aguas arriba

Descripción de daños	Afectaciones			
	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Área de Inundación	0	0	0	0
Pérdidas directas de vida (viviendas habitadas, desarrollo residencial, comercial o industrial)	0	0	0	0
Perdidas de servicios esenciales (saneamiento, suministro de energía, sistema sanitario, sistema de comunicación y sistema de transporte)	0	0	0	0
Pérdida de propiedades (daños industriales, danos a propiedades rusticas, daños a cultivos, daños a las infraestructuras)	0	0	0	0
Pérdidas Ambientales (parques nacionales, refugio de vida silvestre, reservas forestales/hidrológicas, humedales, y /o bosques protectores y patrimonio histórico y artístico)	0	0	0	0
Otras afectaciones (rotura de presa)	0	0	0	0

7.7. Recomendaciones para el plan de emergencia.

Como recomendaciones se sugiere:

- Actualizar la información de elevación y localización de las viviendas cercanas al río.
- Actualización anual de los datos de las personas de contacto en el Flujo de Comunicación.

8. ANEXOS

ANEXO A - Formulario para Registro de Eventos

ANEXO B - Mapas de Inundación de la CH Las Cruces

ANEXO C - Planos Como Construidos de la CH Las Cruces

ANEXO D - Análisis Hidráulico del Río San Pablo

ANEXO E - Directorio de Contactos Alternativos

ANEXO F - Plan de Simulacro para Emergencias

ANEXO G - Resumen de la Política de Operación de la Compuerta de Descarga de Fondo, obras de toma y desfogue de las turbinas.

ANEXO A – FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS

A. FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS

A.1. Preliminares

Fecha: _____

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

Notificación: Alerta Blanca

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones/ Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
SINAPROC - COE			

Notificación: Alerta Verde

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente			
Gerente de Operaciones / Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
SINAPROC - COE			

Notificación: Alerta Amarilla

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones / Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
Bomberos			
SINAPROC - COE			
Policía Nacional			
Hospitales			
Centro de Salud			
Cruz Roja			

Notificación: Alerta Roja

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones / Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
Bomberos			
SINAPROC - COE			
Policía Nacional			
Hospitales			
Centro de Salud			
Cruz Roja			

NOTA: En el ANEXO E se presentan los contactos alternativos que participan en el nivel de emergencia de la alerta roja.

A.3. Reporte después del evento

Fecha: _____ Hora: _____

Condiciones del Clima: _____

Descripción General de la Situación de Emergencia: _____

Áreas afectadas: _____

Daños de las Estructuras que conforman la Central: _____

Posibles Causas: _____

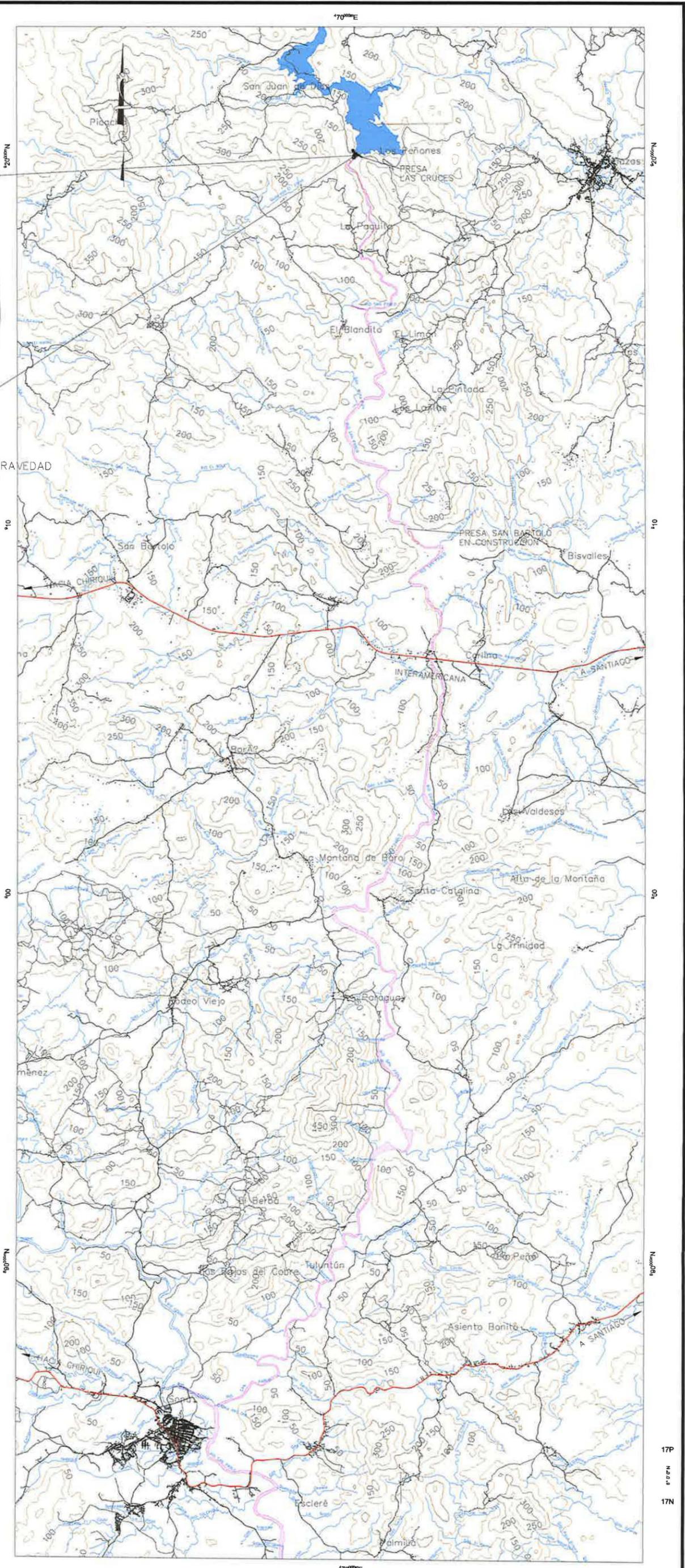
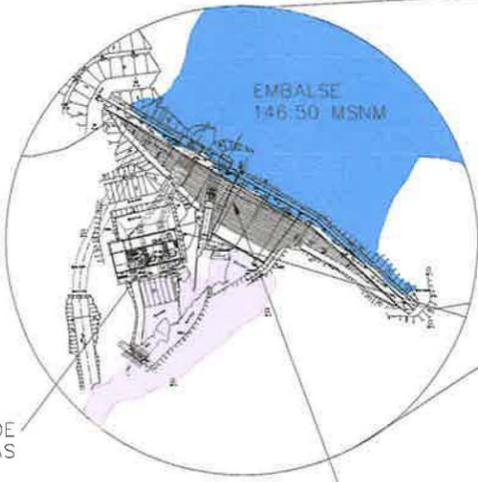
Efectos en la Operación de la Presa: _____

Elevación inicial del Embalse: _____ Hora: _____

Máxima Elevación del Embalse: _____ Hora: _____

Elevación final del Embalse: _____ Hora: _____

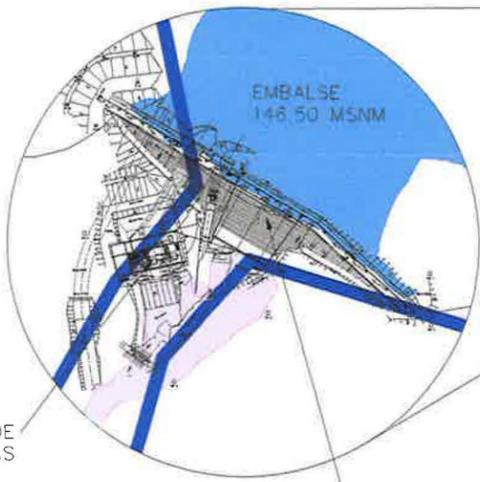
ANEXO B – MAPAS DE INUDACIÓN DE LA CH LAS CRUCES



LEYENDA:

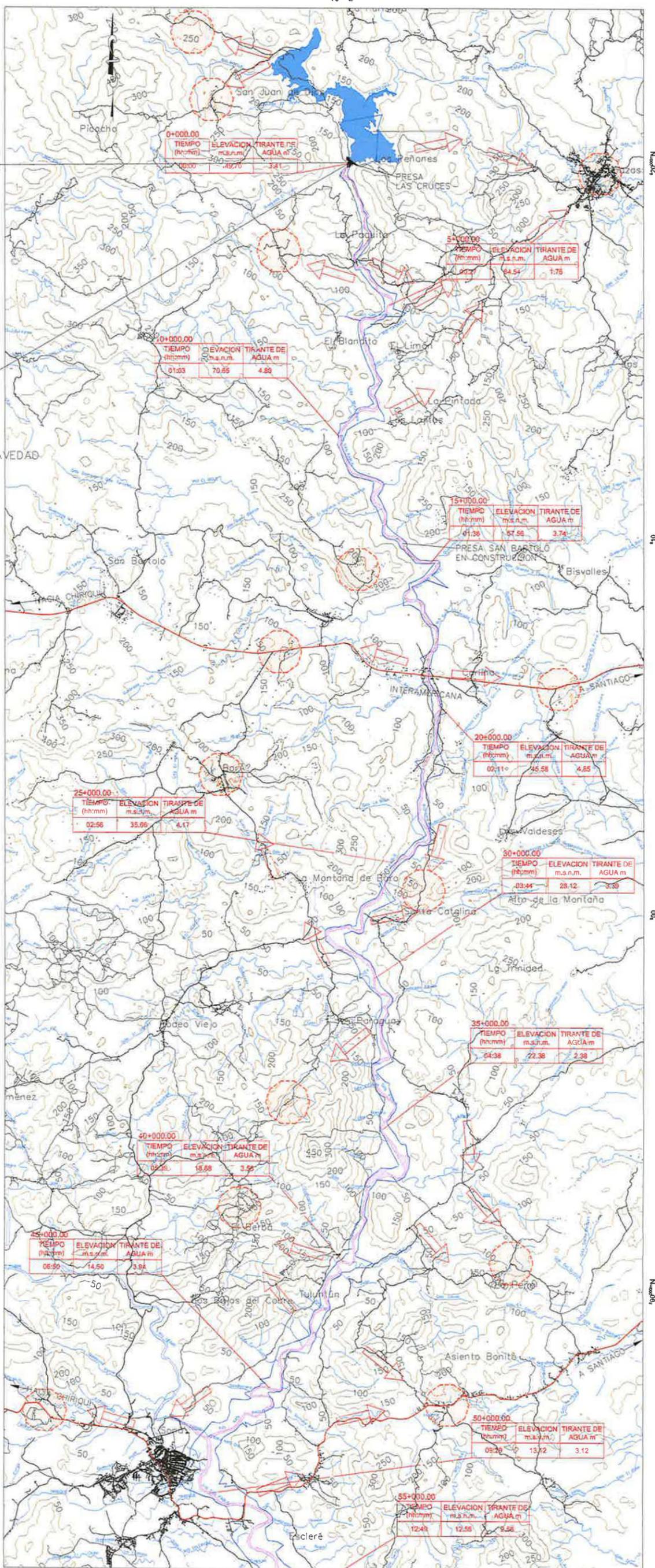
	RIO SAN PABLO
	PLAYAS DE INUNDACION
	CAMINOS
	RIOS Y QUEBRADAS
	POBLADOS

REPUBLICA DE PANAMA	
CENTRAL HIDROELECTRICA LAS CRUCES	
PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA	
LOCALIZACION GENERAL	
CORPORACION DE ENERGIA DEL ISTMO LTD, S.A.	30-01-2018
	WGS84
	1:50000
	ANEXO B.1



CASA DE MAQUINAS

PRESA DE GRAVEDAD LAS CRUCES



LEYENDA:

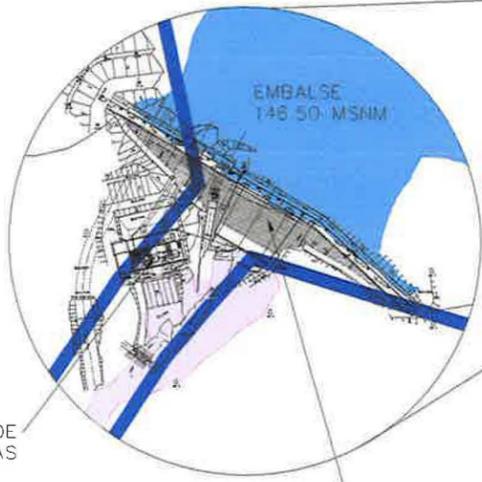
- RIO SAN PABLO
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA

REPUBLICA DE PANAMA
CENTRAL HIDROELECTRICA LAS CRUCES
PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA
 CRECIDA EXTRAORDINARIA 1:10000 AÑOS

CORPORACION DE ENERGIA DEL ISTMO LTD, S.A. 30-01-2018

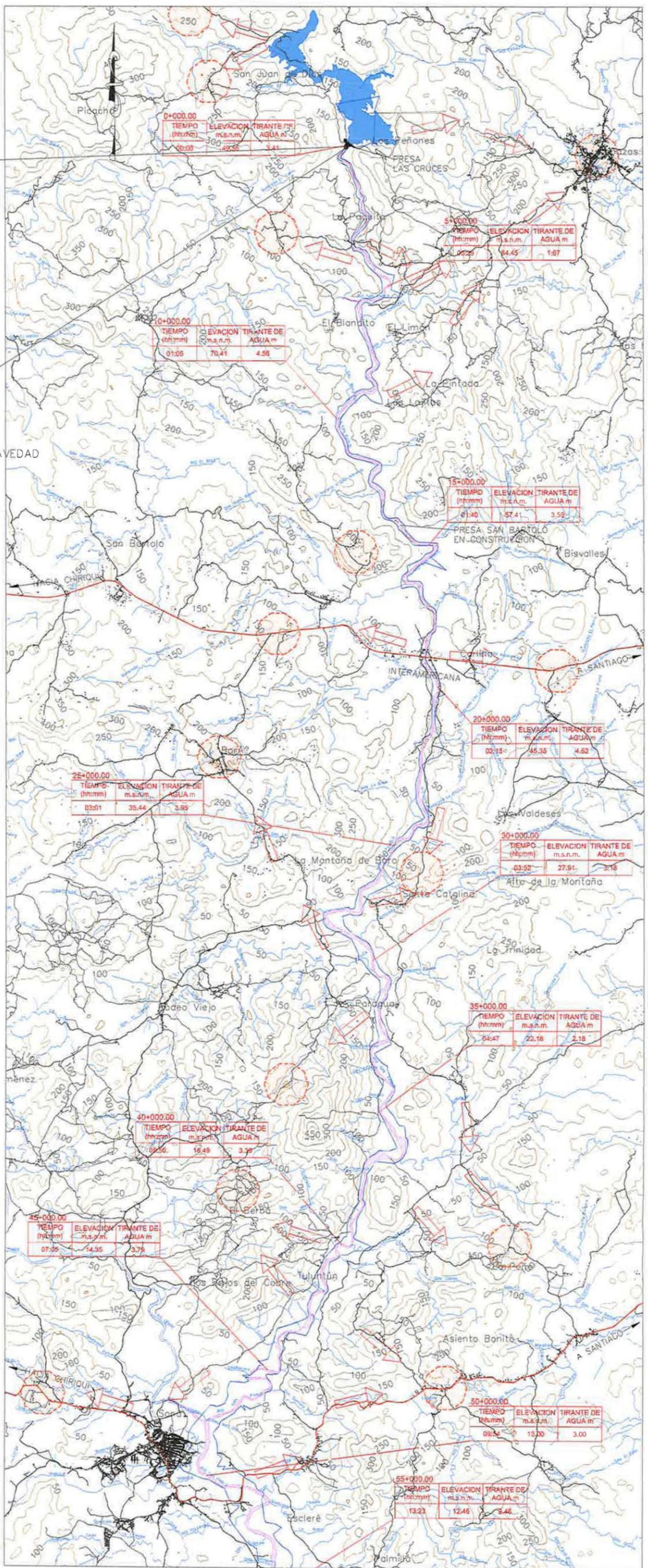


WGS84
 1:50000
 ANEXO B.3



CASA DE MAQUINAS

PRESA DE GRAVEDAD LAS CRUCES



LEYENDA:

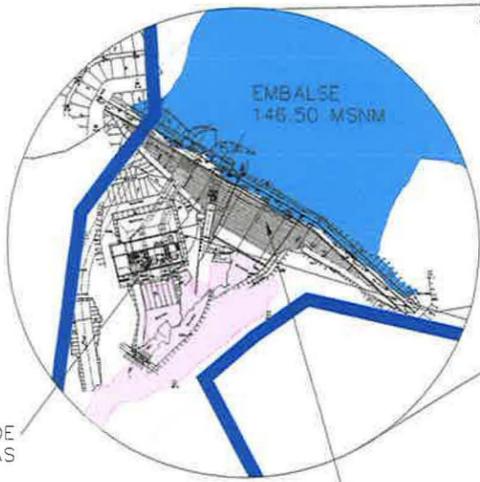
- RIO SAN PABLO
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA

REPUBLICA DE PANAMA
CENTRAL HIDROELECTRICA LAS CRUCES
PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA
 CRECIDA ORDINARIA 1:50 AÑOS

CORPORACION DE ENERGIA DEL ISTMO LTD, S.A. 30-01-2018

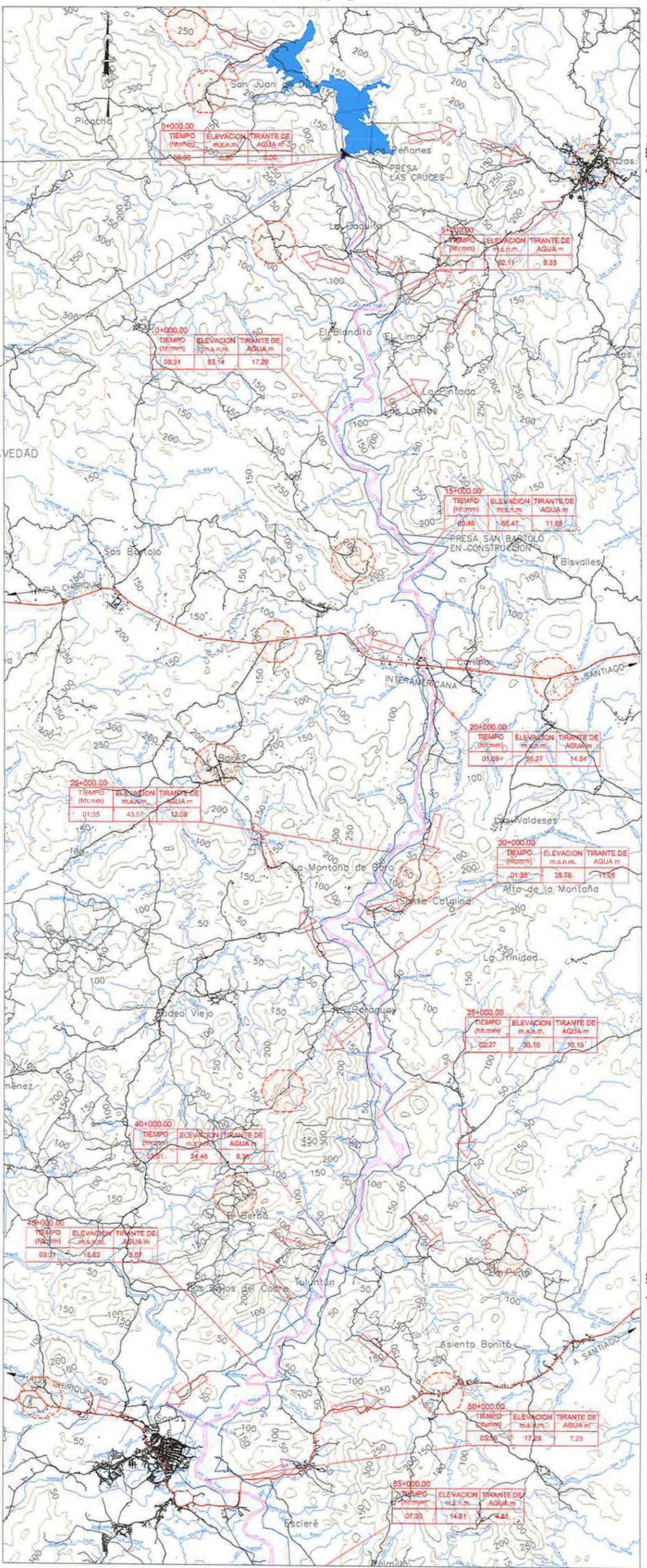


WGS84
 1:50000
 ANEXO B.2



CASA DE MAQUINAS

PRESA DE GRAVEDAD LAS CRUCES



LEYENDA:

- RIO SAN PABLO
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA

REPUBLICA DE PANAMA
CENTRAL HIDROELECTRICA LAS CRUCES
PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA
COLAPSO ESTRUCTURAL CRECIDA EXTRAORDINARIA

CORPORACION DE ENERGIA DEL ISTMO LTD, S.A.

