

HIDROPIEDRA S.A.
CENTRAL HIDROELÉCTRICA BOCALATÚN

PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS

PADE

Mayo 2013

Preparado por:

Jordi Mestres

DHI, SL

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BOCALATÚN PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA (PADE)

Contenido

1. DISPOSICIONES GENERALES.....	1
1.1. Propósito	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BOCALATÚN.....	2
2.1. Esquema de la central	3
2.2. Descripción de las estructuras.....	6
3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO	8
3.1. Hidrología	8
3.2. Sísmico y aceleración pico.....	10
4. DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA DE CRECIDA.....	12
4.1. Desarrollo de la falla.....	13
4.2. Estudios de afectación de Ribera de Embalse y Valle.	15
4.3. Vinculación con el sistema de Protección Civil	17
4.4. Simulacros de Emergencia	17
4.5. Sistema de Alerta Hidrológico	17
5. SITUACIONES DE EMERGENCIA.....	19
5.1. Identificación de las emergencias	19
5.2. Tipos de alerta	20
5.3. Evaluación de las emergencias.....	22
5.4. Conclusión de la amenaza de falla	23
6. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE	24
6.1. Responsabilidades del dueño.....	24
6.2. Responsabilidades de notificación	24
6.3. Responsabilidades de evacuación.....	25
6.4. Responsabilidades de terminación y seguimiento.....	25
6.5. Responsabilidad de coordinador del PADE	25
7. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA.....	26
7.1. Paso 1: Detección del evento	26
7.2. Paso 2: Determinación del nivel de emergencia	27

7.3. Paso 3: Niveles de comunicación y notificación.....	29
7.4. Paso 4: Acciones durante la emergencia.....	36
7.5. Paso 5: Terminación	38
8. MAPA DE INUNDACIÓN.....	39
8.1. Análisis hidráulico.....	40
8.2. Resultados	40
8.3. Mapas de inundación	40
8.4. Descripción de la zona potencialmente inundable	41
8.5. Recomendaciones para el plan de emergencia.....	41

ANEXO A: PLANOS DE PRESA Y ESTRUCTURAS

ANEXO B: FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS

ANEXO C: MAPAS DE INUNDACION

ANEXO D: LISTA ALTERNATIVA DE CONTACTOS EN CASO DE EMERGENCIAS

ANEXO E: DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS DE HECRAS

ABREVIATURAS

ASEP	Autoridad de los Servicios Públicos
CH	Central Hidroeléctrica
CND	Centro Nacional de Despacho
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
HIDROMET	Departamento de Hidrometeorología de ETESA
FEMA U.S.	Federal Emergency Management Agency
FERC	Federal Energy Regulatory Commission
FS	Factor de Seguridad
GIS	Sistema de Información Geográfica (en Inglés)
ICOLD	International Committee on Large Dams
L/T	Línea de Transmisión
NMON (NAMO)	Nivel Máximo de Operación Normal del Embalse
NMOE (NAME)	Nivel Máximo de Operación Extraordinaria del Embalse
NAMINO	Nivel Mínimo de Operación del Embalse
msnm	Metros Sobre el Nivel del Mar
PADE	Plan de Acción Durante Emergencias
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas de ASEP
IGNTG	Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
USACE	United States Army Corps of Engineers

UNIDADES

m	metros
mm	milímetros
Km	kilómetros
m ³ /s	metros cúbicos por segundo (caudal)
mmc	millones de metros cúbicos
Ha	Hectáreas
g	aceleración de la gravedad de la tierra (9.81 m/s ²)
MW	mega watts

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BOCALATÚN
PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA
(PADE)

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Propósito

El propósito de este Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) es definir responsabilidades y establecer procedimientos diseñados para identificar condiciones inusuales e improbables que pueden poner en peligro las instalaciones de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún, a tiempo para tomar acciones preventivas y notificar a las autoridades de gestión de emergencias sobre una posible falla de las presas, inminente o real.