30-01-2018

WGS84

1:50000

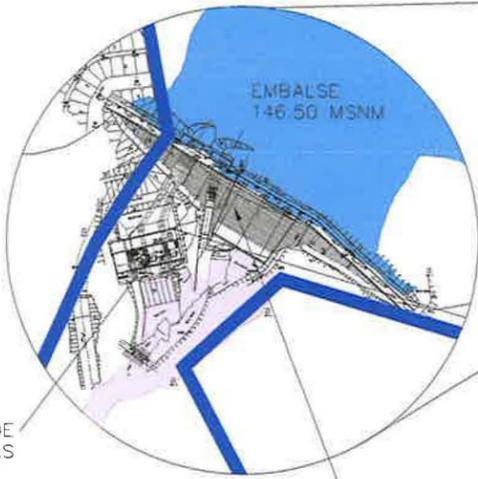
ANEXO B.5



17°N
17°N

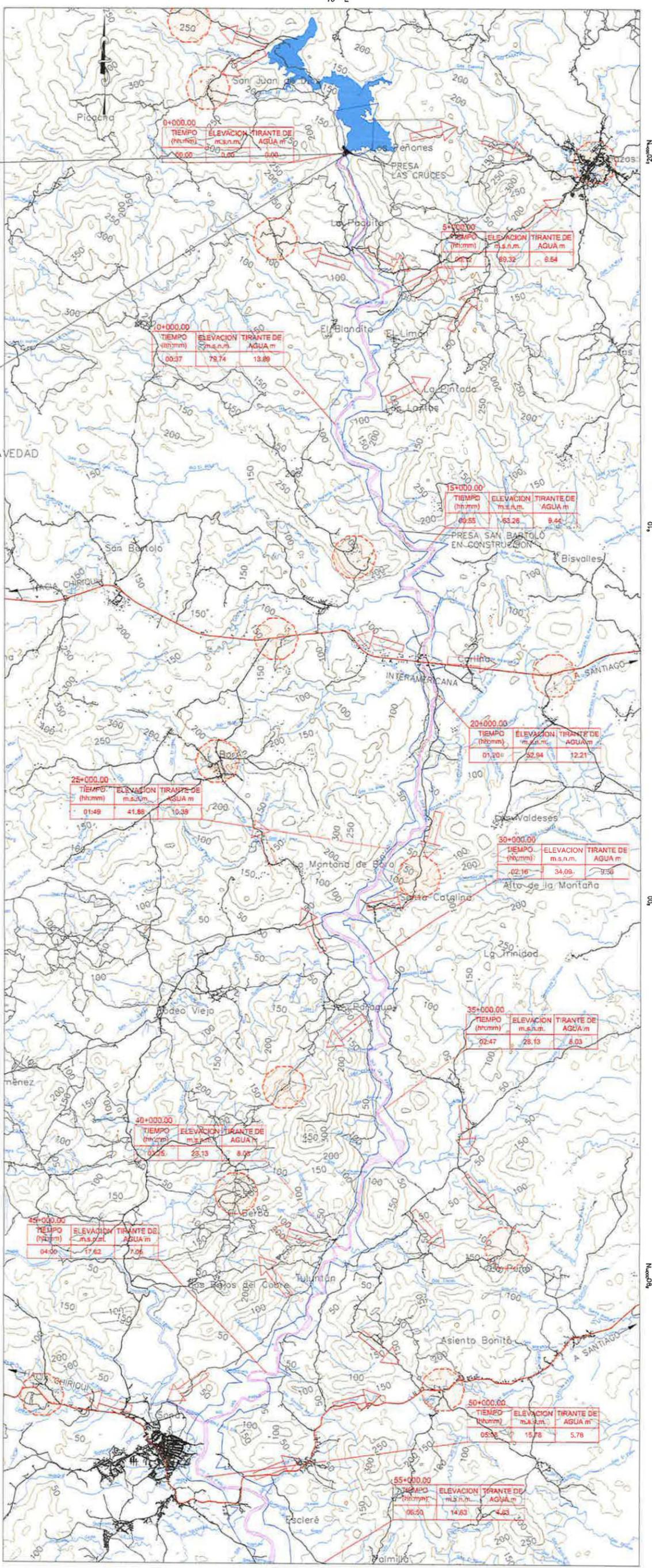
17°N
17°N

470°00mE



CASA DE MAQUINAS

PRESA DE GRAVEDAD LAS CRUCES



LEYENDA:

- RIO SAN PABLO
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA

REPUBLICA DE PANAMA
CENTRAL HIDROELECTRICA LAS CRUCES
PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA
 COLAPSO DE PRESA EN OPERACION NORMAL

CORPORACION DE ENERGIA DEL ISTMO LTD, S.A. 30-01-2018

WGS84
 1:50000
 ANEXO B.4

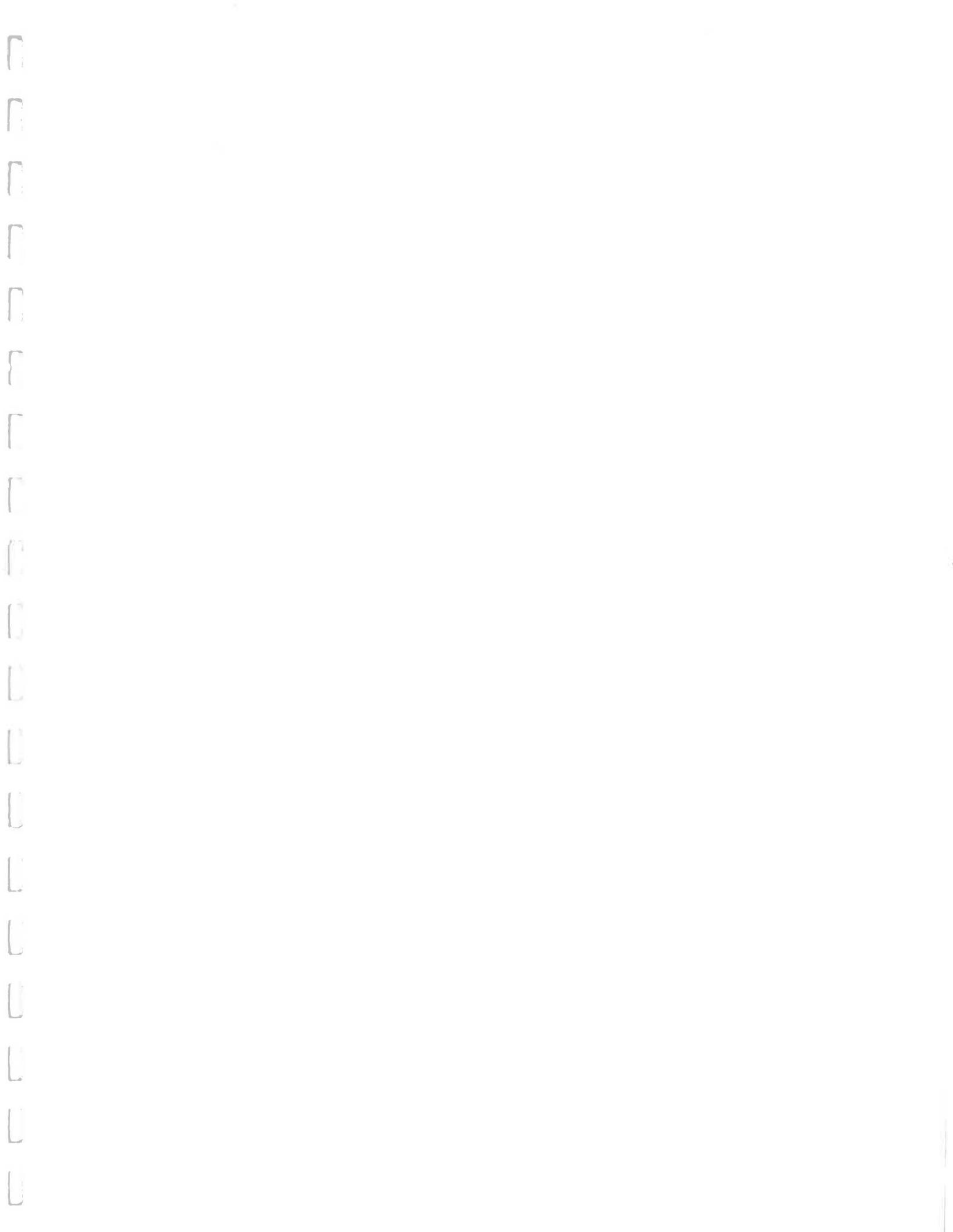


17P
17N

17P
17N

70°W

ANEXO C – PLANOS COMO CONSTRUIDOS DE LA CH LAS CRUCES



ANEXO D – ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL RÍO SAN PABLO

ANEXO D – Análisis Hidráulico de Río San Pablo

CONTENIDO

D.1. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	2
D.1.1. Modelación (HEC-RAS).....	2
D.1.2. Método de Cálculo.....	3
D.1.3. Coeficiente de Rugosidad Manning.....	6
D.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.....	8
D.2.1. Escenarios.....	8
D.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	9
D.3.1. Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:50 años.....	9
D.3.2. Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.....	11
D.3.3. Colapso Estructural en Operación Normal.....	13
D.3.4. Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.....	14
D.3.5. Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas.....	16
D.4. MAPAS DE INUNDACION.....	17
D.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	18
D.6. REFERENCIAS.....	19
D.7. ANEXO DIGITAL D.....	20

D.1. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

Basado en los requerimientos de las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP se realiza el análisis hidráulico del río San Pablo según los escenarios que apliquen para la presa de la CH Las Cruces debido a la ocurrencia de crecidas como del colapso de las estructuras civiles o mecánicas. En este análisis se consideró la posible afectación en el área de embalse y la zona aguas abajo de la presa.

Los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP son los siguientes:

- Escenario 1: Crecida Ordinaria 1:50 años (973 m³/seg)
- Escenario 1: Crecida Extraordinaria 1:10,000 años (1370 m³/seg)
- Escenario 2: Colapso Estructural en Operación Normal.
- Escenario 3: Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.
- Escenario 4: Por Apertura Súbita de Compuerta
 - El vertedero no tiene control de compuertas por lo que no aplica este escenario
- Escenario 5: Falla de Operación de Compuertas De las Estructuras Hidráulicas de Descarga
 - La capacidad del vertedero libre es suficiente para transitar la crecida extraordinaria por lo que una falla de operación de la descarga de fondo no crea un escenario diferente al Escenario 2.
- Escenario 6: Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa
 - El vaciado controlado mediante la descarga de fondo produce un caudal máximo de 520.38 m³/seg el cual sería menor al escenario 1, por lo que no amerita un análisis separado.

El análisis hidráulico del río nos permitirá determinar las áreas de inundación en el área del embalse y hacia aguas abajo del sitio de Presa. Con los resultados de este análisis se logra la confección de los mapas de inundación, que brindan información para las alertas en las comunidades aguas abajo de la presa, ante la eventualidad de alguno de los escenarios simulados.

Los resultados obtenidos al transitar los caudales en cada escenario estarán indicados en los mapas de inundación. Los resultados completos del estudio están incluidos en el Anexo Digital D en CD adjunto a este informe.

D.1.1. Modelación (HEC-RAS).

Se utilizará el modelo HEC-RAS para la modelación del canal natural del río y la simulación de distintos caudales para determinar las zonas de inundación de cada escenario. Este modelo 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 no permanente unidimensional gradualmente variado (variación gradual del caudal en el tiempo y el espacio), obteniéndose la curva de remanso correspondiente a cada instante de tiempo.

El procedimiento del cálculo en régimen permanente (caudal constante) 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 permitir pronosticar la dinámica de los niveles de agua en los extremos de inundación, definiendo las cotas de inundación a través de perfiles transversales, simulando de manera aproximada el comportamiento de la dinámica del recurso hídrico y del cauce con características de: Secciones mojadas variables con cualquier geometría a lo largo del cauce, distintas profundidades del agua y con caudal variable a lo largo del cauce con efectos hidráulicos debido a obstáculos transversales naturales o artificiales en el cauce. Además, conocer los tiempos de viaje de la onda de crecida mediante la resolución, en régimen no permanente, de las ecuaciones diferenciales de continuidad y conservación del momentum mediante el esquema implícito de diferencias finitas.

D.1.2. Método de Cálculo.

Para la aplicación del modelo HEC-RAS, se siguieron los siguientes pasos:

1 Paso: Se creó un modelo digital de elevaciones en CIVIL 3D, el cual contiene información geoespacial, los atributos de elevación, estructuras existentes del área en estudio, ríos secundarios y geometría de las secciones transversales del cauce principal, etc.

Para crear este modelo digital de elevaciones se utilizaron los siguientes archivos:

- Planos como construidos de la CH Las Cruces
- Archivo de la demografía del área en estudio del departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República, año 2010.
- Data digital de Google Earth, para obtener información de estructuras existentes.

2. Paso: Aplicar la modelación de flujo permanente con el modelo HECRAS 4.1.0. Con el modelo matemático se llevó a cabo el control de crecidas y la rotura súbita de la Presa, poniéndolos a pruebas con los valores obtenidos en los caudales dados por los estudios hidrológicos, el cual posteriormente se transitó en régimen permanente por las planicies de inundación y así determinar las profundidades máximas alcanzadas.

Debido a que la Central Las Cruces tiene la Casa de Maquinas a pie de Presa, se tomará en cuenta solo está condición para la verificación de controles por crecidas y roturas.

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 del terreno de las áreas potenciales de inundación, a cada 100m. y secciones transversales como construido del canal de aducción.

Coefficiente de pérdidas: se han obtenido de la cobertura, visita al área para caracterizar las planicies de inundación, fotos y documentación especializada.

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

Cuadro N° D1 - Características Hidráulicas de Análisis

Condición	Descripción
Geometría	Planos como Construido y Cartografía
Coefficiente de Rugosidad de Manning	Ver Cuadro N° D3
Tipo de Modelación	Flujo Permanente
Condición de Borde	<u>Presa:</u> Nivel de Operación Normal (146.50 msnm) y de operación Extraordinaria (152.50 msnm) <u>Zonas de Inundación:</u> Profundidad Normal o Embalse dependiendo del escenario; pendiente promedio $S= 0.004$ m/m

Caudales Regulados: Los caudales que se introducen en el programa corresponden a los mostrados en los reportes Hidrológicos para el río San Pablo en el Sitio de Presa.

A continuación, en la Figura N°D1 se muestra los hidrogramas con los valores de caudales de diseño.

Cuadro N° D2 - Crecida de Diseño

Intervalo de Recurrencia (Años)	Caudal Max. Entrando al Embalse (m ³ /s)
50	973
1000	1370

Cuadro N° D3 - HIDROGRAMA DE CRECIDA ORDINARIA DE 1:50 AÑOS
 Q=973 m³/seg

T (horas)	Q (m ³ /s)	T (horas)	Q (m ³ /s)
0.62	29.19	11.20	379.47
1.24	97.30	11.82	321.09
1.87	184.87	12.44	272.44
2.49	301.63	13.68	201.41
3.11	457.31	14.93	143.03
3.73	642.18	16.17	104.11
4.35	797.86	17.41	74.92
4.98	904.89	18.66	53.52
5.60	963.27	19.90	38.92
6.22	973.00	21.15	28.22
6.84	963.27	22.39	20.43
7.46	904.89	23.63	14.60
8.09	836.78	24.88	10.70
8.71	758.94	27.99	4.87
9.33	661.64	31.10	0.00
9.95	544.88		

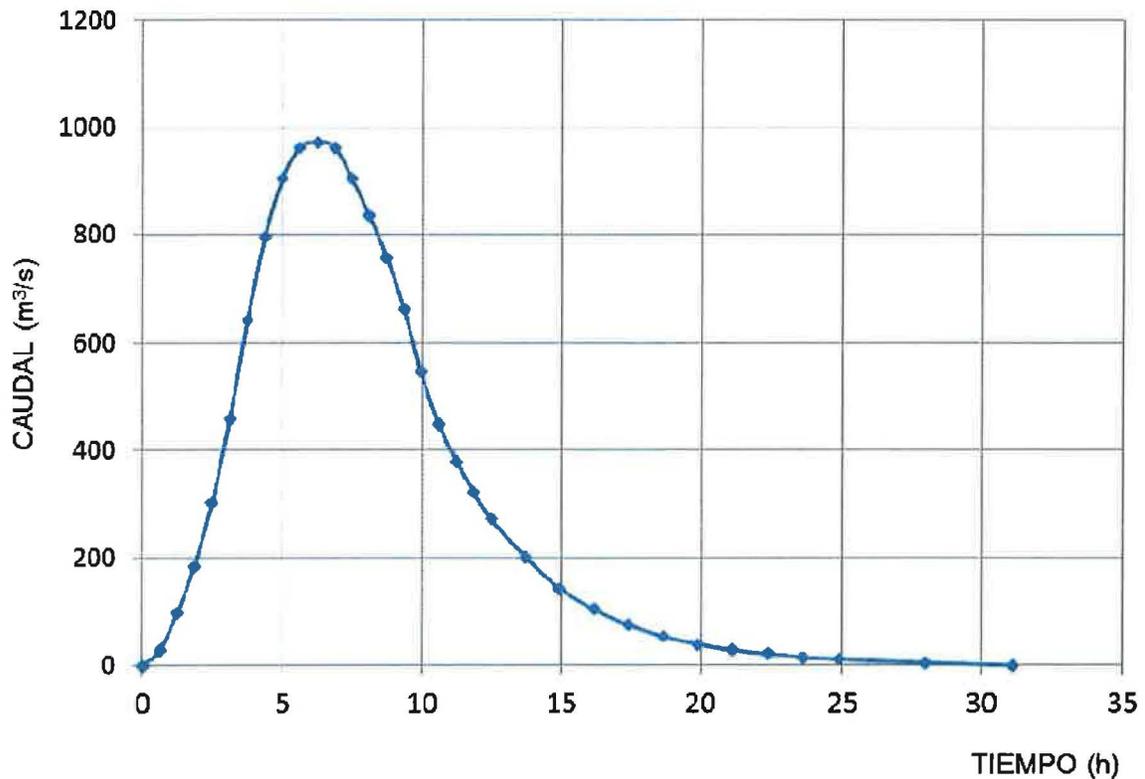


Figura N° D1 - Hidrograma de la crecida ordinaria (Tr = 50 años)

Cuadro N° D4 - HIDROGRAMA DE CRECIDA ORDINARIA DE 1:10,000 AÑOS
Q=1370 m³/seg

T (horas)	Q (m ³ /s)	T (horas)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00	10.57	630.20
0.62	41.10	11.20	534.30
1.24	137.00	11.82	452.10
1.87	260.30	12.44	383.60
2.49	424.70	13.68	283.59
3.11	643.90	14.93	201.39
3.73	904.20	16.17	146.59
4.35	1123.40	17.41	105.49
4.98	1274.10	18.66	75.35
5.60	1356.30	19.90	54.80
6.22	1370.00	21.15	39.73
6.84	1356.30	22.39	28.77
7.46	1274.10	23.63	20.55
8.09	1178.20	24.88	15.07
8.71	1068.60	27.99	6.85
9.33	931.60	31.10	0.00
9.95	767.20		

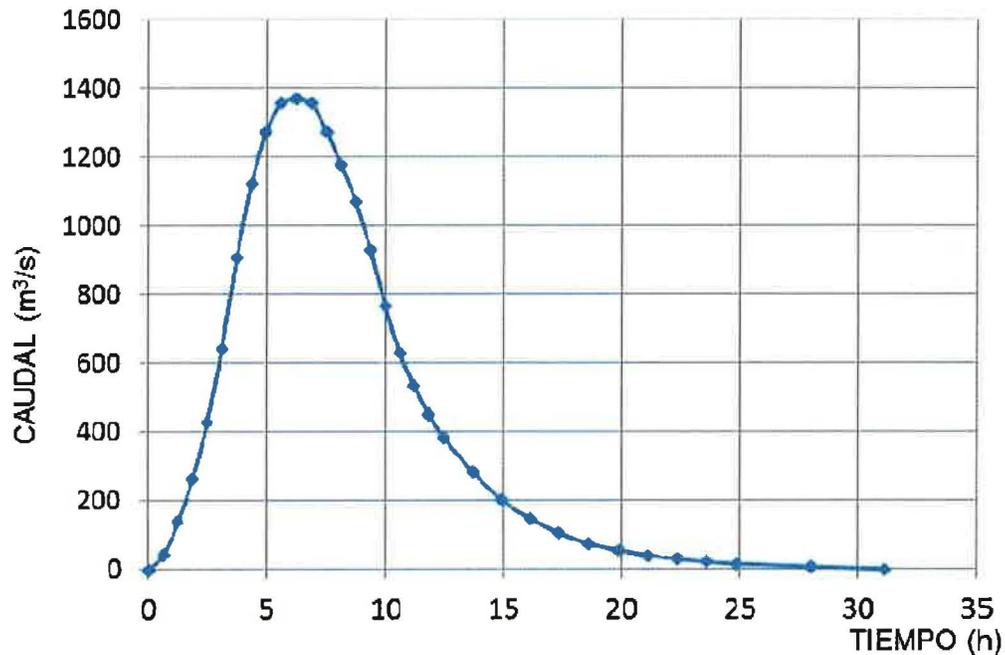


Figura N° D2 - Hidrograma de la crecida Extraordinaria (Tr = 10,000 años)

D.1.3. Coeficiente de Rugosidad Manning.

Para el caso de las planicies de inundación cercanas a las zonas de rotura del canal de aducción se estimó un coeficiente de manning único, utilizando la siguiente metodología:

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

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° D5 - 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 observada en campo de estas zonas, se han establecido los coeficientes de rugosidad para las planicies de inundación igual a $n = 0.03$.

3 paso: Generar los resultados de la mancha de agua, superficies de inundación y grids de profundidad.

A continuación, el esquema conceptual de la modelización propuesta utilizando el modelo HEC-RAS 4.1.0

D.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.

Las normas de seguridad de presa de la ASEP establecen los escenarios que deben ser completados para la presa en operación. Estos escenarios contemplan eventos ordinarios y extraordinarios como crecidas y además eventos anormales como la falla en operación de estructuras y equipos electromecánicos.

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

D.2.1. Escenarios.

A continuación, se detallan cada uno de los escenarios analizados:

- Escenario 0: Crecida Ordinaria 1:50 años (973 m³/seg)
- Escenario 1: Crecida Extraordinaria 1:10,000 años (1370 m³/seg)
- Escenario 2: Colapso Estructural en Operación Normal.
- Escenario 3: Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.

Colapso Estructural de la Presa: Al darse una falla en la parte central de la Presa de RCC, la cual tiene como cota de corona 152.50 msnm, y cota mínima 143.00 msnm, donde tendría una altura total de la presa es de 47.50 m y el volumen que se acumularía desde la cota 146.50 msnm que es el nivel de operación Normal sería 40.700 mm³.

Cuadro N° D6 – Escenarios analizados para emergencias

Casos de ASEP	Escenarios Basados en la Norma ASEP	Escenario Análogo	Caudal Max.
1	Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:50 años.	Escenario 0	686.94 m ³ /s
1	Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.	Escenarios 1	1,027.98 m ³ /s
2	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Operación Normal.	Escenarios 2	11,031.14 m ³ /s
3	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Crecida Extraordinaria.	Escenarios 3	11,813.69 m ³ /s

D.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

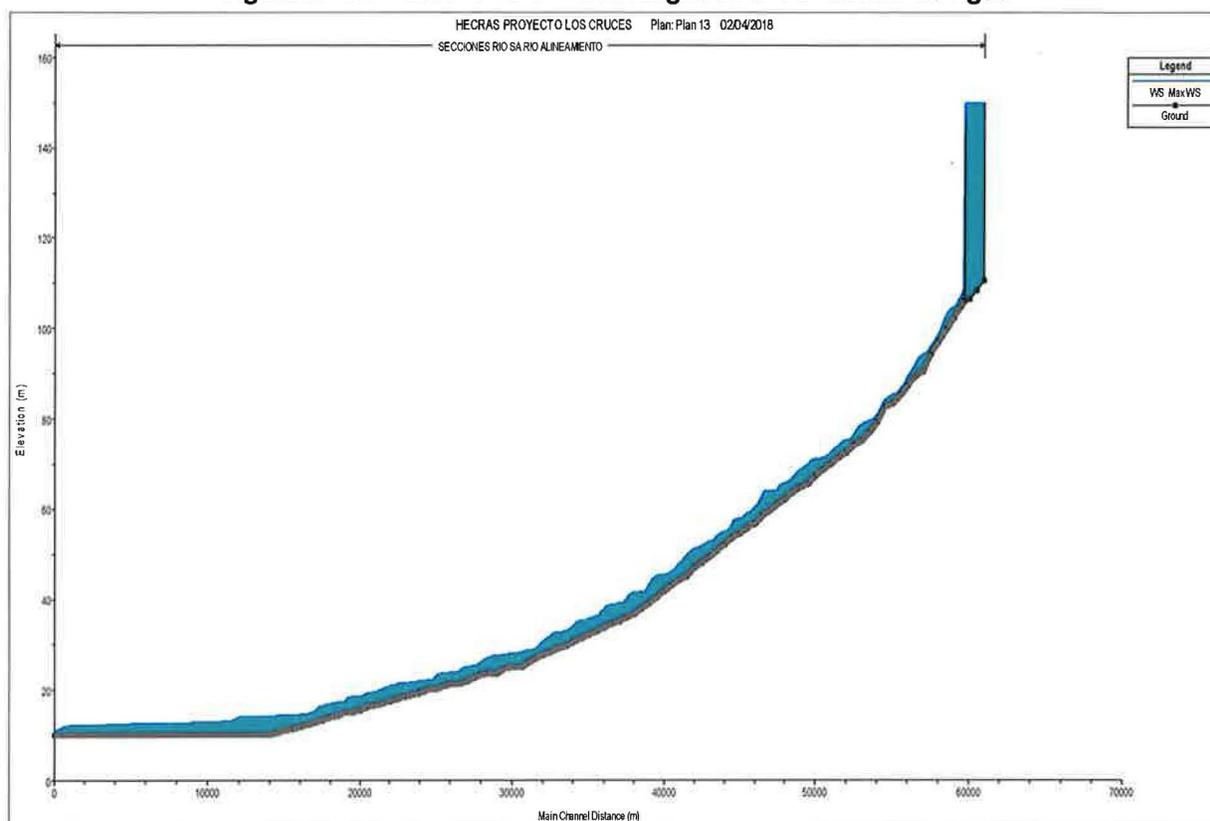
Los archivos de datos y los archivos de resultados del análisis hidráulico completo para los escenarios analizados se presentan en el Anexo Digital D.

D.3.1. CRECIDA ORDINARIA CON PERIODO DE RETORNO DE 1:50 AÑOS.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D1 se presenta el perfil del río y en la figura N°D2 es el isométrico generado gráficamente para la crecida ordinaria 1:50 años.

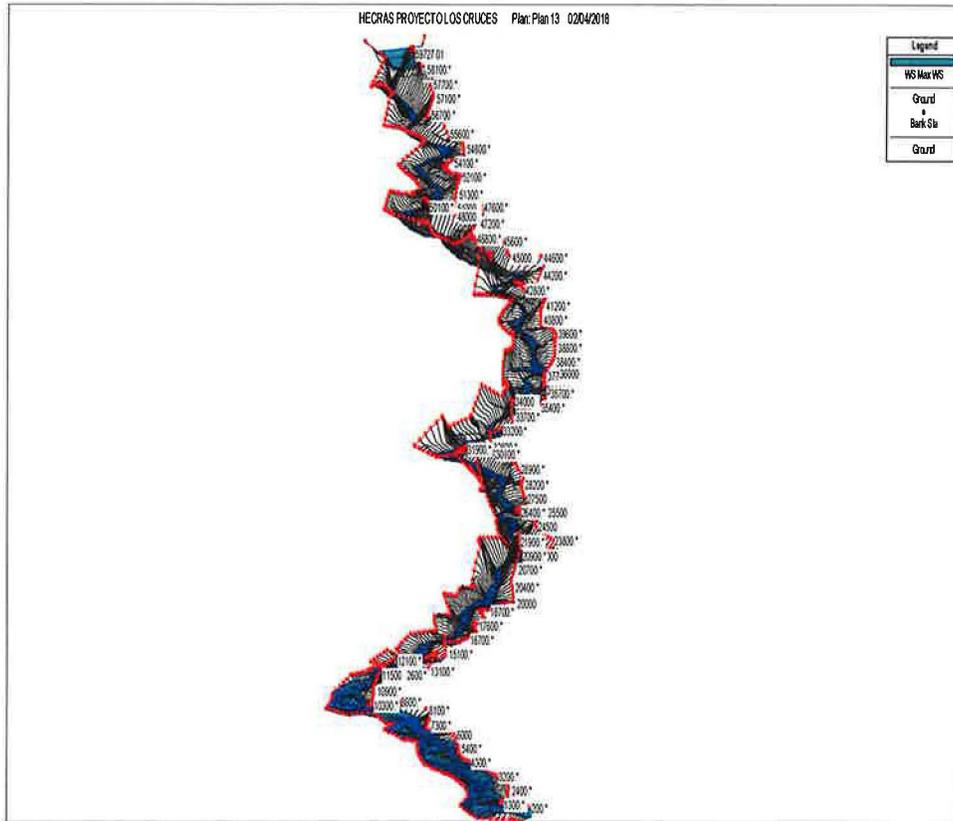
En el Anexo Digital D, se presentan todos los resultados evaluados.

Figura N° D1 - Escenario 0: Perfil longitudinal de Niveles de Agua



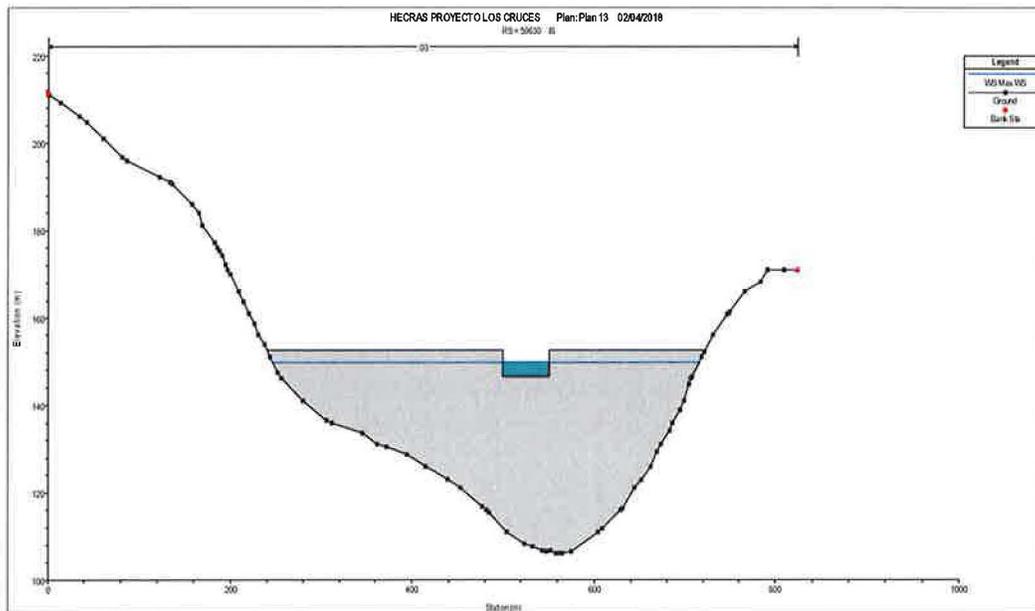
En la siguiente imagen se presenta el espectro de la salida de la crecida 1:50 años por el vertedero presentando las secciones y nivel de agua.

Figura N° D2 - Escenario 0: Isométrico de niveles de agua y secciones



En la figura D3 se presenta la sección transversal de la presa durante el paso de la crecida 1:50 años. 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 N° D3 Crecida en el Sitio de Presa

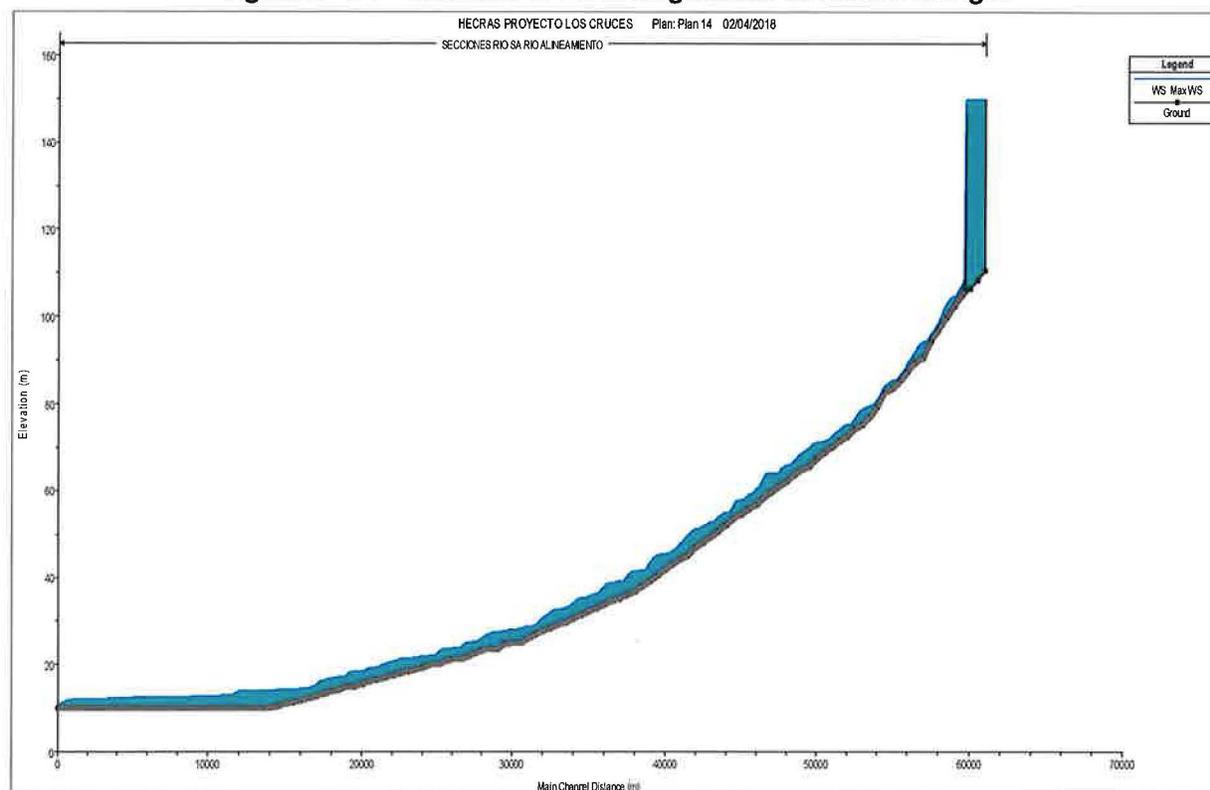


D.3.2. Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D4 se presenta el perfil del río durante el paso de una crecida extraordinaria 1:10,000 años.

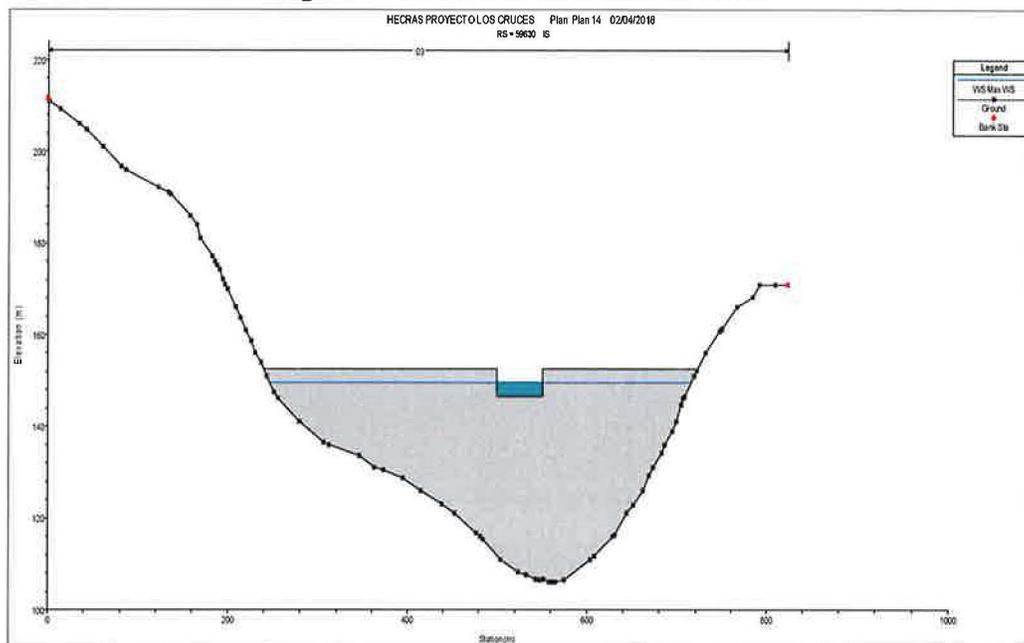
En el Anexo Digital D, se presentan todos los resultados evaluados.

Figura N° D4 - Escenario 1: Perfil longitudinal de Niveles de Agua



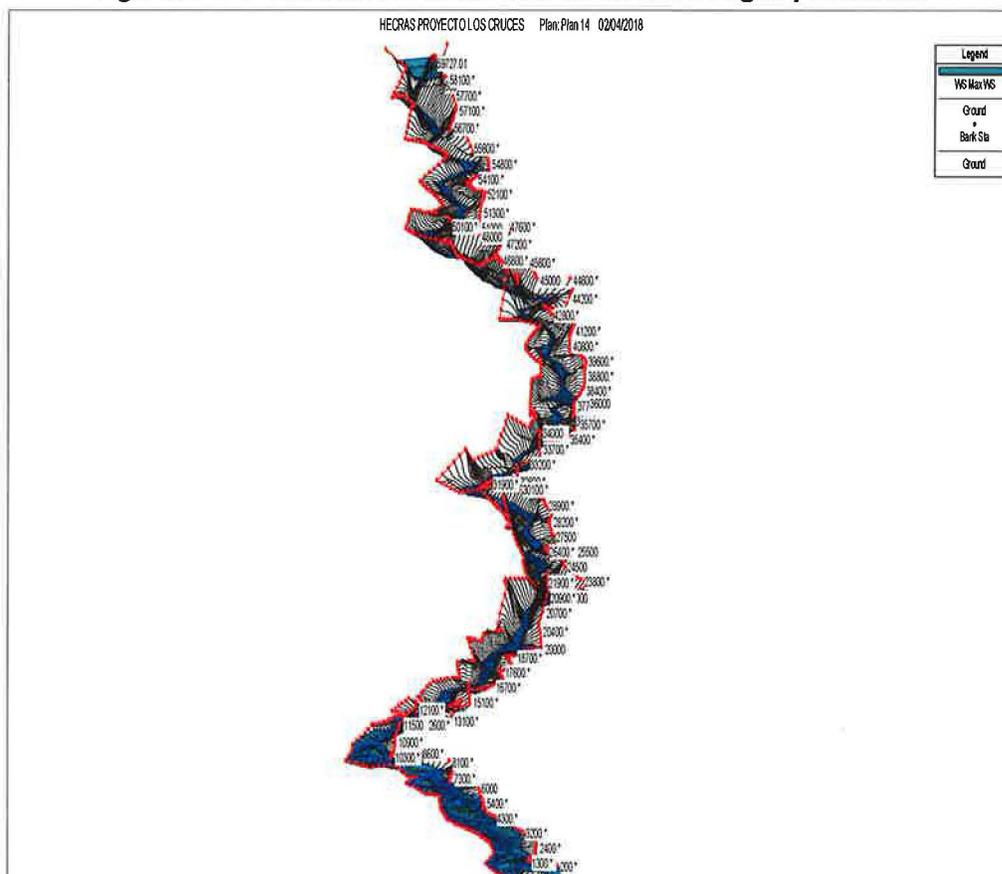
En la figura D5 se presenta la sección transversal de la presa durante el paso de la crecida 1:10,000 años.

Figura Nº D5 Crecida en el Sitio de Presa



La figura NºD5 es el isométrico generado gráficamente para la crecida ordinaria 1:10,000 años.

Figura Nº D6 - Escenario 1: Isométrico de niveles de agua y secciones



D.3.3. Colapso Estructural en Operación Normal.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D7 se presenta el perfil del río cuando ocurre la falla de la presa durante su operación normal.

Figura N° D7 - Escenario 2: Perfil longitudinal de Niveles de Agua

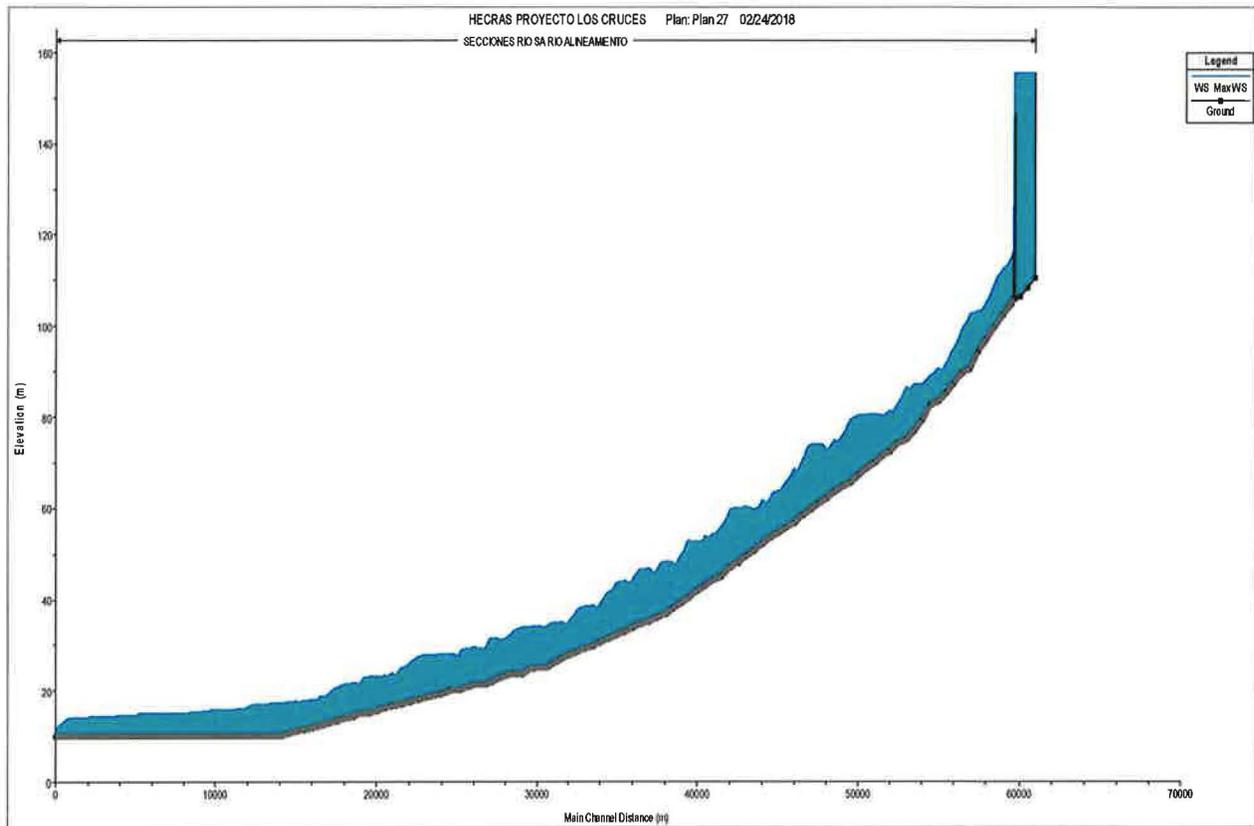
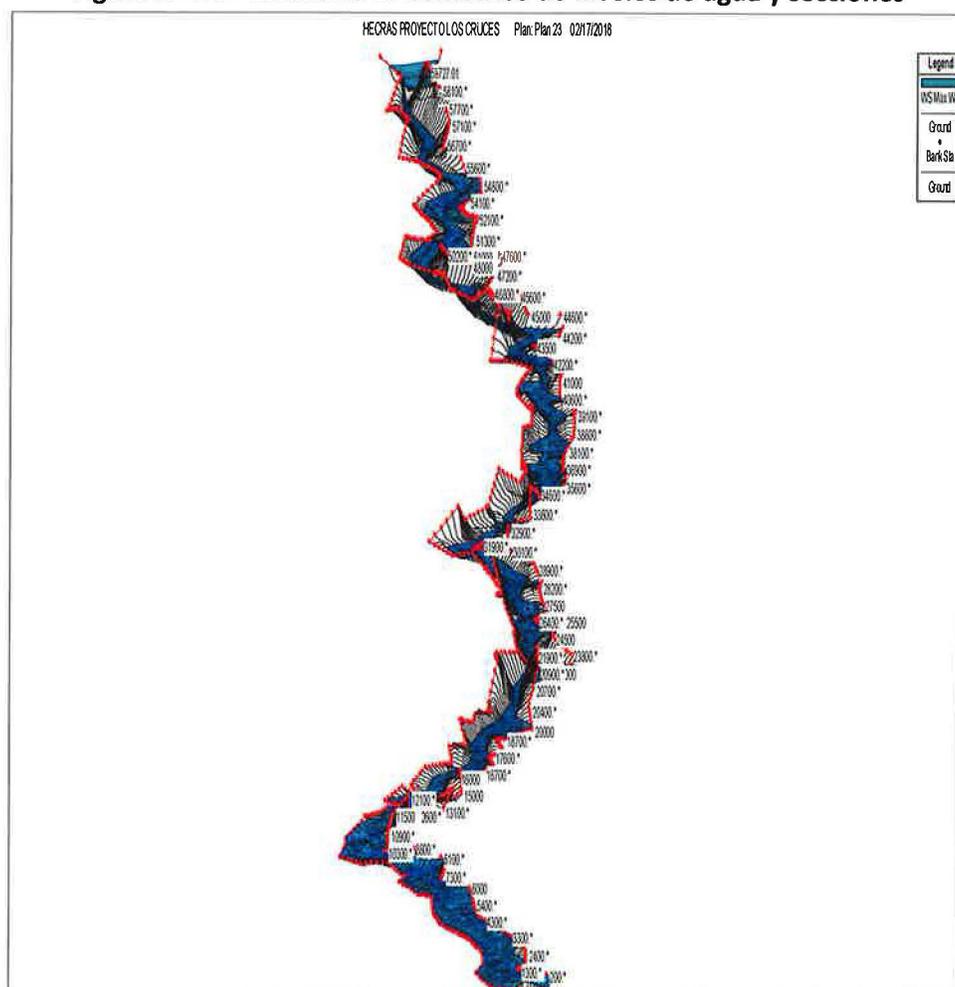


Figura N° D8 - Escenario 2: Isométrico de niveles de agua y secciones



D.3.4. Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D9 se presenta el perfil del río cuando ocurre la falla de la presa durante el paso de una crecida extraordinaria.