En definitiva el propósito de este PADE es evaluar, clasificar, alertar y reducir el riesgo humano de pérdidas de vida y daños durante un evento inusual de emergencia en las presas del río Piedra y Macho de Monte de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BOCALATÚN

La Central Hidroeléctrica de Bocalatún está localizada en el río Piedra, en la provincia de Chiriquí, en el distrito de Boquerón, en los corregimientos de Paraíso y Guayabal, próximo a la comunidad de Bocalatún. La central aprovecha las aguas de los ríos Macho de Monte y Piedra mediante dos pequeñas presas.

El sitio de aprovechamiento de la central hidroeléctrica de Bocalatún se encuentra en la cuenca alta-media del río Piedra, perteneciente a la vertiente pacífica. Los límites geográficos del aprovechamiento son, al norte poblado de la Tumba y Guayabal, al sur poblado de Bocalatún, al este poblado de Macano Arriba y al oeste poblado de la Cuchilla. El acceso a la zona se hace desde la carretera Panamericana, entrando al norte por la vía a Boquerón, desviándose a la altura de la población de Bocalatún y Macano Arriba. Ver Figura N° 1.

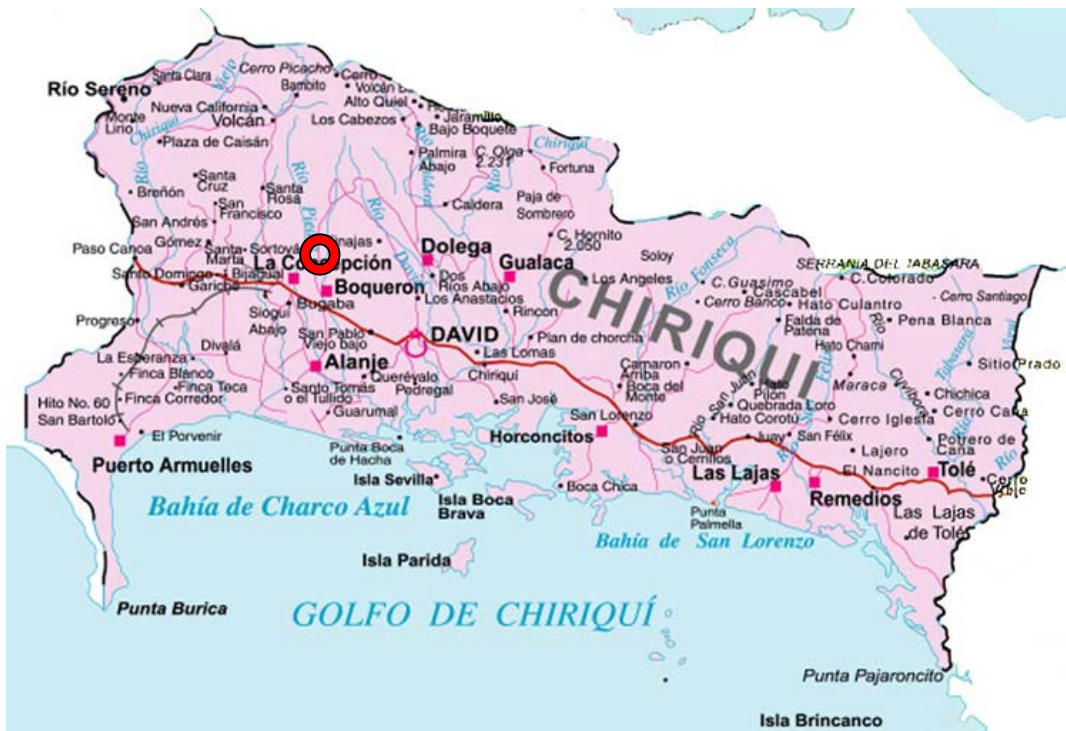


Figura N° 1

Ubicación de la central dentro de la provincia de Chiriquí.