Figura Nº D9 - Escenario 3: Perfil longitudinal de Niveles de Agua

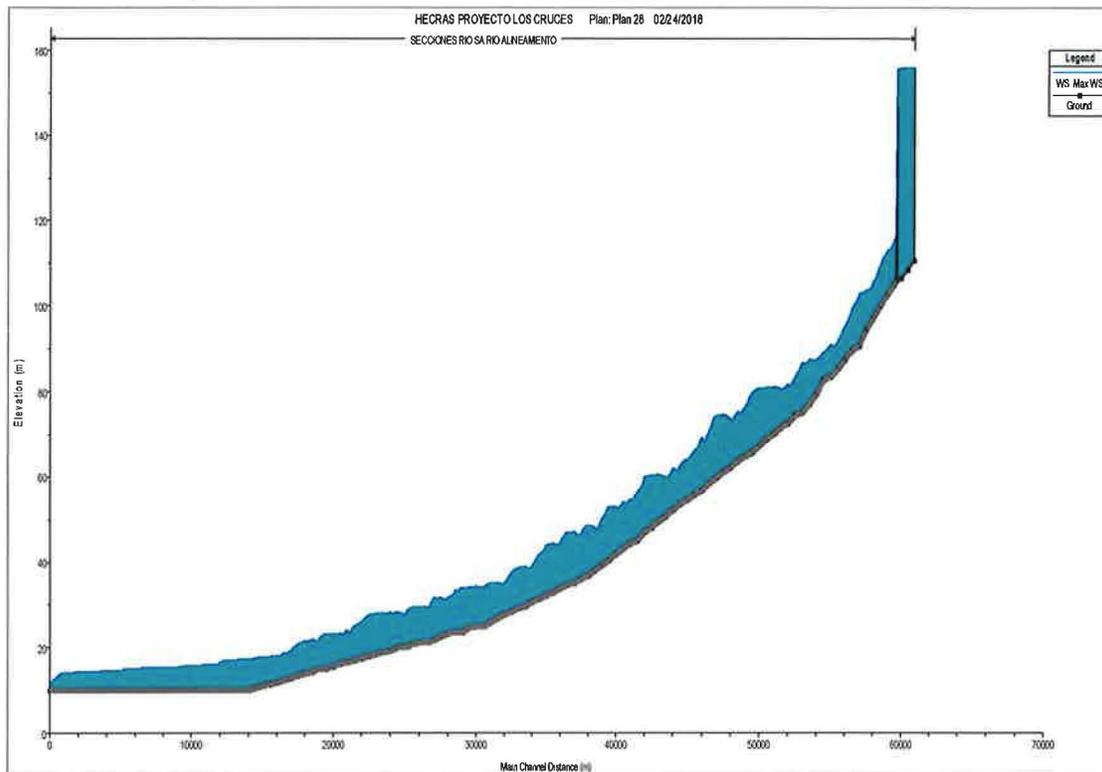
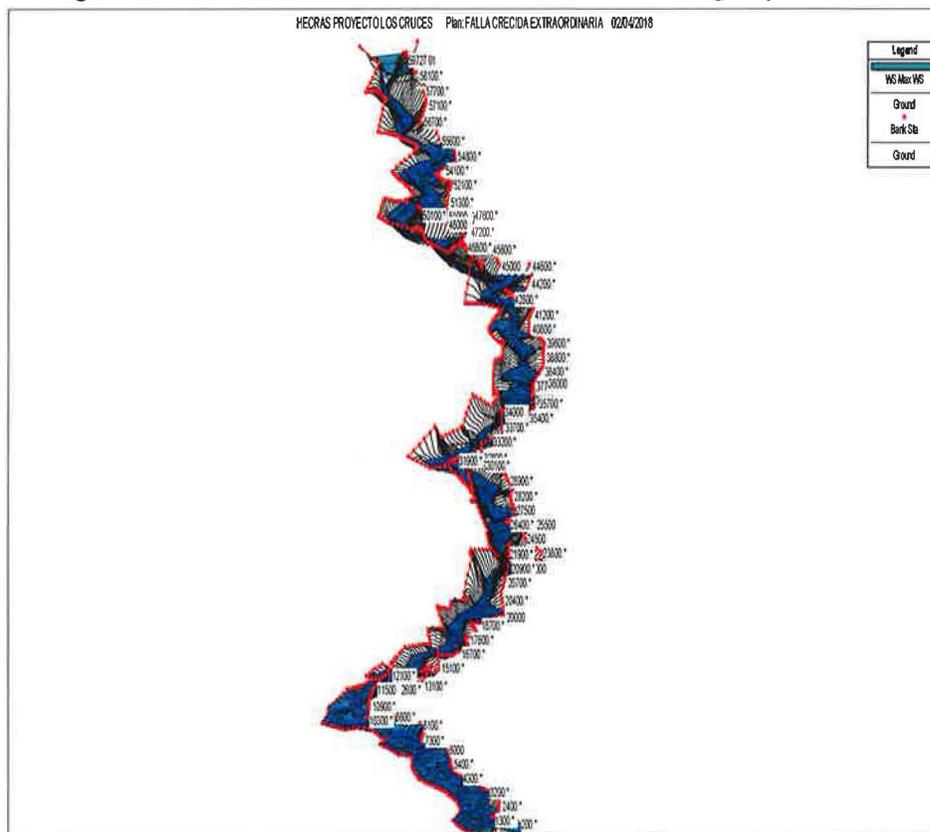


Figura Nº D10 - Escenario 3: Isométrico de niveles de agua y secciones



D.3.5. Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas

Con los datos obtenidos del HEC-RAS se puede determinar la onda de crecida hasta las secciones después del puente de Soná.

Cuadro Nº D7 – Escenario 0 para una crecida normal de 1:50 años

TABLA DE TIEMPO				
ESTACION	TIEMPO		TIRANTE	ELEV.
km	hora	minuto	metros	MSNM
PRESA	0	0	3.41	149.00
5.0	0	29	1.66	84.44
10.0	1	6	4.53	70.38
15.0	1	40	3.57	57.39
20.0	2	16	4.59	45.32
25.0	3	2	3.91	35.40
30.0	3	52	3.14	27.87
35.0	4	49	2.13	22.13
40.0	5	52	3.35	18.45
45.0	7	7	3.69	14.25
50.0	9	59	2.87	12.87
55.0	13	38	2.32	12.32
59.6	16	20	0.71	10.71

Cuadro Nº D8 – Escenario 1 para una crecida normal de 1:10,000 años

TABLA DE TIEMPO				
ESTACION	TIEMPO		TIRANTE	ELEV.
km	hora	minuto	metros	MSNM
PRESA	0	0	3.41	149.70
5.0	0	25	1.97	84.75
10.0	0	59	5.35	71.20
15.0	1	29	4.06	57.88
20.0	2	3	5.39	46.12
25.0	2	46	4.67	36.16
30.0	3	31	3.86	28.59
35.0	4	21	2.85	22.85
40.0	5	18	4.00	19.10
45.0	6	23	4.27	14.83
50.0	8	42	3.42	13.42
55.0	11	40	2.80	12.80
59.6	13	55	0.92	10.92

Cuadro Nº D9 – Escenario 2 falla por colapso para una crecida normal de 1:50 años

TABLA DE TIEMPO				
ESTACION	TIEMPO		TIRANTE	ELEV.
km	hora	minuto	metros	MSNM
PRESA	0	0	0.00	0.00
5.0	0	12	6.54	89.32
10.0	0	37	13.89	79.74
15.0	0	55	9.44	63.26
20.0	1	20	12.21	52.94
25.0	1	49	10.39	41.88
30.0	2	16	9.36	34.09
35.0	2	47	8.13	28.13
40.0	3	25	8.03	23.13
45.0	4	0	7.06	17.62
50.0	5	8	5.78	15.78
55.0	6	50	4.63	14.63
59.6	8	14	1.77	11.77

Cuadro Nº D10 – Escenario 3 falla por colapso para una crecida normal de 1:10,000 años

TABLA DE TIEMPO				
ESTACION	TIEMPO		TIRANTE	ELEV.
km	hora	minuto	metros	MSNM
PRESA	0	0	0.00	0.00
5.0	0	11	6.72	89.50
10.0	0	37	14.20	80.05
15.0	0	54	9.61	63.43
20.0	1	19	12.40	53.13
25.0	1	47	10.58	42.07
30.0	2	14	9.49	34.22
35.0	2	44	8.29	28.29
40.0	3	22	8.14	23.24
45.0	3	57	7.14	17.70
50.0	5	3	5.86	15.86
55.0	6	46	4.68	14.68
59.6	8	9	1.80	11.80

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 (área de inundación) que alcanzarían las crecidas para los distintos escenarios analizados.
- Se han preparado los mapas de inundación correspondientes a los dos escenarios analizados.
- Se han colocado de manera espaciada el tiempo y la altura del tirante de agua que alcanzaría a lo largo del río San Pablo.
- Sobre los mapas de inundación se han indicado las rutas de evacuación y las zonas seguras 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:

Es necesario verificar en sitio los niveles de las estructuras temporales y los poblados que se ven afectados ante el paso de las crecidas extremas y el colapso de la presa. Se tomarán acciones para proteger ó emplazar las viviendas que presenten un alto riesgo.

Como recomendaciones se sugiere:

- Se requiere actualización, solo de los datos de las personas de contacto en el Flujo de Comunicación y el Directorio de Contactos del ANEXO E.
- Disponer de secciones transversales de la presa San Bartolo y los puentes principales que atraviesan el río en estudio.

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. Norma Para la Seguridad de Presas. Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP) septiembre 2010.
6. Victor M. Ponce, M.ASCE¹; Ahmad Taher-shamsi²; and Ampar V. Shetty³
7. Dam-Breach Flood Wave Propagation Using Dimensionless Parameters
8. Bruce W. Harrington, P.E. MD Dept. of The Environment Dam Safety Division
9. HAZARD CLASSIFICATIONS & DANGER REACH STUDIES FOR DAMS By
10. Utah State University and RAC Engineers & Economists.
11. Sanjay S. Chauhan¹, David S. Bowles² and Loren R. Anderson³
12. REASONABLE ESTIMATES FOR USE IN BREACH MODELING
13. DO CURRENT BREACH PARAMETER ESTIMATION TECHNIQUES PROVIDE
14. ManualBasico_HEC-RAS313_HEC-GeoRAS311_Español
15. CLASIFICACIÓN DE PRESAS Y EVALUCIÓN DEL RIESGO CON EL PROGRAMA HEC-RAS.
16. HEC-GeoRAS42_UsersManual
17. Programa HEC_RAS. Hidrologic Engineering Center River analysis system 4.1.0 Jan 2010 HEC-RAS. Devoleped by the U.S. Army Corps Engineers
18. Dam Break Flood Analysisi Bulletin 111
19. Open Channel Hydraulics, Vente Chow.
20. Guía Técnica de Seguridad de Presas No. 4 – Avenida de proyecto. Comité Nacional Español del Grandes Presas.
21. HEC-RAS, River Analysis System. User's Manual. US Army Corps of Engineers.
22. Manual de Requisitos para Revisión de Planos. Ministerio de Obras Públicas.
23. Manual de Hidráulica. Horace William King.

D.7. ANEXO DIGITAL D.

ANEXO DIGITAL (en CD)

Identificación del documento	Descripción	Tipo de Archivo
Directorio: Mapa de Inundación	Mapas de Inundación	
- ANEXO B.1	- Mapa Localización General	PDF
- ANEXO B.2	- Escenario 0, Mapa de Inundación Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:50 años.	PDF
- ANEXO B.3	- Escenario 1, Mapa de Inundación Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10000 años.	PDF
- ANEXO B.4	- Escenario 2, Mapa de Inundación Colapso de Presa en Operación Normal.	PDF
- ANEXO B.5	- Escenario 3, Mapa de Inundación Colapso de Presa en Crecida Extraordinaria.	PDF
- Mapas General CH Las Cruces	Mapa de Localización General y de Inundación	ACAD
Directorio: Memoria de Cálculo HEC-RAS		
- Secciones Transversales	- Secciones Transversales del HECRAS	PDF
- Resultados de CH Las Cruces.	- Tablas de Resultados del HECRAS CH Las Cruces	EXCEL
Directorio: Reporte		
Reporte PADE, Las Cruces Rev.1, 2018	- Reporte Plan de Acción Durante Emergencia y Anexos	PDF

ANEXO E – DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVOS

ANEXO E - DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVOS

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

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO Ltd, S.A.	Egar Garrido	Director de Operaciones	Oficina: 399-7083 Celular: 6430-7364 Correo:egar.garrido@om-hidros.com
CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO Ltd, S.A.	Zuelen Cerda	Coordinador de Operaciones y Comercial	Oficina: 399-7083 Celular:6351-9634 Correo: zuelen.cgarrido@om-hidros.com
CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO Ltd, S.A.	Gustavo Bernal	Gerente de Operaciones y Mantenimeinto	Oficina: 201-5417/18 Celular:6948-4024 Correo: Gustavo.bernal@mo-hidros.com
ETESA			
ETESA PANAMA	Ing. Gilberto Ferrari Pedreschi	Despachadores CND	Oficina: 230-8101 Celular: Correo: @etesa.com.pa
ETESA – CND PANAMA	Carlos A. Barreto	Gerente de Operaciones	Oficina: 230-8100/8103 Celular: Correo: cbarreti@etesa.com.pa cnd@etesa.com.pa
HIDROMETEOROLOGIA – PANAMA	Diego A. González	Dirección de Hidrometeorología	Oficina: 501-3800/501-3900 Celular: Correo: dgonzalez@etesa.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Diana Lee de Centenario a.i.	Gerencia de Hidrología	Oficina: 501-3398/3850 Celular: Correo: dcentenario@etesa.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Arcelu Lau Melo a.i.	Gerencia de Investigación y Climatología	Oficina: 501-38-31 Celular: Correo: amelo@ETESA.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Felipe Alvarado	Vigilancia y Pronóstico	Oficina: 501-3850/501-3800/3900 Celular: Correo: falvarado@etesa.com.pa
INSTITUCIONES DE VIGILANCIA			
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS DE LA	Arkin Tapia	Jefe de la Red Sismológica del Instituto de Geociencias	Oficina: 523-5571/5560 (8am-9pm) Celular: 6911-3023 Correo: aalaint@hotmail.com

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
UNIVERSIDAD NACIONAL.			http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/
CENTRO EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA (CEI) DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ	Ramiro Vargas	Jefe Laboratorio de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (LIICA)	Oficina: 290-8423 /290-8443 Celular: Correo: tomy.valdez@utp.ac.pa
SERVICIO NACIONAL AERONAVAL	Belsio González	Director General	Oficina: 211-6000/238-1000 Celular: Correo:
SERVICIO MARITIMO NACIONAL	Fernando Salorza	Director General de Marina Mercante	Oficina: 501-5033 Celular: Correo:
SINAPROC - COE			
SINAPROC -COE PANAMA	Ing. José Donderis	Director	Oficina: 316-3202/03 316-0053 (24 horas del día) 316-1016 (8:30 a.m. - 4:30 p.m.) 316-3200 (8:30 a.m. - 4:30 p.m.) 707-7080 (8:00am – 4:00pm) Celular: Correo:sinaproc@sinaproc.gob.pa Web: www.sinaproc.gob.pa
POLICIA NACIONAL			
SANTIAGO DE VERAGUAS	Gustavo Cobley	Sub-Comisionado	Oficina: 998-1884/998-2119 Celular: Correo:
PANAMA	Omar Pinzón	Director	Oficina: 511-7000/7462 Celular: Correo:
BOMBEROS			
SANTIAGO DE VERAGUAS	Eduardo Chen Rosas	Coronel	Oficina: 998-4444/1115 Celular: Correo:
BOMBEROS PANAMA	Jaime Ernesto Villar Vargas	Capitán	Oficina: 512-6160/6430 Celular: Correo

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
HOSPITALES			
POLICLINICA ESPECIALIZADA (CSS) ORACIO DIAZ GOMEZ SANTIAGO DE VERAGUAS	Jose Villarreal	Director Regional	Oficina: 998-0987/5486 Celular: Correo:
HOSPITAL CSS PANAMA	Alfredo Martiz	Director	Oficina: 503-60-32/2532 Celular: Correo: www.css.gob.pa
HOSPITAL SANTO TOMAS PANAMA	Dr. Angel Cedeño	Director	Oficina: 507-5600 Celular: Correo: www.hst.gob.pa
CRUZ ROJA			
CRUZ ROJA PANAMA	Lic. Rosa Castillo	Directora	Oficina: 315-1429/1401 Celular: Correo: cruzroja@pa.gbnet.cc
OTRAS INSTITUCIONES			
MIVI SANTIAGO DE VERAGUAS	Lic. Roldan Pineda	Director Regional	Oficina: 579-9400/5265 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MIVI PANAMA	Mario Etchelecu	Ministro	Oficina: (507) 579-9400/9200 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MEDUCA SANTIAGO DE VERAGUAS	Daniel Mojica	Director Regional	Oficina: 998-5200 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MEDUCA PANAMÁ	Marcela Paredes	Ministra de Educación	Oficina: 511-4400/515-7300 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MOP SANTIAGO DE VERAGUAS	Ing. Salberio Rodriguez	Director Regional	Oficina: 954-9002 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
MOP PANAMÁ	Ing. Ramon Arosemena	Director	Oficina: 507-9400/9481 Celular: Correo: www.mop.gob.pa

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
IDAAN SANTIAGO DE VERAGUAS	Ing. Marcelo Tristán	Director Regional	Oficina: 3135/3118/958-1605 Administración: 998-1590/4214 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
IDAAN PANAMÁ	Juan Felipe de La Iglesias	Directora	Oficina: 523-8570/8567 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
MUNIIPIO CAÑAZAS	Eugenio Bernal	Alcalde	Oficina: 959-8535 Celular: Correo:
MUNICIPIO DE SANTIAGO DE VERAGUAS	Ing. Edward Ibarra Gonzales	Alcalde	Oficina: 998-5940/4405 Celular: Correo: alcaldiasgo@gmail.com
CORREGIDURÍA SANTIAGO DE VERAGUAS	Eliecer Domingo	Corregidor	Oficina: 998-4404 Celular: Correo:
HONORABLE REPRESENTANTE SANTIAGO DE VERAGUAS	Roberto Garcia	Representante	Oficina: 998-4404 Celular: Correo:

ANEXO F – PLANES DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS

ANEXO F - PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS

CONTENIDO

F.1. PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS	2
F.1.1. Propósito	2
F.1.2. Antecedentes	2
F.1.3. Marco legal	3
F.1.4. Organismos administrativos concernidos por el simulacro	3
F.1.5. Frecuencia y duración del simulacro	3
F.1.6. Personal implicado en el simulacro	3
F.1.7. Pasos del simulacro	4
F.1.8. Limitaciones y alcances del simulacro	4
F.1.9. Informe final del simulacro	7
F.1.10. Sistemas de Avisos para Simulacros	7
F.1.10.1. Sirena Acústica	7
F.1.10.2. Comunicación	8

ANEXOS

ANEXO A - PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL

F.2.1. Propósito	10
F.2.2. Antecedentes	11
F.2.3. Marco Legal	11
F.2.4. Organismos administrativos concernidos por el plan	13
F.2.5. Identificación del riesgo de inundaciones	13
F.2.6. Sistema de información y seguimiento hidrometeorológico	13
F.2.6.1. Alerta meteorológica	14

ANEXO B - Acciones del Plan de Simulacro

ANEXO C - Plan de Comunicación para Simulacro

F.1. PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS

F.1.1. Propósito

Presentar las situaciones previstas en el PADE, las cuales serán ensayadas periódicamente mediante ejercicios de simulación, con el fin de que el equipo de explotación adquiera los adecuados hábitos de comportamiento. Se busca con esto la actualización del Plan, la capacitación de todos los actores involucrados y de que el objetivo del ejercicio indicado en este documento sea adecuado.

Para lograr esto se simulará la ocurrencia de situaciones de emergencia para eventos extraordinarios o sismo donde se ponga a prueba la operatividad de los equipos (estructuras hidráulicas de descarga) y al personal responsable de operar la presa.