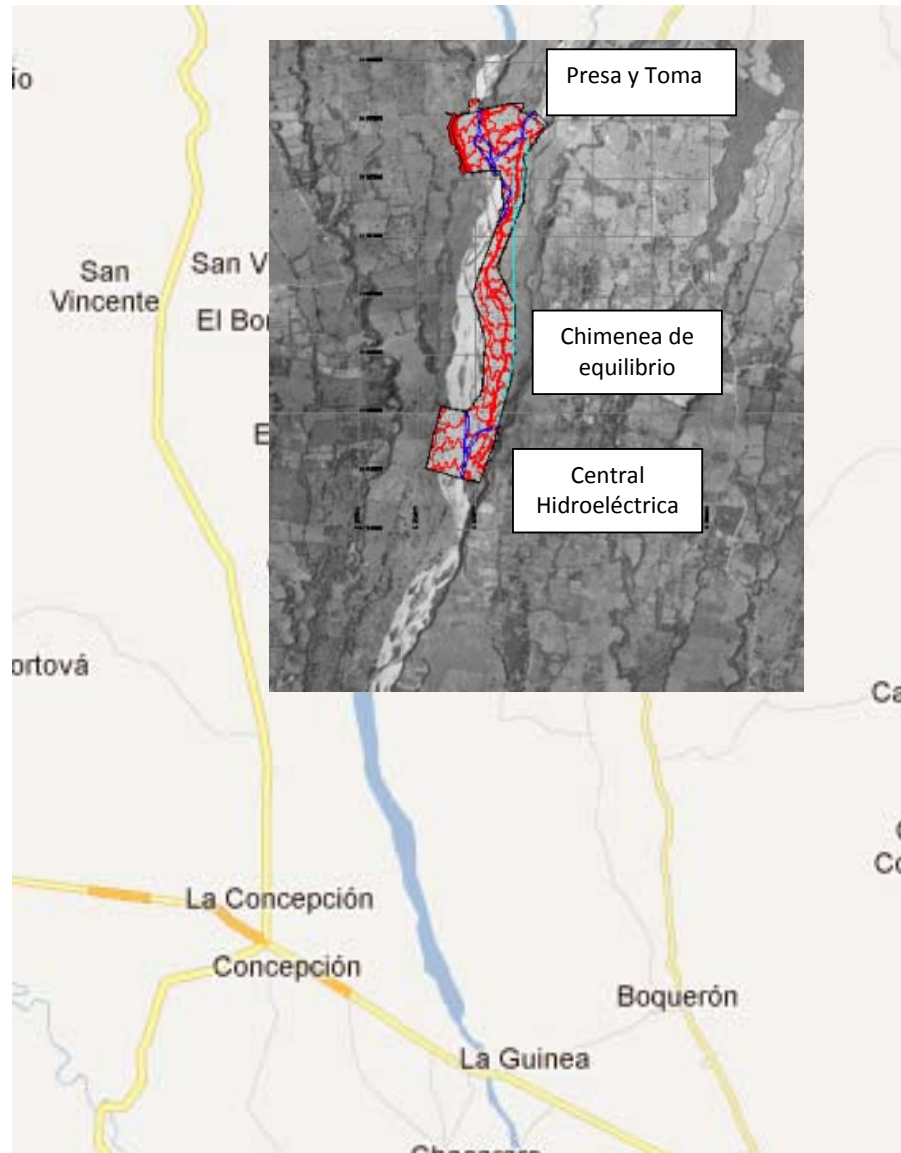


Figura N° 2

Localización de Estructuras

2.1. Esquema de la central

Para el desarrollo del aprovechamiento de la central hidroeléctrica de Bocalatún se ha escogido la modalidad de central fluyente o de pasada, aprovechando los caudales que circulan por los ríos Piedra y Macho de Monte mediante dos presas de derivación conectadas mediante un canal de trasvase. El conjunto se completa con una estructura de toma con un desarenador, cámara de carga, una tubería forzada, una casa de máquinas superficial, un canal de descarga, una subestación eléctrica y una línea de

interconexión eléctrica. Las obras de generación eléctrica se ubican en el margen izquierdo del río. En el Cuadro N° 1 se presentan los datos más relevantes de las instalaciones.

Tabla N° 1
Características de la Central Hidroeléctrica

Concepto	Unidad	Datos
CENTRAL		
Tipo		fluyente
Capacidad instalada	MW	9.947
Carga bruta	m	85.080
Carga neta	m	80.664
Caudal de diseño	m ³ /s	18.50
Generación media anual	GWh	36.55
PRESA RÍO PIEDRA		
Tipo		Gravedad
Altura máxima	m	11.25
Longitud coronación	m	207
Elevación coronación	msnm	504.250
Nivel Normal de Operación	msnm	501.500
Nivel Máximo Extraordinario	msnm	503.930
VERTEDERO RÍO PIEDRA		
Tipo		labio fijo
Longitud de la cresta	m	106.30
Estructura disipadora, tipo		Viga retención y enrocado
Elevación de la cresta	msnm	501.500
Capacidad de vertido	m ³ /s	974.44
Período de retorno	años	1,000
COMPUERTAS. DESAGÜE DE FONDO. RÍO PIEDRA		
Tipo		Planas, rodantes
Cantidad	c/u	2
Dimensiones (ancho/alto)	m	5 x 3.5
Elevación de Fondo Compuerta	msnm	498.000
Nivel Normal de Operación	msnm	501.500
PRESA RÍO MACHO DE MONTE		
Tipo		Gravedad
Altura máxima	m	12
Longitud coronación	m	231.144
Elevación coronación	msnm	506.500
Nivel Normal de Operación	msnm	503.500
Nivel Máximo Extraordinario	msnm	506.170
VERTEDERO RÍO MACHO DE MONTE		
Tipo		labio fijo
Longitud de la cresta	m	111.30
Estructura disipadora, tipo		Viga retención y enrocado

Elevación de la cresta	msnm	503.500
Capacidad de vertido	m ³ /s	1,151.45
Período de retorno	años	1,000
COMPUERTAS. DESAGÜE DE FONDO		
Tipo		Planas, rodantes
Cantidad	c/u	2
Dimensiones (ancho/alto)	m	5 x 3.5
Elevación de Fondo Compuerta	msnm	500.000
Nivel Normal de Operación	msnm	503.500
OBRA DE TOMA Y DESARENADOR		
Tipo de compuerta		Planas, rodante
Número de cuerpos y compuertas		1
Ancho de las compuertas	m	5
Altura de las compuertas	m	2
Capacidad total	m ³ /s	18.50
Velocidad neta a través de la reja	m/s	1
Dimensiones cada cuerpo		5
Nivel de fondo	msnm	494.500
Nivel de vertimiento a la tubería	msnm	492.200
CANAL DE TRASVASE		
Tipo		Concreto. Trapezoidal
Base	m	4
Altura	m	1.5
Talud		1:1
Longitud	m	121.972
Revestimiento		0.5 solera/0.3 taludes
Capacidad	m ³ /s	10.00
CÁMARA DE CARGA		
Tipo		Concreto reforzado
Área	m ²	126.000
Altura	m	10.6
nivel máximo agua	msnm	500.500
nivel mínimo agua	msnm	492.200
TUBERÍA FORZADA		
Tipo		PRFV
Diámetro	m	3.0
Longitud	m	2,527.922
Capacidad	m ³ /s	18.50
CASA DE MÁQUINAS		
Tipo		Superficial
Configuración		2 unidades
Dimensiones en plano	m x m	12.6 x 25.0
Altura	m	24.753
Cota acceso	msnm	425.500
EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS		
Tipo de turbinas		Francis eje vertical
Número de unidades		2
Velocidad de rotación	rpm	450

Potencia del generador	MVA	5.526
Potencia de la turbina	MW	5.127
Elev. del eje del distribuidor	msnm	415.500
Elev. del agua en la descarga	msnm	416.870
Caudal máximo por unidad	m ³ /s	9.25
EQUIPO ELÉCTRICO		
Transformador	MVA	2 x 8.5
Línea transmisión voltaje	kV	34.5
Distancia línea de transmisión	Km	10
Punto de interconexión		Subestación Boquerón III

2.2. Descripción de las estructuras

En el Anexo A se presentan los planos de las principales estructuras y un arreglo general de la obra. A continuación se describen en forma general.