Se espera que los ejercicios que se planteen en este documento cumplan con el objetivo de integrar al dueño u operador y su personal a simulacros de mayor envergadura que puedan organizar las autoridades de defensa civil involucradas en la emergencia. Además, que adquieran conocimientos y la experiencia necesaria bajo una acción inmediata, ante situaciones que pongan en peligro la seguridad de las estructuras que conforman la Central Hidroeléctrica Las Cruces, de manera que puedan actuar en el momento necesario, activar y dar seguimiento al Plan de Acción Durante Emergencia.

Para alcanzar los objetivos de este plan se deberá seguir los siguientes pasos:

1. Asegurar que todo el personal forme parte del plan, lo haya estudiado y tenga conocimiento del mismo desde el momento de su incorporación a la organización de la operación de la central.
2. Realizar actividades de simulacro de las emergencias establecidas en el PADE.

En el capítulo 6 de este PADE, se definen los procedimientos de actuación, estableciendo las circunstancias que permiten detectar el incidente que causa la situación y su clasificación en los cinco posibles pasos de escenarios según la importancia del suceso.

El simulacro se llevará a cabo mediante un ejercicio en el que se ensayaran las medidas a seguir ante una situación hipotética de emergencia. Abarcar todos los pasos contempladas para una situación de emergencia real.

F.1.2. Antecedentes

En los últimos años las condiciones climatológicas y geomorfológicas de la región de Veraguas han influido de forma notable, ocasionando situaciones de emergencia graves producidas por inundaciones, entre otras situaciones que se desencadenan, producto de los efectos que puedan ocasionar grandes afectaciones en las áreas vulnerables cercanas a la ribera de un río.

F.1.3. Marco legal

En la Resolución AN No. 3932- Elec del 22 de octubre del 2010, se aprueba la norma de Seguridad de Presas del Sector Eléctrico creada para la protección pública y el cuidado del medio ambiente. Donde se señala al Responsable Primario de la central hidroeléctrica como responsable legal del desarrollo del PADE; entre sus obligaciones están, la implantación, mantenimiento y actualización del plan.

El PADE y las Instituciones involucradas deberán formar parte de un sistema de emergencias, para salvaguardar la vida y bienes de la población.

F.1.4. Organismos administrativos concernidos por el simulacro

El presente plan deberá involucrar a todos los organismos y servicios pertenecientes a la región o zona afectada, que tengan entre sus competencias o desarrollen funciones en el ámbito de la predicción, prevención, seguimiento e información acerca de los factores que pueden dar lugar a inundaciones, así como de la protección y socorro de los ciudadanos/as ante los fenómenos desencadenantes.

F.1.5. Frecuencia y duración del simulacro

Para habitar y disciplinar el comportamiento del equipo, se realizará el simulacro de algunas de las situaciones contempladas en el capítulo 6, del presente plan de emergencia al menos una vez cada tres años.

Los ejercicios de simulacro se realizan cuando la central hidroeléctrica este en situación normal y en una época del año en que las circunstancias permitan prever, con cierta garantía que no va a acontecer un incidente que genere una situación extraordinaria o de emergencia real.

El responsable primario coordinará con los estamentos de seguridad la duración del ejercicio.

El ejercicio se interrumpirá cuando su desarrollo acontezca con situación extraordinaria o de emergencia real o sea imprescindible la atención del personal para garantizar la operación normal de la central.

F.1.6. Personal implicado en el simulacro

El Coordinador del PADE, será el encargado de programar, coordinar y dirigir el simulacro de la situación de emergencia.

En el ejercicio participará a todo el personal necesario para llevar a cabo las tareas a realizar de acuerdo a la situación de emergencia en simulacro.

Se excluirá de la participación del ejercicio, total y parcialmente, al personal necesario para mantener la central en operación normal durante el simulacro.

Se implicará en el ejercicio a las personas y organismos externos que el Plan de Emergencia establezca.

F.1.7. Pasos del simulacro

El simulacro de las situaciones de emergencia se realizará en cinco pasos, paralelas a las establecidas en una situación normal, llevando una bitácora de todas las acciones ejecutadas:

Paso 1: Detección del Evento

Paso 2: Determinación del Nivel de Emergencia

Paso 3: Niveles de Comunicación y Notificación

Paso 4: Acciones Durante la Emergencia

Paso 5: Terminación

Durante el desarrollo del ejercicio del simulacro durante la emergencia, el equipo controlará y registrará en la bitácora todas las acciones que se desarrollen y se pondrá mayor interés en los siguientes aspectos:

- Utilización de los sistemas de comunicación.
- Tiempo de respuesta del personal.
- Comprobación de los sistemas básicos de comunicación y energía.
- Medidas de seguridad y protección personal.
- Adquisición de datos de auscultación.
- Seguimiento y control de los equipos de instrumentación del embalse.

F.1.8. Limitaciones y alcances del simulacro

No se permitirá el tráfico de personas o vehículos salvo que sean imprescindibles dentro del ejercicio del simulacro.

Las comunicaciones deberán estar disponibles para el ejercicio.

A continuación, se presenta la secuencia de las acciones para el ejercicio de simulacro:

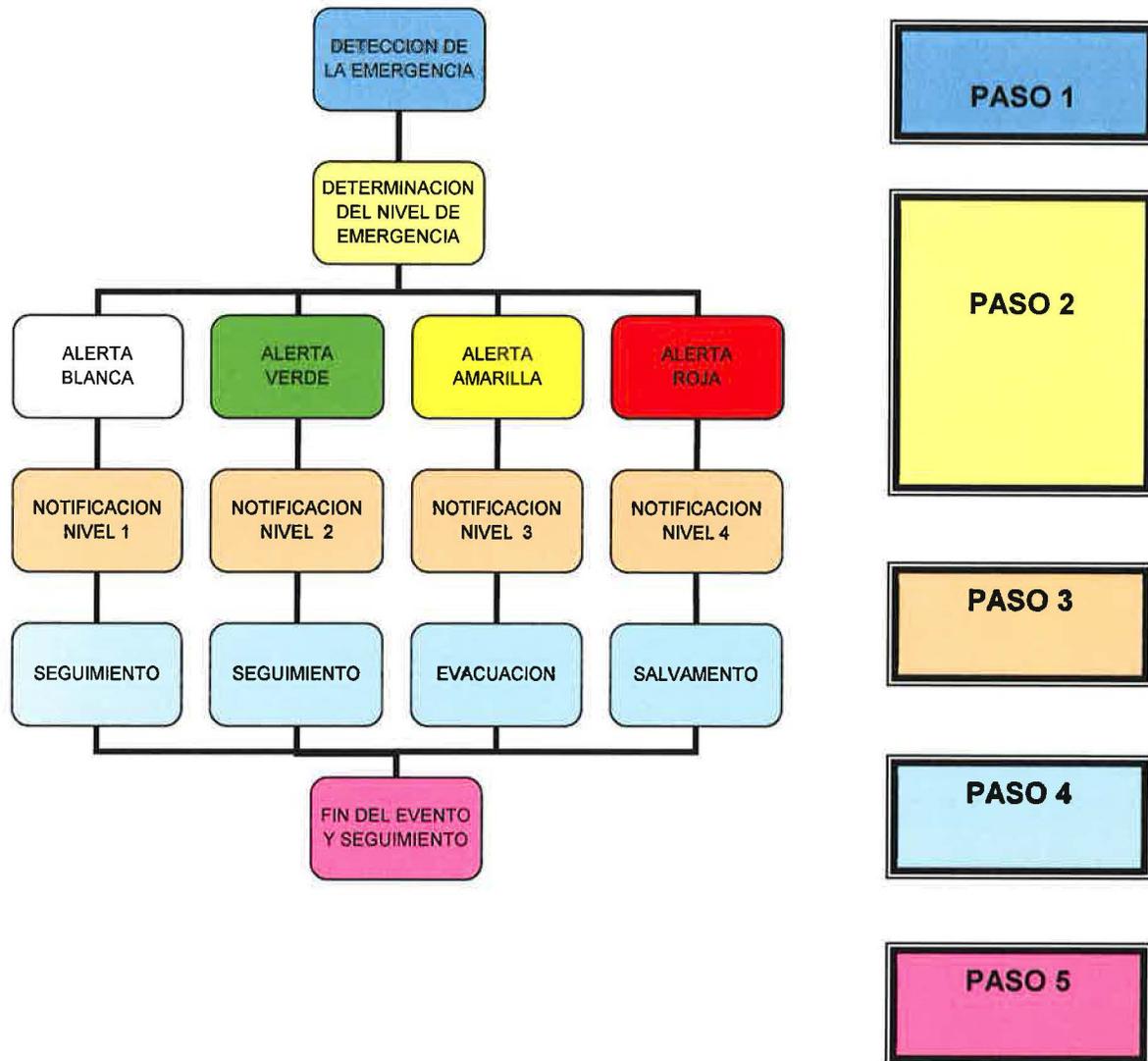


Figura N° 1 – Acciones durante la emergencia

Los escenarios de emergencia que se podrían ensayar son:

- Crecida Extraordinaria
- Colapso de la Presa

En particular el Coordinador del PADE deberá:

- Elaborar la ficha descriptiva estableciendo el tipo de alerta a simular y las instrucciones generales sobre el simulacro.
- Plantear al operador de la presa hipotéticas circunstancias especiales que pudieran surgir durante el desarrollo del ejercicio.

- Plantear al operador de la presa la ocurrencia de situaciones de emergencia para eventos de crecida y sismos para poner a prueba la operatividad de los equipos (para apertura o cierre, tales como vertedero y otras estructuras hidráulicas de descarga).
- Programar una reunión formativa con el personal de la presa donde se revisen los métodos de actuación frente a situaciones de emergencia.
- Redactar un informe final del ejercicio.

Cabe señalar que se deberá verificar la efectividad y funcionamiento de sensores automáticos disparándolos manualmente, o bien simulando y dando la alarma en forma verbal.

Además, debe verificarse como se manejarán los equipos (para apertura o cierre, tales como vertederos y otras estructuras hidráulicas de descarga) ante alguna de las siguientes posibilidades de Situación de Emergencia en simulacro:

- Operación del embalse en situación de emergencia para el caso de crecida extraordinaria, alertada y verificada a partir del conocimiento del pronóstico con suficiente atenuación.
- Alarma y manejo automático de la Situación de Emergencia por rotura de otras presa aguas arriba.
- Cierre automático de los equipos de operación en caso de sismos.
- Apertura automática de elementos de operación del embalse (a anular de inmediato dado que se trata de un simulacro).
- Puesta a salvo del personal de operación de la presa.
- Comunicación de la Situación de Emergencia a las autoridades con jurisdicción aguas debajo de la presa indicando que tipo de emergencia se ha producido, constatando que se desarrolle el operativo de emergencia a cargo de otras Autoridades.
- Verificar que las autoridades mencionadas se encuentren en condiciones de asociar la emergencia con los potenciales efectos determinados en el PADE. Debe verificarse, en principio si las autoridades dispongan de un ejemplar del PADE, si alguien lo ha estudiado, si se ha instrumentado su aplicación, y si se han previsto las medidas de mitigación necesarias.

Por otra parte, el personal de operación deberá contar con las siguientes condiciones para operar la emergencia en forma segura:

- Lugar seguro para la operación de la presa en emergencia
- Distintos tipos de sistemas de comunicación
- Generación eléctrica o baterías de emergencia (grupo electrógeno, combustible y nivel de carga de baterías)
- Movilidad propia a salvo de la emergencia, con reserva de combustible
- Agua, alimentos y abrigo.

F.1.9. Informe final del simulacro

CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A., realizará un informe sobre el desarrollo del ejercicio del simulacro, que será remitido a ASEP. En el mismo se reportarán todas las incidencias, observaciones, conclusiones y recomendaciones que permitan introducir mejoras en los procedimientos de actuación.

El contenido mínimo del informe será el siguiente:

- Descripción del ejercicio planteado
- Desarrollo del ejercicio
- Fecha y hora de comienzo y final del ejercicio
- Objetivo buscado con el ejercicio
- Grado de preparación individual del personal
- Emergencia Simulada (La que corresponda)
- Tipos de Alertas que establecer (Blanca, Verde, Amarilla, Roja)
- Personal Implicado
- Acciones Realizadas
- Comunicaciones
- Problemas de los sistemas de comunicación
- Comprobaciones y tiempos de respuesta
- Anomalías e incidencias presentadas
- Descripción de las dificultades y carencias que se hayan podido presentar
- Adecuación de los medios materiales disponibles
- Grado de incumplimiento de los objetivos buscados con el ejercicio (Valoración del Ejercicio)
- Evaluación General
- Fallas del PADE y modificaciones propuestas buscadas con el ejercicio

F.1.10. Sistemas de Avisos para Simulacros

F.1.10.1. Sirena Acústica

Las sirenas acústicas instaladas permitirán dar la alerta a los poblados que se encuentren ubicados en las zonas inundables.

La sirena de aviso será utilizada exclusivamente para notificar la señal de alerta roja. Los sonidos en decibeles que se dispongan para cada caso serán establecidos por el Cuerpo de Bomberos Local, de forma tal que cubra un nivel sonoro en zonas urbanas y en zonas rurales.

La sirena durante simulacros será avisada con anticipación a las entidades públicas y de protección civil que esté relacionada con los niveles de emergencia alertados.

F.1.10.2. Comunicación

Durante el simulacro, el sistema de comunicación que se utilizará para notificar la alerta deberá mantener comunicación redundante con la sala de emergencia de la presa y los puntos donde están ubicadas las sirenas de aviso.

Durante el simulacro se verificará la eficacia de los medios primarios de comunicación, con las instituciones que en cada caso corresponda. También se verificará el funcionamiento de otros medios de comunicación disponibles en la actualidad que presenten una garantía y fiabilidad en dicha comunicación.

En caso de falla de cualquiera de los sistemas de comunicación se deberá implementar los sistemas alternos de comunicación.

ANEXO A - PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL

F.2. PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL

F.2.1. Propósito

Este plan de emergencia tiene como propósito establecer la organización y procedimiento de actuación de los recursos y servicios de aquellos servicios del Estado y, en su caso, de otras entidades públicas y privadas, que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz ante situaciones de emergencia provocadas por inundaciones que puedan darse en el territorio nacional.

El plan ante situaciones de inundaciones establecerá:

- Los mecanismos de apoyo a los planes de la comunidad autónoma en el supuesto de que éstas así lo requieran.
- La estructura organizativa que permita la dirección y coordinación del conjunto de las administraciones públicas en situaciones de emergencia por inundaciones declaradas de interés nacional, así como prever, en esos casos, los procedimientos de movilización y actuación de aquellos recursos y servicios que sean necesarios para resolver de manera eficaz la necesidades creadas, teniendo en consideración las especiales características del grupo social de las personas con discapacidad para garantizar su asistencia.
- Los mecanismos y procedimientos de coordinación con los planes de aquellas comunidades autónomas no directamente afectadas por la catástrofe, para la aportación de medios y recursos de intervención, cuando los previstos en los planes de las comunidades autónomas afectadas se manifiesten insuficientes.
- El sistema y los procedimientos de información sobre inundaciones, a utilizar con fines de protección civil, en coordinación con los Planes de gestión de los riesgos de inundación.
- Un banco de datos de carácter nacional sobre medios y recursos estatales, o asignados al Plan, disponibles en emergencias por inundación.
- Los mecanismos de solicitud y recepción, en su caso, de ayuda internacional para su empleo en caso de inundaciones.

En el caso de emergencias que se puedan resolver mediante los medios y recursos gestionados por los planes de comunidades autónomas, el Plan juega un papel complementario a dichos planes, permitiendo éstos bajo la dirección de los organismos competentes de dichas administraciones. Si la emergencia hubiera sido declarada de interés nacional, la dirección pasa a ser ejercida por el/la Ministro/a, y este Plan organiza y coordina todos los medios y recursos intervinientes en la emergencia.

F.2.2. Antecedentes

En el presente Plan se considerarán todas aquellas inundaciones que presenten un riesgo para la población y sus bienes, las que produzcan daños en infraestructuras básicas o interrumpan servicios esenciales para la comunidad, ocasionadas por las siguientes situaciones:

- Inundaciones por precipitación “in situ”
- Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces, provocada o potenciada por: precipitaciones, obstrucción de cauces naturales o artificiales, invasión de cauces, deslizamiento y acción de las mareas.
- Inundaciones por rotura o la operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica.

Las inundaciones son el riesgo más natural que más habitualmente producen daños a las personas y los bienes siendo el que produce mayores daños tanto materiales como humanos.

Por lo tanto, resulta necesario prever la organización de los medios y recursos, materiales y humanos, que podrían ser requeridos para la asistencia y protección a la población, en caso de que suceda una catástrofe por inundaciones en las áreas cercanas a la central.

F.2.3. Marco Legal

La ley 7 del 11 de febrero del 2005, reorganiza el sistema nacional de protección civil (SINAPROC), para brindar atención ante desastres, inundaciones, medidas de emergencias. Tienen la responsabilidad de ejecutar medidas, disposiciones y órdenes tendientes a evitar, anular o disminuir los efectos que la acción de la naturaleza o la antropogénica (fenómenos de origen humano o relacionado a las actividades del hombre, incluyendo las tecnológicas) pueda provocar sobre la vida y bienes del conglomerado social.

Le corresponde al SINAPROC la planificación, investigación, dirección supervisión y organización de las políticas y acciones tendientes a prevenir los riesgos materiales y psicosociales, y a calibrar la peligrosidad que puedan causar los desastres naturales y antropogénicos, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

- Recopilar y mantener un sistema de información a través de un centro de datos moderno, con la finalidad de obtener y ofrecer las informaciones necesarias para la planificación estratégicas y medidas sobre gestión de riesgos y protección civil.
- Promover un plan nacional de gestión de riesgos, incorporando el tema como eje transversal en los procesos y planes de desarrollo del país, con el objeto de reducir la vulnerabilidad existente y el impacto de los desastres en todo el territorio nacional.
- Formular y poner en marcha estrategias y planes de reducción de vulnerabilidades y de gestión de riesgo, en cada uno de los sectores sociales y económicos para proteger a la población, la producción, la infraestructura y el ambiente.

- Confeccionar planes y acciones orientados a fortalecer y mejorar la capacidad de respuesta y la atenuación humanitaria.
- Promover programas de educación, análisis investigación e información técnica y científica sobre amenazas naturales y antropogénicas, para tal efecto, cooperará y coordinará con organismos estatales y entidades privadas e internacionales del sector educativo, social y científico
- Promover o proponer al Órgano Ejecutivo el diseño de planes y la adopción de normas reglamentarias sobre seguridad y protección civil en todo el territorio nacional
- Crear manuales y planes de emergencia, tanto generales como específicos, para casos de desastres naturales o antropogénicos.
- Ejercer las demás funciones que le correspondan, de acuerdo a la ley y sus reglamentos.

Para la prevención y la atención de los desastres naturales o antropogénicos, el SINAPROC, según sea el caso, diseñará e implementará los siguientes planes:

- Plan nacional de emergencias
- Plan de gestión de riesgos

SINAPROC, deberá presentar al Ministerio de Gobierno y Justicia una norma Básica de Protección Civil, la cual contemple planes de emergencia generales que se puedan presentar en cada ámbito territorial, y planes especiales, para hacer frente a los riesgos específicos cuya naturaleza requiera una metodología técnica adecuada para cada uno de ellos.

El plan especial deberá establecer:

- Los mecanismos de apoyo a los planes de comunicación autónoma en el supuesto de que éstas así lo requieran.
- La estructura organizativa que permita la dirección y coordinación de la administración pública en situaciones de emergencia por inundaciones declaradas de interés nacional, así como prever, en esos casos, los procedimientos de movilización y actuación de aquellos recursos y servicios que sean necesarios para resolver de manera eficaz las necesidades creadas, teniendo en consideración las especiales características del grupo social de las personas con discapacidad para garantizar asistencia.
- Los mecanismos y procedimientos de coordinación con los planes de aquellas comunidades autónomas no directamente afectadas por la catástrofe, para la aportación de medios y recursos de intervención, cuando los previstos en los planes de las comunidades autónomas afectadas se manifiesten insuficientes.
- El sistema y los procedimientos de información sobre inundaciones, a utilizar con fines de protección civil, en coordinación con los Planes de gestión de los riesgos de inundación.
- Un banco de datos de carácter nacional sobre medios y recursos estatales, o asignados al Plan Estatal, disponibles en emergencias por inundaciones.

- Los mecanismos de solicitud y recepción, en su caso, de ayuda internacional para su empleo en caso de inundaciones

En este caso aplican los planes especiales en los ámbitos territoriales el cual deberá cumplir requisitos mínimos en cuanto a fundamentos, estructura, organización y criterios operativos y de respuesta, con la finalidad de prever un diseño o modelo nacional mínimo que haga posible, en su caso, una coordinación y actuación conjunta de los distintos servicios y administraciones aplicadas.

F.2.4. Organismos administrativos concernidos por el plan

El presente plan deberá involucrar a todos los organismos y servicios pertenecientes a la región o zona afectada, que tengan entre sus competencias o desarrollen funciones en el ámbito de la predicción, prevención, seguimiento e información acerca de los factores que pueden dar lugar a inundaciones, así como de la protección y socorro de los ciudadanos/as ante los fenómenos desencadenantes.

Podrán verse concernidos por el presente Plan, en caso de emergencias de interés nacional, los servicios y entidades dependientes de otros organismos públicos, al estar incluidos en la organización de otros Planes Especiales ante el Riesgo de Inundaciones, o sean llamados a intervenir por el órgano competente de la Administración General del País.

F.2.5. Identificación del riesgo de inundaciones

El documento PADE, contiene los mapas cartográficos que delimitan las zonas con riesgos de inundaciones de acuerdo a las posibles causas que se puedan desarrollar ante la amenaza de crecidas o malas prácticas operacionales para la regulación del embalse. Estos mapas actuarán como base para la evaluación y gestión de riesgos de inundación, los planes de emergencias serán adaptados de forma coordinada para que sean considerados.

F.2.6. Sistema de información y seguimiento hidrometeorológico

Con el propósito de minimizar los daños producidos por inundaciones, es necesario establecer sistemas de alerta hidrometeorológica que permitan la toma anticipada de las decisiones necesarias a las autoridades del Sistema Nacional de Protección Civil. Para ello se debe contar con sistemas de información hidrológica y de predicción meteorológica, en este caso ETESA que permita minimizar los posibles daños.

El sistema de información y seguimiento hidrometeorológico tendrá la responsabilidad de establecer los procedimientos para dar a conocer los datos más relevantes acerca de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos que hayan podido o puedan tener alguna incidencia en la población y sus bienes. Se tendrá en cuenta las posibles previsiones sobre la posible evolución del fenómeno meteorológico y del sistema hidráulico con la mejor incertidumbre posible.

La información que se proporcione será la más completa y fidedigna posible, obtenida en tiempo casi real y de rápida difusión, con el objetivo de que pueda servir de base al Responsable Primario de la Central y a las autoridades de Protección Civil para la pronta activación de los planes de emergencia.

F.2.6.1. Alerta meteorológica

Las precipitaciones intensas o tormentas producen los daños más cuantiosos en nuestro país, esto obliga a establecer unos sistemas de alerta meteorológicos que permitan a las autoridades de protección civil y a la población en general la toma anticipada de decisiones necesarias para minimizar los posibles daños producidos por inundaciones.

ETESA, es la institución encargada del desarrollo, implantación y prestación de los servicios meteorológicos.

El sistema de alerta meteorológica ha de considerar las variables que pueden intervenir en el fenómeno de las inundaciones, así como los procedimientos para su inmediata difusión considerando los siguientes aspectos:

- Se establecen los umbrales, los procedimientos de comunicación y el tiempo de antelación de los avisos por precipitaciones de elevada intensidad con el fin de que puedan ser adoptadas las medidas precisas que minimicen los daños.
- Se establecerá un seguimiento especial de los fenómenos que puedan dar lugar a tormentas fuertes o muy fuertes y los consiguientes procedimientos de aviso.

ANEXO B - ACCIONES DEL PLAN DE SIMULACRO

Cuadro N°1 - Acciones del Nivel 1: Vigilancia reforzada

Detección de la Emergencia	Responsable	Proceso del simulacro de emergencia		
		Antes planificación	Durante vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para los Escenario 0 y 1 del apartado 7 del PADE	Coordinador del PADE/Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta CORPORCIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro	De ser necesario se actualizarán los formularios y Mapas y se volverán a distribuir con las observaciones sugeridas en la inducción.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Comunicar a todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación para este nivel	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se mantendrán en su puesto hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que esté preparado, ante las situaciones de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Coordinar con los estamentos de seguridad la organización; incluyendo divulgación, preparación para la evacuación, cursos de primeros auxilios y rescate en aguas rápidas de ser necesario, para las comunidades ubicadas en las áreas inundables.	Distribución y divulgación del plan de comunicación a los pobladores. Apoyar los cursos de primeros auxilios.	
		Solicitar a las autoridades locales, el inventario de habitantes cercanos a las instalaciones, ubicados aguas arriba y abajo, sus actividades agropecuarias y de cultivo.	Se verificará la información, haciendo un recorrido en sitio.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE.	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copia de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio.	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio.	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado.	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio		

		Preparar el formulario de inspección, cámara fotográfica, GPS para realizar el recorrido.	Inspección general de la presa.	Completar el formulario con los resultados obtenidos.
	Operador de la Planta	Disponer del apartado 5 del PADE (detección de la emergencia, evaluación y clasificación), directorio de notificación y mapa de inundación para esta emergencia.	Una vez inicie el simulacro se deberá comunicar con el coordinador del PADE o Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente.	Mantendrá comunicación directa con el coordinador del PADE o Encargado de Salud, Seguridad Social y Ambiente.
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Coordinará con el Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente las acciones del simulacro de emergencia	Seguirá instrucciones por parte del coordinador del PADE o Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente.	Contribuirá en la confección del reporte de la terminación de la emergencia, incluyendo las lecciones aprendidas del suceso.
		Durante todos los meses del año, monitoreará los niveles del embalse, especialmente en la estación lluviosa.	Revisará los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y las lecturas que registran los instrumentos.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años. Para los niveles máximos alcanzados se indicarán las acciones realizadas.

Cuadro N°2 - Acciones del Nivel 2: Precauciones Serias

Detección de la Emergencia	Responsable	Proceso del simulacro de emergencia		
		Antes planificación	Durante vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para los Escenario 0 y 1 del apartado 7 del PADE	Gerente de la Central	Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento de la planta necesario para hacer cualquier reparación	El personal de turno de mantenimiento debe permanecer por 12 horas consecutivas disponible.	Revisar el inventario de repuestos con el departamento de compras.
	Coordinador del PADE/ Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios y Mapas y se volverán a distribuir con las observaciones sugeridas en la inducción.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que esté preparado, ante las situaciones de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Comunicar con todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación para este nivel	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se mantendrán en su puesto hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copia de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Se seleccionará uno de los escenarios para realizar el simulacro.	Se realizará el procedimiento aplicable en este caso las acciones indicadas en el apartado 6 del PADE.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado.	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE.	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Preparar el formulario de inspección, cámara fotográfica, GPS para realizar el recorrido.	Inspección general de la presa.	Completar el formulario con los resultados obtenidos.
	Operador de la Central	Disponer del apartado 5 del PADE (detección de la emergencia, evaluación y clasificación), directorio de notificación y mapa de inundación para esta emergencia.	Una vez inicie el simulacro se deberá comunicar con el coordinador del PADE o jefe de operación y mantenimiento.	Mantendrá comunicación directa con el coordinador del PADE o jefe de operación y mantenimiento.

	Coordinará con el Jefe de Operaciones & Mantenimiento las acciones del simulacro de emergencia	Seguirá instrucciones por parte del coordinador del PADE o jefe de operación y mantenimiento.	Contribuirá en la confección del reporte de la terminación de la emergencia, incluyendo las lecciones aprendidas del suceso.
	Revisará los criterios contenidos en el documento PADE.	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Registrar el nivel del embalse.	
	Durante todos los meses del año, monitoreará los niveles del embalse, especialmente en la estación lluviosa.	Revisar los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y las lecturas que registran los instrumentos.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
			Prever cualquier anomalía que se pueda identificar durante este proceso.

Cuadro N°3 - Acciones del Nivel 3: Peligro inminente

Detección de la Emergencia	Responsable	Proceso del simulacro de emergencia		
		Antes planificación	Durante vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para el Escenario 2 y 3 del apartado 7 del PADE.	Gerente de la Central	Coordinará con el operador y el coordinador del PADE las acciones durante la emergencia	Recibirá información de las condiciones operacionales de la central y sobre el accionamiento de la sirena.	Realizar una reunión plenaria con los estamentos de seguridad y organismos públicos y privados, ante la posibilidad de que la presa falle.
		Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento de la planta necesario para hacer cualquier reparación	El personal de turno de mantenimiento debe permanecer por 12 horas consecutivas disponible.	Revisar el inventario de repuestos con el departamento de compras.
	Coordinador del PADE/ Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta CORPORCIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO LTD, S.A. los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios de notificaciones y Mapas y se volverán a distribuir con las observaciones sugeridas en la inducción.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que esté preparado, ante las situaciones de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Comunicar con todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación de emergencia para este nivel.	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se mantendrán en su puesto hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinar el aviso al público en general, mediante reuniones en la comunidad, prensa, radio, televisión y centros educativos que se estarán haciendo vertimiento de agua.		
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copia de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio.	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
Coordinar con ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio realizado.	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.		
Revisará los criterios contenidos en el documento PADE (apartado 5 Detección de la emergencia, evaluación y clasificación).	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.		

		Se seleccionará uno de los escenarios para realizar el simulacro.	Se realizará el procedimiento aplicable en este caso las acciones indicadas en el apartado 6 del PADE.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado donde se procederá a dar aviso con sirena para iniciar el proceso de protección, control y rescate.	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio, con las observaciones obtenidas de los participantes
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE	Verificar el nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas.
		Preparar el formulario de inspección, cámara fotográfica, GPS para realizar el recorrido.	Inspección general de la presa.	Completar el formulario con los resultados obtenidos.
		Se asegurará de tener disponible el equipo auxiliar, combustible, recurso humano, vehículos.	Coordinar con los de protección civil y líderes locales el rescate de algunos pobladores ubicados en áreas vulnerables.	Participará en la reunión plenaria con los estamentos de seguridad y organismos públicos y privados, ante la posibilidad de que la presa falle. Asegurarse que el personal y los pobladores estén en las zonas seguras. Actualización del mapa de inundación donde se marcarán las zonas seguras próximas a la central.
		Preparar el informe de análisis de riesgo el cual incluya los costos para mitigar la emergencia.		Adecuar el informe de riesgo de acuerdo a los resultados obtenidos en el ejercicio y presentarlo a la ASEP.
		Coordinar con el personal de la central los recursos que estarán a disposición para el traslado hacia las zonas seguras	Si la apertura es inminente se realiza un segundo recorrido por la presa y las zonas vulnerables, en conjunto con los estamentos de seguridad, para cerciorarse de que se deberá evacuar ante el posible riesgo de falla.	Mantener informado a los estamentos de seguridad sobre la situación de emergencia. Verificación del inventario de la población, agropecuario y viviendas aguas abajo de la Presa con la información que manejan las instituciones MIDA, MIVI, ANAM, BOMBEROS y SINAPROC.
	Operador de la Central	Revisará los criterios contenidos en el documento PADE	Verificar el nivel del embalse. Asegurar de obtener la medida del nivel del embalse.	Monitoreo del nivel del embalse en las siguientes 24 horas. Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
			Accionará la sirena para operaciones de protección, control y rescate.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
	SINAPROC	Asignar y verificar el funcionamiento de los radios de comunicación que usarán los líderes comunitarios	SINAPROC contará con todo el equipo disponible necesario durante las 24 horas del día o por el tiempo que dure la emergencia.	SINAPROC deberá presentar un plan de rescate como resultado del ejercicio y compartirlo con los demás estamentos de seguridad y el coordinador del PADE o Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente.
	Personal de la Central	El personal contará con las copias de los niveles de notificación y de los mapas, recibirá la inducción del simulacro de emergencia.	Se realizarán turnos de 12 horas hasta finalizar el ejercicio.	Realizará aportes al informe de terminación del ejercicio.

Cuadro N°4 - Acciones del Nivel 4: Rotura Constatada

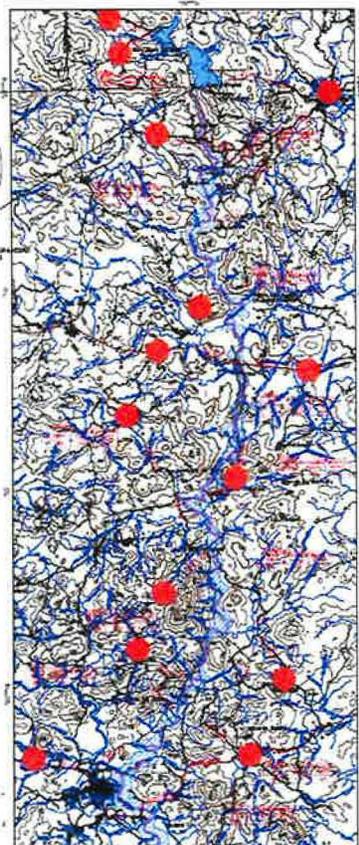
Detección de la Emergencia	Responsable	Proceso del simulacro de emergencia		
		Antes planificación	Durante vigilancia y control	Después Seguimiento y mejoras
Simulacro para el Escenario 3 del apartado 7 del PADE.	Gerente de la Central	Coordinar con el Coordinador del PADE y el operador de la central las instrucciones de evacuación.	Declaración de la emergencia a las autoridades y oficinas de manejo de agua, ASEP y CND.	Reunión de evaluación de lecciones aprendidas con todos los estamentos de seguridad que han participado en la emergencia e Instituciones involucradas
	Coordinador del PADE/ Gerente de Salud, Seguridad Social y Ambiente	Dará la inducción del PADE (apartado 5) y distribuirá copias de los diagramas de notificación y mapas de inundación al personal de planta los estamentos de seguridad y las autoridades locales de la región	Que todos cuenten con las copias durante el simulacro.	De ser necesario se actualizarán los formularios de notificaciones y Mapas y se volverán a distribuir con las observaciones sugeridas en la inducción.
		Asignar una cantidad adicional de radios de comunicación al personal de la central en caso de emergencia.	Distribución de los radios de comunicación al personal de la central durante el simulacro	Verificar que los radios de comunicación estén cargados, cuenten con baterías de repuesto y que estén funcionando
		Coordinar la fecha y hora con los estamentos de seguridad: Policía Nacional, Bomberos, SINAPROC, para iniciar el simulacro para que esté preparado, ante las situaciones de emergencia.	Se procederá a llamar a estas instituciones para comunicar el inicio de la emergencia.	Se indicará en una bitácora las observaciones del resultado de estas acciones.
		Comunicar con todos los participantes del simulacro la forma en que se dará la notificación de emergencia para este nivel.	Los participantes serán llamados para dar la alerta y se mantendrán en su puesto hasta que se finalice la emergencia	Se dará seguimiento a la respuesta de los participantes durante el ejercicio
		Coordinar el aviso al público en general, mediante reuniones en la comunidad, prensa, radio, televisión y centros educativos que se estarán haciendo vertimiento de agua.		
		Coordinará con la Autoridad competente de manejo del agua que designe ASEP para que participe en este ejercicio, indicándosele la fecha y hora. Se le distribuirá copia de las notificaciones y mapas.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Coordinar con el ETESA y CND su participación para disponer de información meteorológica y de algún cambio de despacho.	Se notificará y verificará la disponibilidad de respuesta a este ejercicio realizado	Se coordinará cualquier mejora que sea necesaria para el proceso del simulacro.
		Se seleccionará uno de los escenarios para realizar el simulacro.	Se realizará el procedimiento aplicable en este caso las acciones indicadas en el apartado 6 del PADE.	Se actualizarán los mapas de inundación con la información levantada.
		Coordinar los ejercicios de simulacro correspondiente	Realizar el ejercicio seleccionado donde se procederá a dar aviso con sirena para iniciar el proceso de protección, control y rescate.	Indicar en el reporte de terminación las lecciones aprendidas de este ejercicio, con las observaciones obtenidas de los participantes
Se asegurará de tener disponible el equipo auxiliar, combustible, recurso humano, vehículos.	Coordinar con los de protección civil y líderes locales la evacuación del personal, así como la de los pobladores ubicados en áreas vulnerables.	Asegurarse que el personal y los pobladores estén en las zonas seguras. Actualización del mapa de inundación donde se marcarán las zonas seguras próximas a la central.		

		Preparar el informe de análisis de riesgo el cual incluya los costos para mitigar la emergencia.		Adecuar el informe de riesgo de acuerdo a los resultados obtenidos en el ejercicio y presentarlo a la ASEP.
		Coordinar con el personal de la central los recursos que estarán a disposición para el traslado hacia las zonas seguras	Si la apertura es inminente se realiza un segundo recorrido por la presa y las zonas vulnerables, en conjunto con los estamentos de seguridad, para cerciorarse de que se deberá evacuar ante el posible riesgo de falla.	Mantener informado a los estamentos de seguridad sobre la situación de emergencia. Verificación del inventario de la población, agropecuario y viviendas aguas abajo de la Presa con la información que manejan las instituciones MIDA, MIVI, ANAM, BOMBEROS y SINAPROC.
		Coordinar con MEDUCA la suspensión temporal de clase en las escuelas ante la emergencia	Comunicar al MEDUCA la suspensión temporal de clase en las escuelas mediante dure el ejercicio o se detecte la emergencia.	Levantamiento de los daños estructurales. Verificar que se utilizaran como albergues temporales de la escuela que no han sido afectadas. Evaluar los recursos para la población afectada.
		Coordinar con ANAM para que los animales muertos sean enterrados en una fosa común. Coordinar la contratación de los servicios de terceros para todos los trabajos de remediación y limpieza (en los casos que sean necesarios).	Declare el fin de la emergencia a las autoridades y oficinas de manejo de agua, ASEP y CND.	Se solicitará que la evaluación de daños la realice personal calificado y que sea discutido con las autoridades: Corredor de Seguro, MIDA, MIVI, BDA y ANAM; en coordinación con otras instituciones estatales de la región. Considerar estas afectaciones en el informe de riesgo. Coordinar la evaluación con el ANAM si es necesaria la reforestación y de vegetación del suelo una vez estén dadas las condiciones ambientales. Dejar que el ciclo de descomposición de la flora ocurra de manera natural.
	Estamentos de Seguridad	Coordinar con los líderes comunitarios las rutas de evacuación y zonas seguras	Dar las instrucciones para verificar que todos hayan evacuado. Asegurarse de que se estén utilizando las escuelas, según la coordinación establecida previamente con MEDUCA.	Velar por la seguridad de los colaboradores, contratistas y personal externo que trabaje en las actividades de evaluación de daños.
	SINAPROC	Coordinar con el coordinador del PADE las acciones en cada nivel de emergencia	Mantenerse a la disposición de SINAPROC con todo el equipo necesario durante las 24 horas al día, por el tiempo que dure la emergencia.	Asegurarse que todos los pobladores estén seguros. Apoyar en la acción de ayuda humanitaria a las poblaciones afectadas por inundaciones luego de pasada la emergencia. Coordinar con la Brigada de Emergencias, el proceso de limpieza y disposición de los desechos. Coordinar con el Gerente de Planta y Líderes de área el restablecimiento del horario normal del personal.

	Operador de la Central	Disponer del apartado 5 del PADE (detección de la emergencia, evaluación y clasificación), directorio de notificación y mapa de inundación para esta emergencia.	Una vez inicie el simulacro se deberá comunicar con el coordinador del PADE o jefe de operación y mantenimiento.	Mantendrá comunicación directa con el coordinador del PADE o jefe de operación y mantenimiento.
		Revisará los criterios contenidos en el documento PADE	Asegurar de obtener la medida del nivel del embalse.	Elaborará un registro gráfico de los niveles alcanzados en el río en los tres últimos años.
		Coordinar con ETESA el pronóstico meteorológico y la disponibilidad de instrumentos de medición.	Accionar la sirena para operaciones de protección, control y rescate.	Evaluar las lecciones aprendidas durante la emergencia e incluirlas en la bitacora
			Seguir la apertura de compuerta de fondo según el Protocolo de Apertura. Registra el nivel del embalse. Realizar 2 aforos diarios para calibrar la curva de descarga de fondo y verificar el caudal de vertido.	Preparará un reporte sobre la terminación del evento y sobre las consecuencias o experiencias del mismo. En el anexo A se presenta un modelo de formulario. Este documento será remitido a la ASEP.

ANEXO C - PLAN DE COMUNICACIÓN PARA SIMULACRO

Mapa de Puntos de Reunión y Rutas de Evacuación



LEYENDA:	
	RIO SAN PABLO
	PLAYAS DE INUNDACION
	CAMINOS
	RIOS Y QUEBRADAS
	POBLADOS
	MANCHA DE INUNDACION
	RTA DE EVACUACION
	ZONA SEGURA

Guarde este folleto

Este folleto es una guía básica e imprescindible para toda la familia. Haga que lo lean todas las personas de su vivienda.

Guarde este folleto de Norma de Actuación y repase su contenido al menos una vez al año, para recordar bien estas consignas. Téngalo siempre a mano. Saber cómo actuar en casos de peligro nos hace más fuertes frente a los riesgos.

Emergencia

- Los servicios de emergencias trabajan para resolver las situaciones que pueden suceder.
- Estudian la manera de prevenir anticipadamente los riesgos.
- Organizan la respuesta en el caso de emergencia.
- Facilitan la coordinación de los equipos que han de actuar.
- Ayudan al retorno a la normalidad, prestando soporte y ayuda a los posibles damnificados.

Plan de Emergencia de la Presa Las Cruces

RIESGO DE INUNDACIONES



CORPORACIÓN DE ENERGÍA DEL ISTMO
LTD, S.A.



¿Qué es el Plan de Emergencia?

Las grandes presas son estructuras muy seguras, construidas y explotadas reduciendo al máximo posible su posible fallo. No obstante, siempre existe un riesgo muy reducido de rotura o mal funcionamiento.

El Plan de Emergencia de una Presa constituye una herramienta más hacia la reducción de las consecuencias que representa para la población la posible rotura o mal funcionamiento de una presa, estableciendo los mecanismos y procedimientos que permitan una detección temprana de las situaciones de riesgo y las medidas a cometer para mitigarlo.

Es por ello que el Plan de Presa va ligado al Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de las Comunidades circundantes a la Central Las Cruces y a los Planes de Actuación Municipal, contando con los Sistemas de Comunicación a las autoridades competentes y con un Sistema de Aviso a la Población situada inmediatamente aguas abajo.

Para que el Plan de Emergencia funcione correctamente, cada vecino ubicado en las poblaciones próximas debe conocer cuál es la mejor manera de actuar en cada una de las situaciones. Recuerda, conocer y entender su funcionamiento es TU responsabilidad.

¿Para qué sirve?

El objetivo básico de un Plan de Emergencia de Presas es reducir el riesgo de una posible rotura de presa y los eventuales daños asociados. Para ello resulta esencial:

- La identificación de las situaciones que pueden suponer un riesgo.
- La organización de los medios humanos y materiales para controlar estos riesgos.
- Conocer, las instrucciones básicas de actuación en caso de que se active el Plan de Emergencia.

¿Cómo se avisará a la población?

Sirena de Alerta

Tendrá una duración mínima de dos minutos y consiste en emisiones sonoras de dos segundos de duración separadas por un intervalo de tres segundos de silencio. Esta señal puede repetirse varias veces con la misma duración de dos minutos.



2 seg. + 3 seg.

Sirena de Fin de Alerta

Consistirá en una emisión sonora continua de treinta segundos de duración. Se puede repetir varias veces.



30 seg.

¿Qué se debe hacer?