1.- Presa del río Macho de Monte. Se genera un pequeño embalse en el río Macho de Monte mediante una presa de gravedad de 12 m de altura máxima sobre cimientos. Tiene un vertedero de labio fijo sin pilas intermedias. La única estructura de control que dispone son dos compuertas que realizan las funciones de desagüe de fondo y que no se operaran en caso de crecidas. Para disipar la energía vertida se ha dispuesto un enrocado atado mediante una viga de contención aguas abajo unida al cuerpo de presa mediante una serie de elementos de unión.

2.- Presa del río Piedra. De forma similar se genera un pequeño embalse en el río Piedra mediante una presa de gravedad de 11.25 m de altura máxima sobre cimientos. También dispone de un vertedero de labio fijo sin pilas intermedias. Dispone de dos estructuras de control. La toma, que describiremos más adelante y dos compuertas que realizan las funciones de desagüe de fondo y que no se operaran en caso de crecidas. Para disipar la energía vertida se utiliza la misma solución que en la otra presa.

3.- Canal de trasvase. Las aguas embalsadas en el río Macho de Monte se conducen mediante un canal de trasvase hasta el embalse del río Piedra. Se trata de un canal trapezoidal revestido de hormigón y con una capacidad de 10 m³/s.

Tiene una altura de 1.5 metros y una base de 4 metros con taludes 1:1. Su longitud total es de 121.972 metros.

4.- Estructura de toma y desarenador. Adosado a la presa del río Piedra, en el estribo izquierdo, se encuentra la toma, en ángulo recto don la presa. La toma consiste en un canal de toma, un desarenador, una cámara de concreto reforzado con una ventana de captación con rejillas de acero y limpia rejas. La toma conecta con la tubería forzada.

5.- Tubería forzada. Se trata de una tubería telescópica de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Se inicia con un diámetro de 3 metros para terminar con un diámetro de 2.6 metros. Su longitud total es de 2,527 metros y dispone de una chimenea de equilibrio para compensar el golpe de ariete, así como un paso superior por el barranco del Brazo Prieto.

6.- Casa de Máquinas. La casa de máquinas es superficial, de concreto reforzado en las zonas enterradas y de estructura metálica en la parte por encima del terreno y la cubierta. Las dimensiones son de 25 metros de largo por 12,6 metros de ancho y una altura total de 24.75 metros. La cota del distribuidor es la 415.500 msnm y a cota de acceso es la 425.500 msnm. En la casa de máquinas se han instalado dos unidades de generación Francis de eje vertical de 5 MW cada una.

7.- Canal de descarga. Un canal trapezoidal descarga las aguas de la casa de máquinas al río Piedra. Se trata de un canal revestido de hormigón.

3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1. Hidrología

Basado en el Método Regional de Análisis de Crecidas, el estudio hidrológico realizado para la Central de Bocalatún en julio de 2011 concluyó lo siguiente:

Río Macho de Monte

- El caudal medio interanual natural en el sitio de toma del río Macho de Monte es $8.71 \text{ m}^3/\text{s}$
- El caudal ecológico promedio anual es $0.871 \text{ m}^3/\text{s}$ es decir 10% del caudal promedio anual.
- La avenida correspondiente al desvío del río considerada durante el período de construcción corresponde con una avenida de 50 años de período de retorno, $735.90 \text{ m}^3/\text{s}$
- La avenida de proyecto, considerada como la de 100 años de período de retorno es de $816.50 \text{ m}^3/\text{s}$
- La avenida extrema de verificación, considerada como la de 1,000 años de período de retorno es de $1,150.00 \text{ m}^3/\text{s}$
- La avenida de 10,000 años de período de retorno es de $1,401.72 \text{ m}^3/\text{s}$
- Dado el diseño de la presa derivadora está resuelto el problema de acumulación de sedimentos.