-  Si suena la sirena, hay que dirigirse a los lugares más elevados de la población
-  Acudir al punto de reunión preestablecido por su municipio y recogido en el Plan de Acción Municipal
-  Seguir las indicaciones dadas por las autoridades
-  Alejarse de ríos y torrentes

¿Qué es lo que NO se debe hacer?

-  **No utilice el teléfono**
No utilice el teléfono pues colapsará las líneas necesarias para organizar su ayuda. Llame al teléfono 104 únicamente en caso de petición de auxilio.
-  **No vaya a buscar a los niños al colegio**
No vaya a buscar a los niños al colegio. Los profesores saben cómo actuar y los evacuarán con orden y eficacia, tal como hacen en los simulacros.
-  **No vuelva hacia atrás**
No vuelva hacia atrás, pues las crecidas de los ríos pueden ser muy rápidas y no dar tiempo a un retroceso en la evacuación.

Después de la emergencia

-  **No**
Regrese hasta recibir instrucciones
No regrese a su domicilio hasta que se declare el final de la situación de peligro, lo cual se realizará de la forma que se indica en el Plan de Actuación Municipal, porque así se lo indiquen las autoridades o porque la sirena le indique el final de la emergencia. Contacte con su Ayuntamiento.
-  **NO** Viaje en vehículos
Pasada la avenida o riada, no intente viajar en coche, pues los caminos y las carreteras pueden estar impracticables.

Otros consejos prácticos

-  **Lleve ropa de abrigo y calzado adecuado**
Procure llevar ropa de abrigo y calzado adecuado a las circunstancias para dirigirse a los puntos de encuentro, tanto en verano como en invierno.
-  **No cruce ríos ni arroyos**
Mientras dure la avenida, no intente atravesar ríos ni arroyos, dado que la fuerte corriente del agua podría arrastrarle, tanto si va a pie como si se desliza en vehículo.
-  **Prepare material de ayuda**
Tenga previsto en un lugar de fácil acceso un pequeño equipo consistente en:
- Radio portátil
- Pilas de recambio
- Linterna
-  **Lleve teléfono móvil**
Si dispone de teléfono móvil, llévelo consigo. En caso de desorientación, puede servir para localizarle.

ANEXO G – RESUMEN DE LA POLÍTICA DE OPERACIÓN DE LA COMPUERTA DE DESCARGA DE FONDO, OBRAS DE TOMA Y DESFOGUE DE TURBINAS

RESUMEN DE LA POLITICA DE OPERACIÓN, OBRA DE TOMA, DESCARGA DE FONDO Y DESFOGUE DE LAS TURBINAS

1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

1.1 Hidrograma de crecida

Haciendo referencia al documento Transito de Avenidas de Diseño PL-IF-4CC-13-003_1, se ha preparado un resumen sobre la política de operación que deberá seguirse para el desalojo de las crecidas extraordinarias.

Como información preliminar se deberá contar con la siguiente información para realizar el tránsito de avenidas y así coordinar las maniobras para desalojo de las crecidas

- Hidrograma de la crecida de diseño cuando entra al embalse
- Curva elevaciones área capacidad del embalse

Ambas graficas fueron determinadas en el estudio hidrológico del río San Pablo.

Gráfico N° 1 - Crecida de ingreso al embalse

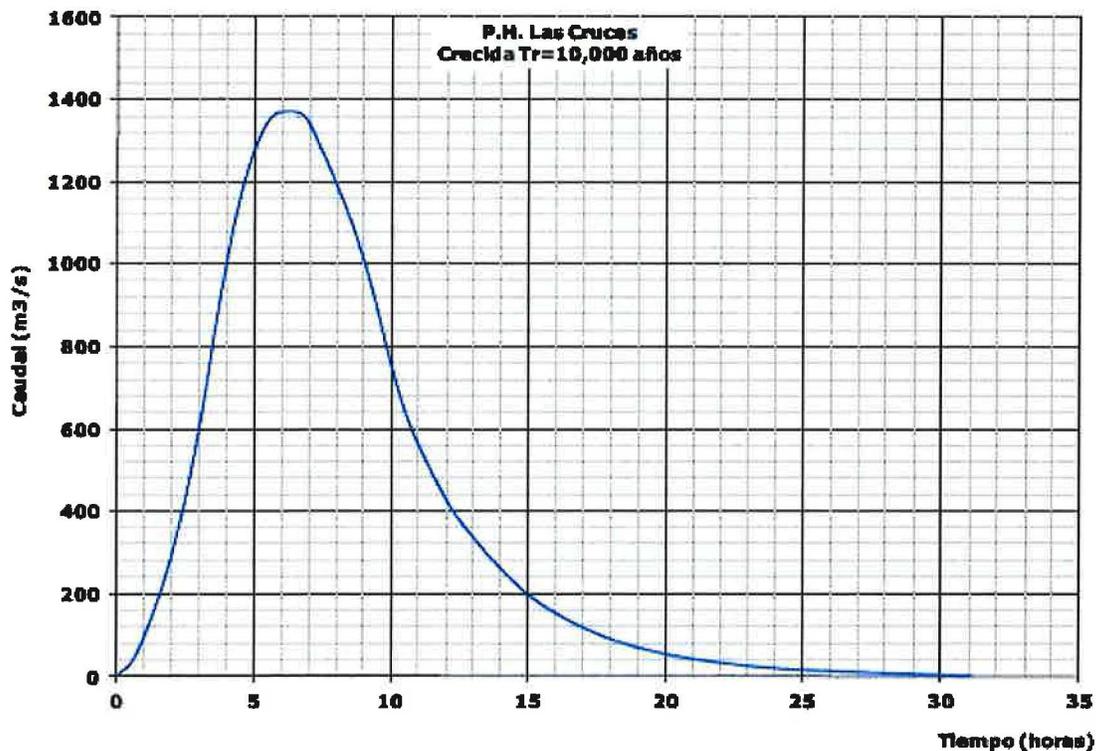
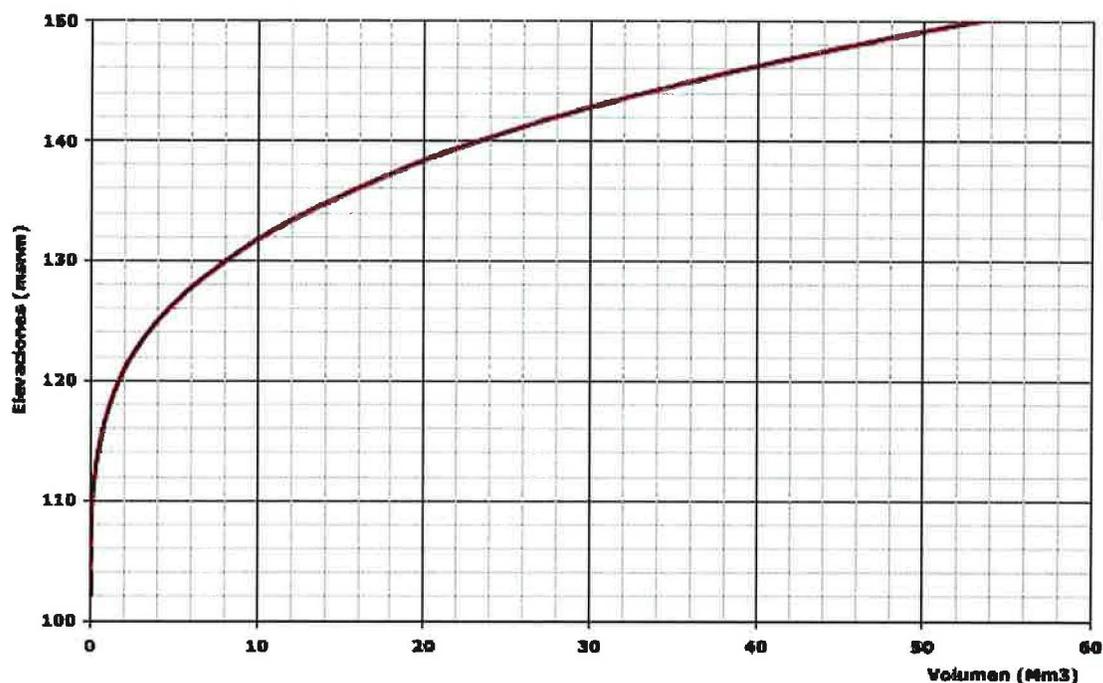


Gráfico N° 2 - Curva elevación - capacidad del embalse Las Cruces



2. OBRA VERTEDORA

2.1 Capacidad de la obra vertedora

Esta estructura permite el desalojo de las crecidas de diseño de 1370 m³/s para un periodo de retorno de TR=10000 años, así como los caudales excedencia al ingresar al embalse. Se espera que el vertedero tenga la capacidad para desalojar caudales para distintos periodos de retorno.

En el cuadro N° 1 se presenta la capacidad operativa del vertedero ante distintos periodos de retorno.

Cuadro N° 1 - Caudales máximos de diseño y periodos de retorno

Tr (años)	Caudal (m ³ /s)	Tr (años)	Caudal (m ³ /s)
2	560	200	1092
5	720	500	1163
10	809	1000	1214
20	885	2000	1264
50	973	5000	1323
100	1034	10000	1370

Cuando se llegue a la cota 146.50 msnm que corresponde a la cresta del vertedero, el nivel de agua continuará subiendo y las excedencias pasaran sobre vertedero de manera que será necesario

controlar la carga de agua mediante la apertura de la compuerta de fondo de lo contrario el agua llegará a la corona y rebosará por los estribos pudiendo ocasionar daños importantes a la presa.

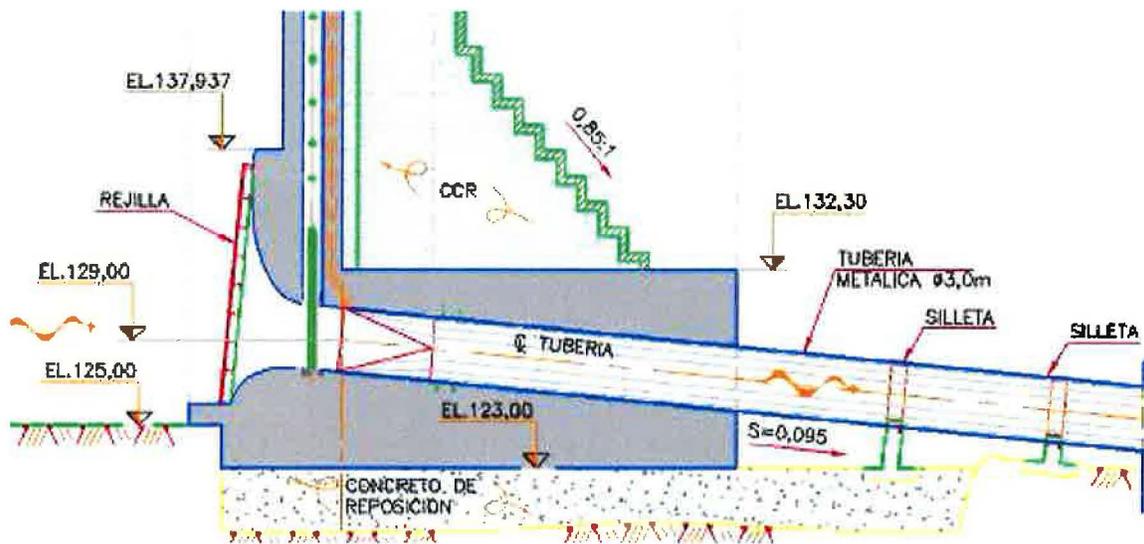
3. OBRA DE TOMA

3.1 Información preliminar

La obra de toma se encuentra en el margen derecho de la presa, alcanza la elevación del canal de entrada en la cota 125 msnm y 129 msnm en el eje del conducto. Contiene dos vanos, cada uno de ellos aloja una compuerta de tipo rodante operada con servomotor.

El abocinamiento permite la colocación de rejillas planas proporcionando el área necesaria para mantener velocidades moderadas a través de las rejillas para el caudal de diseño de una unidad el cual es de 24.40 m³/s. Las pérdidas de carga producidas por rozamiento entre el flujo y las paredes del conducto de acero (de 3.00 m de diámetro) es de 1.43 m. El arreglo geométrico de la obra de toma se muestra en la siguiente figura.

Figura N° 1 – Arreglo de la obra de toma



3.2 Política de operación, compuerta de la obra de toma

Para establecer la política de operación de las compuertas de obra de toma se debe considerar lo siguiente:

a) Dos turbinas generadoras en operación

Bajo esta condición se encuentra cada válvula de mariposa y cada compuerta de obra de toma de cada unidad, en posición totalmente abierta.

b) Una unidad en operación y la otra en reposo

Una unidad se encuentra en operación mantiene su válvula de mariposa y su compuerta de obra de toma totalmente abierta.

Para la unidad que se encuentra en reposo, se mantiene la válvula mariposa en la posición cerrada y la compuerta de obra de toma en posición abierta. En este caso se debe analizar cuál es la causa que origina que la unidad se encuentre en reposo, ya que puede ser transitorio debido a una falla o a otra situación diferente que origina que se hagan cambios en la posición de la compuerta de toma.

Las compuertas de obra de toma son compuertas de mantenimiento, para el caso que se requiera algún mantenimiento a la conducción estas deben ser cerradas. En casos como mantenimiento a la turbina se deben operar las válvulas mariposa y en rechazos de carga se deberá solo operar el regulador.

c) Dos unidades en reposo y unidad de caudal ecológico en operación

Bajo esta condición la válvula de mariposa de cada unidad se mantiene en posición totalmente cerrada y las compuertas de obra de toma de cada unidad en posición abierta, pero dependiendo de la causa que origina el paro de las turbinas las compuertas de obra de tomas se pueden mantener en posición cerrada.

Si se requiere opera la turbina auxiliar del caudal ecológico la compuerta de la Unidad 2 debe estar totalmente abierta y la válvula mariposa de la Unidad 2 debe estar totalmente cerrada.

4. TUBERÍA DE PRESIÓN

Cuando se presenta la condición de efectuar la revisión o mantenimiento de una turbina de presión, la unidad generadora correspondiente, debe mantener la compuerta de obra de toma totalmente cerrada, BLOQUEANDO MANUALMENTE EL SISTEMA OPERATIVO Y SIN ALIMENTACIÓN ELECTRICA. En esta condición se puede aprovechar para dar mantenimiento a la unidad generadora.

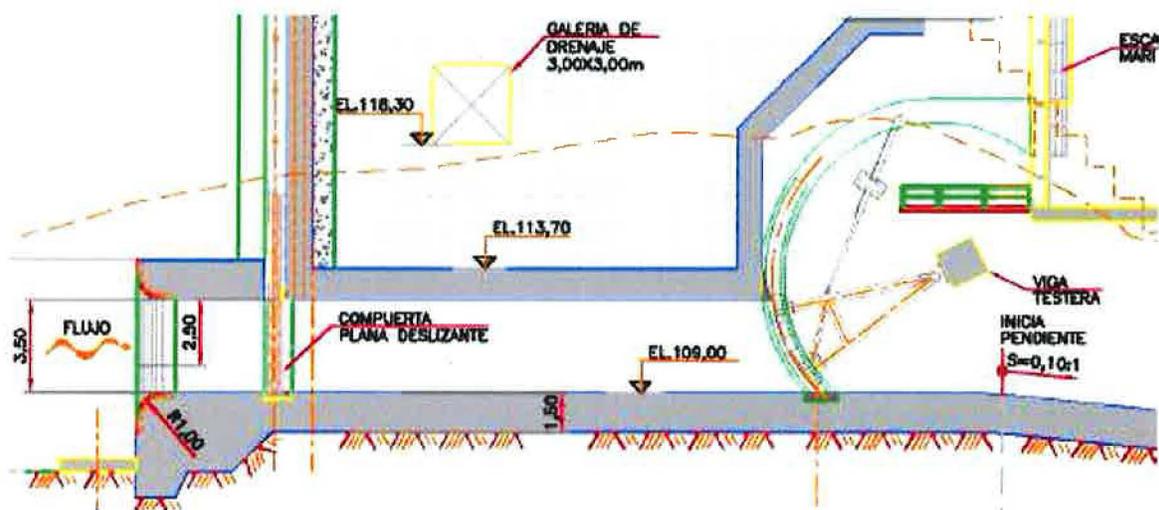
4.1 Llenado de la tubería de presión

Debido a que las compuertas de la obra de toma no cuentan con by-pass, cuando se disponga a vaciar la tubería para revisión y mantenimiento de esta manera se deberá realizar a través de la compuerta rodante, el cual deberá aperturas solo unos centímetros (10 a 15 cm), esta condición impondrá un vaciado lento dando oportunidad a desplazar al aire en la tubería a subir hasta el conducto de aireación y escapar por dicho ducto. En otro documento se presentarán las recomendaciones para el llenado de las turbinas.

5. DESCARGA DE FONDO

La descarga de fondo se ubica en la cota 109.00 msnm y descarga en un canal de 3.50 m de ancho y pendiente $S = 0.1$. En el sentido del flujo al frente de la cortina, tiene una compuerta del tipo deslizante operada por servomotor que se localiza en la plataforma de operación a la elevación 152.50 msnm. En la terminal del conducto tiene una compuerta radial como se aprecia en la siguiente figura.

Figura N° 2 – Arreglo del descargador de fondo



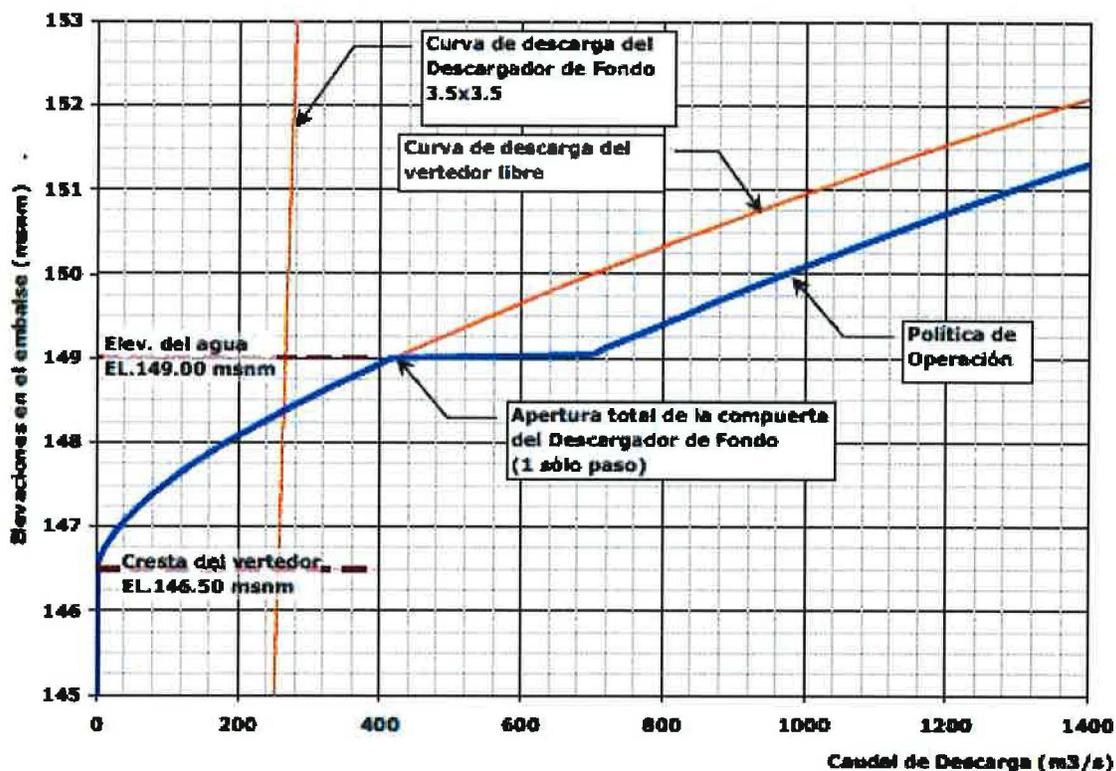
5.1 Política de operación de compuertas de descarga de fondo

El descargador de fondo posee múltiples funciones entre ellas están:

- Contribuir a la descarga ante el paso de una crecida extraordinaria.
- Extraer el azolve que se acumula en le embalse durante el tiempo de operación del mismo. Se necesita monitorear el grado de acumulación de los sedimentos que se depositan en los alrededores de la bocatoma para realizar las aperturas de las compuertas e iniciar el desazolve del embalse.
- Permitir el vaciado del embalse (para la revisión de algún elemento que integra la presa)

Se deberá monitorear el embalse durante un evento de excedencia al alcanzará la elevación 149.00 msnm, la compuerta del descargador de fondo se operará abriendo completamente la misma, la política de operación de la compuerta se muestra en la imagen siguiente:

Gráfico N° 3 – Política de operación de la compuerta del descargador de fondo



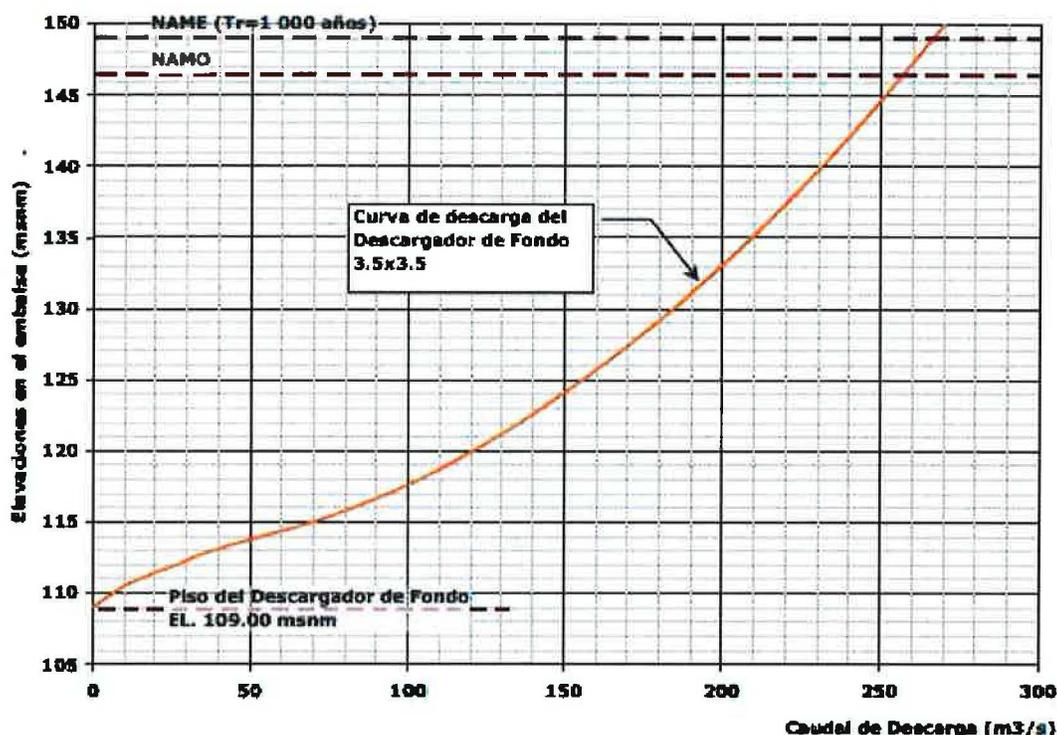
En el cuadro N°2 se presenta el caudal de descarga donde a medida que el nivel de agua incrementa en el embalse se hace necesario abrir la compuerta gradualmente para mantener los niveles de seguridad.

Cuadro N° 2 – Política de operación de compuerta de fondo

Elevación del embalse (msnm)	Descarga (m³/s)	Elevación del embalse	Descarga
109.00	0.00	149.50	1098.79
146.50	0.00	150.00	1248.91
146.55	0.97	150.50	1405.60
146.60	2.76	151.00	1571.31
146.70	7.90	151.50	1745.37
146.80	14.69	152.00	1927.22
146.90	22.88	152.50	2116.36
147.00	32.32	153.00	2312.36
147.50	95.77	153.50	2514.83
148.00	182.55	154.00	2723.41
148.50	289.43	154.50	2937.79
149.00	414.11	155.00	3157.67

En la siguiente gráfica se muestra la representación del comportamiento de descarga por la apertura de la descarga de fondo.

Gráfico N° 4 - Curva de descarga del desagüe de fondo



Restricciones operativas:

- La compuerta de descarga de fondo no podrá funcionar, en tanto el vertedor no funcione e inclusive cuando la carga sobre el vertedor sea de 2.5 m.
- Dado el poco margen de maniobras que se pudieran realizar entre el Nivel Máximo de Operación Normal (NMON o NAMO) y el Nivel Máximo de Operación Extraordinaria (NMOE o NAME), proponer el menor número de maniobras.
- Se deberá evitar el constante funcionamiento de la descarga de fondo para el desalojo de crecidas, este sistema solo se empleará para complementar la capacidad requerida. Se espera que el vertedero alcance hasta un 83% de su capacidad, antes de abrir la descarga de fondo. En el siguiente cuadro se presenta la política de operación de esta compuerta.

a) Procedimiento para la apertura de las compuertas

En caso de que sea necesario realizar la apertura de la compuerta radial, será necesario operar primero la compuerta deslizante, con el siguiente procedimiento.

1. Se abre parcialmente unos centímetros (10 cm) la compuerta deslizante para llenar el conducto hasta la compuerta radial.

2. Se espera el tiempo suficiente para garantizar que el conducto esté lleno, en ese momento las presiones se habrán equilibrado.
3. Una vez equilibradas las presiones se abre totalmente la compuerta deslizante. Lo cual se realizará con poco esfuerzo.
4. Cuando se ha terminado la apertura total de la compuerta deslizante se procede a la apertura de la compuerta radial y se mantiene abierta durante el tiempo previsto o necesario.
5. Para realizar el cierre se procede a la inversa del proceso de apertura.

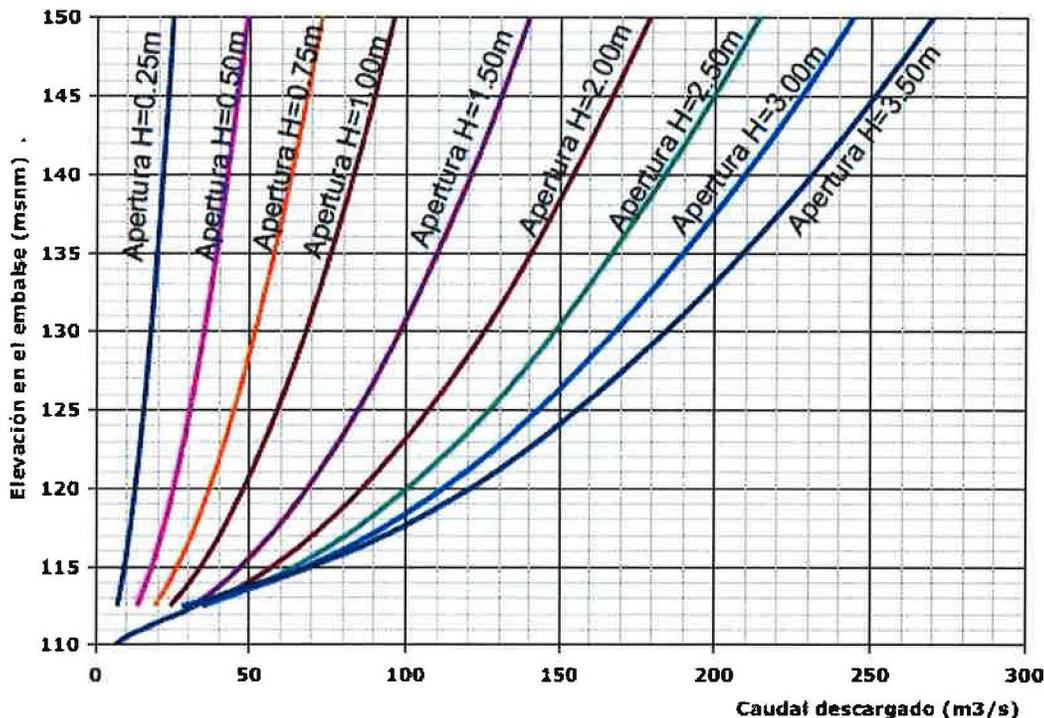
5.2 Curvas de descarga para diferentes aperturas y niveles en el embalse

El descargador de fondo es una estructura que cumple con distintos propósitos, el paso de las crecidas y si el nivel en el embalse es alto, la compuerta se abrirá completamente en un solo paso (una sola maniobra), pero es posible que se quiera descargar un caudal previamente definido, en este caso en el embalse deberá tomarse como un valor constante dejando una variable que es la apertura de la compuerta.

Por las razones expuestas, en la gráfica N°5 se presenta una relación de los caudales descargados dependiendo de la elevación en el embalse y de la apertura en la compuerta, las curvas muestran aperturas a cada 25 cm en el primer metro de recorrido, posteriormente se muestran a cada 50 cm.

Para aperturas distintas a las mostradas en la siguiente gráfica, es posible interpolar, el valor resultante si bien no es exacto tendrá una muy buena aproximación, de esta manera puede determinar el caudal de salida que se desee, o de manera inversa, conociendo el caudal que se quiere desalojar y el nivel del embalse, operar la compuerta para cierta apertura.

Gráfico N° 5 – Curva de descarga para diferentes aperturas y niveles en el embalse



6. DESFOGUE DE LAS TURBINAS

Las compuertas de desfogue de las turbinas serán operadas con un malacate monorraíl, en el SCADA debe estar indicado si la compuerta está totalmente abierta o totalmente cerrada.

6.1 Dos unidades generadoras principales en operación

Bajo esta condición, las dos compuertas de descarga de la turbina deberán estar totalmente abiertas y la compuerta de la unidad de caudal ecológico deberá permanecer totalmente cerrada.

6.2 Una unidad en operación y una en reposo

Para la unidad en reposo esta condición solo se debe dar cuando se requiere realizar un mantenimiento o exista alguna falla en la turbina y sea necesario desocupar la unidad. Para desocupar unidad la válvula mariposa deberá permanecer igualmente totalmente cerrada.

6.3 Dos unidades en reposo y unidad de caudal ecológico en operación

Las dos unidades principales deberán estar con la compuerta de descarga de la turbina totalmente cerrada y la compuerta de descarga de la unidad auxiliar del caudal ecológico deberá estar totalmente abierta.

7. MANIPULACIÓN DE COMPUERTAS RESPECTO A LA ELEVACIÓN DEL EMBALSE

Las compuertas deberán manipularse preferiblemente respecto al nivel en el embalse, la siguiente tabla es sólo una guía de las maniobras, por lo que la toma de decisión dependerá de los criterios aquí establecidos y de la habilidad y experiencia del operador.

Cuadro N° 3 - Operación de compuertas respecto a los niveles de embalse

Elevación del Embalse (msnm)	Compuertas		Operación
	Descarga de Fondo	Obra de Toma	
102.00	Cerrada	Cerrada	Llenado del embalse
109.00	Cerrada	Cerrada	Llenado del embalse
115.00	Cerrada	Cerrada	Llenado del embalse
115.10	Abierta H=7.5 cm	Cerrada	Llenado del embalse +Q ecológico
120.00	Abierta H=4.0 cm	Cerrada	Llenado del embalse +Q ecológico
127.50	Abierta H=4.0 cm	Cerrada	Llenado del embalse +Q ecológico
131.00	Abierta H=4.0 cm	Abierta H=10 cm	Llenado del embalse +Q ecológico + Llenado de tubería
143.00	Abierta H=4.0 cm	Cerrada	NAMINO GENERACIÓN
143.10	Cerrado	Cerrada	NAMINO, GENERACIÓN
146.50	Cerrado	Cerrada	GENERACIÓN, NAMO
147.00	Cerrado	Cerrada	Descarga por vertedor libre, Q=32.46 m ³ /s
148.00	Cerrado	Cerrada	Descarga por el vertedero libre, Q=184.14 m ³ /s
149.00	Cerrado	Cerrada	Descarga por vertedero libre, Q=418.10 m ³ /s
149.05	Abierto H=3.5 cm	Cerrada	Descarga conjunta Vertedor Libre+Descarga de fondo
>149.50	Abierto H=3.5 cm	Abierta	Descarga conjunta Vertedor Libre+Descarga de fondo

8. MANIPULACIÓN DE COMPUERTAS RESPECTO A LA ELEVACIÓN DEL EMBALSE

La política de operación del embalse describe un conjunto de reglas que definen la forma de operar el almacenamiento y puede ser representado de manera gráfica que indica el volumen o caudal a extraer en ciertas estaciones, condicionando a la situación que presenta el almacenamiento.

Tomando en cuenta el ciclo hidrológico de la República de Panamá presenta claramente definidas dos épocas, la de estiaje y la de crecidas, en este sentido es importante ocupar todo el recurso

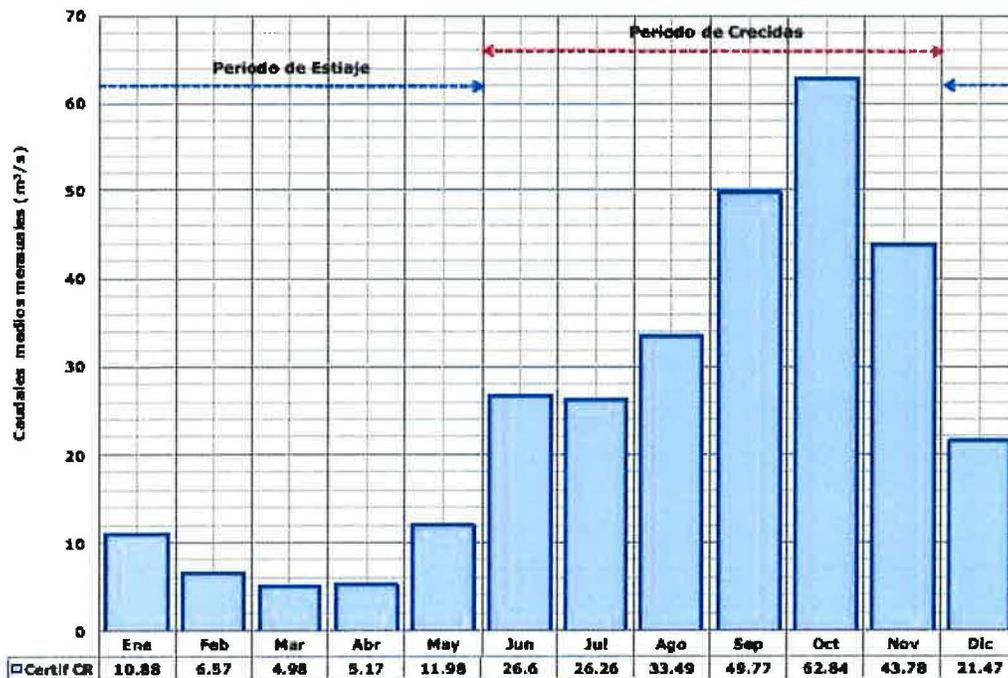
cuando se tiene (crecidas) y dosificarlo cuando escasea (estiaje). Basado en lo anterior se deberán seguir las siguientes reglas para el manejo del embalse de Las Cruces:

Cuadro N° 4 – Reglas para la operación del embalse

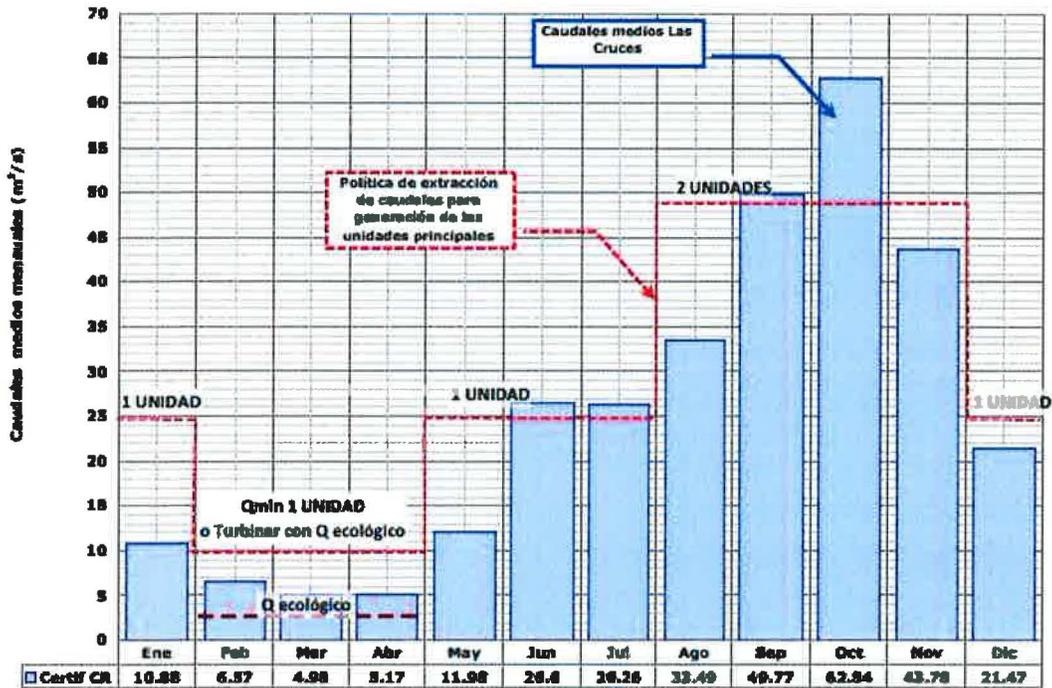
Estación	Unidades operando und.	Caudal m ³ /s
Lluviosa	2	48.80
Seca a Lluviosa	1	24.40
Lluviosa a Seca	1	24.40
Seca	1	Q _{mín.} = 9.76

Si el caudal llegase a ser inferior al caudal mínimo no se podrá operar los equipos de generación, entraría en operación en este caso la turbina auxiliar con el caudal ecológico. (ver gráficos 6 y 7)

Gráfica N° 6 – Norma de operación del embalse en función del ciclo hidrológico



Gráfica N° 7 – Política de operación de las unidades generadoras en función del ciclo hidrológico



9. TRÁNSITO DE AVENIDA

Con la siguiente ecuación de continuidad se llevó a cabo el análisis del tránsito de avenidas:

$$I - O = \frac{dV}{dt}$$

I = Caudal de entrada del vaso

O = Caudal de salida del vaso

dv/dt = Variación del volumen almacenado en el tiempo

En la Gráfica N° 8, se presenta el tránsito de avenida para verificar el comportamiento del embalse durante el paso de la crecida de diseño y la política para la operación de la compuerta de fondo.

Gráfico N° 8 - Resultados del tránsito de crecida de diseño

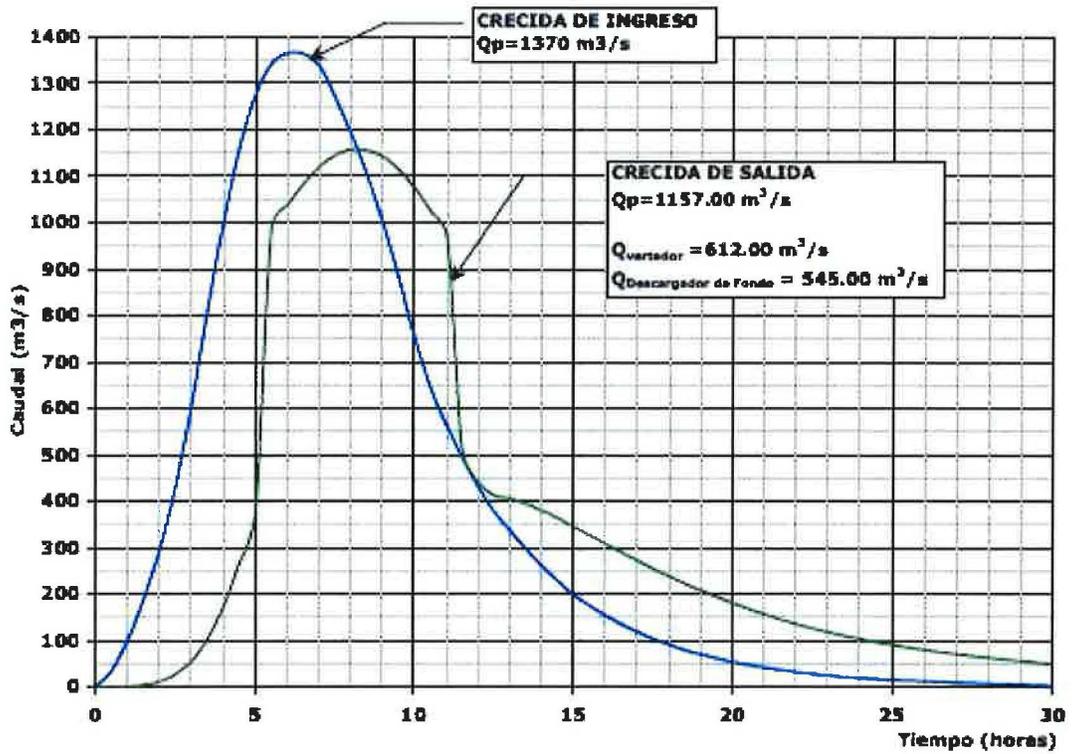
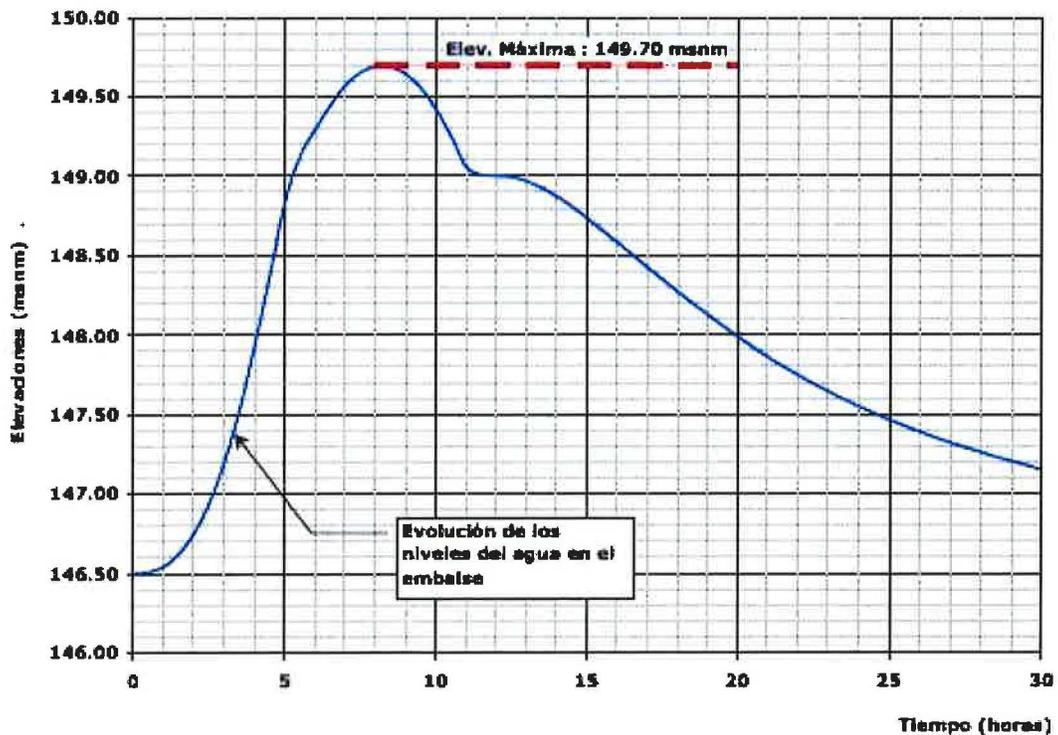


Gráfico N° 9 - Evolución de los niveles en el embalse de la CH Las Cruces



También se hizo el transito de crecidas para diferentes periodos de retorno obteniéndose una grafica donde se relaciona el nivel que alcanza en el embalse una vez se transita las diferentes crecidas.

Gráfico N° 10 – Niveles en el embalse para crecidas con diferentes periodos de retorno