Río Piedra

- El caudal medio interanual natural en el sitio de toma del río Macho de Monte es $6.54 \text{ m}^3/\text{s}$
- El caudal ecológico promedio anual es $0.654 \text{ m}^3/\text{s}$ es decir 10% del caudal promedio anual.
- La avenida correspondiente al desvío del río considerada durante el período de construcción corresponde con una avenida de 50 años de período de retorno, $631.03 \text{ m}^3/\text{s}$
- La avenida de proyecto, considerada como la de 100 años de período de retorno es de $700.14 \text{ m}^3/\text{s}$

- La avenida extrema de verificación, considerada como la de 1,000 años de período de retorno es de 950.00 m³/s
- La avenida de 10,000 años de período de retorno es de 1,201.96 m³/s
- Dado el diseño de la presa derivadora está resuelto el problema de acumulación de sedimentos.

La Gerencia de Hidrometeorología de ETESA en el año 2008 realizó una actualización del Análisis Regional de Crecidas Máximas, realizado en el año 1986, por profesionales del departamento de Hidrometeorología del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, IRHE. Todo este trabajo quedó recogido en el *Resumen Técnico. Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971.2006*, publicado en septiembre de 2008. Lo dispuesto en este documento es lo que se ha seguido para la elaboración de la Tabla N°2.

Tabla N° 2
CAUDALES DE AVENIDA SEGÚN PERÍODOS DE RETORNO

Sitio de Interés	Área de drenaje (km ²)	Caudales de Avenidas según periodos de retorno (m ³ /s)							
		2 Años	5 Años	10 Años	20 Años	50 Años	100 Años	1,000 Años	10,000 Años
Toma río Piedra	67.66	279.46	390.64	465.76	534.87	631.03	700.14	943.54	1201.96
Toma río Macho de Monte	87.80	325.90	455.56	543.17	623.77	735.90	816.50	1,100.35	1,401.72
Casa de Máquinas río Piedra	157.06	459.31	642.04	765.51	879.11	1,037.15	1,150.74	1,550.78	1,975.52

Los caudales calculados con el Método Regional de Crecidas Máximas, dentro de la zona 4, en cuencas que están en la parte alta, colindando con la cordillera central, tienen un comportamiento distinto a las otras regiones, por lo que los resultados obtenidos son sobreestimados.

Parámetros de Diseño para Determinar la Elevación de las Crestas de las Presas del río Macho de Monte y del río Piedra:

La superficie de agua del embalse de Macho de Monte está regida por la cota del vertedero (503.500) al igual que en el caso del embalse del río Piedra (501.500) que son los respectivos niveles de operación máximo normal.

3.2. Sísmico y aceleración pico

El inciso 4.1.4.1 del Reglamento para Diseño Estructural de la República de Panamá (REP 2004) establece que la aceleración pico efectiva, puede determinarse con la tabla 4.1.4.1. mostrada a continuación

Tabla N° 3. Reglamento para Diseño Estructural
de la República de Panamá

Tabla 4.1.4.1 del REP 2004 Coeficientes de Aceleración Pico Efectiva					
Ciudad	A _s	A _v	Ciudad	A _s	A _v
Aguadulce	0.14	0.14	El Real	0.22	0.27
Aligandi	0.19	0.19	El Valle	0.12	0.14
Almirante	0.21	0.22	Jaqué	0.22	0.28
Bocas del Toro	0.21	0.21	La Palma	0.21	0.27
Boquete	0.18	0.20	Las Tablas	0.17	0.20
Changuinola	0.24	0.28	Panamá	0.15	0.20
Chepo	0.20	0.28	Penonomé	0.11	0.14
Chiriquí Grande	0.18	0.20	Portobelo	0.17	0.19
Chitré	0.15	0.15	Puerto Armuelles	0.25	0.34
Chorrera	0.13	0.15	Puerto Obaldía	0.21	0.22
Colón	0.15	0.20	Santiago	0.15	0.18
Concepción	0.22	0.28	Soná	0.17	0.19
Coronado	0.12	0.15	Tonosí	0.20	0.20
David	0.21	0.27			

En el estudio geológico del proyecto se determinan los sismos correspondientes a distintos períodos de retorno. La legislación establece el Sismo de Operación Normal (SON) al correspondiente con un período de retorno de 50 años. En el proyecto se ha utilizado el correspondiente a 100 años de período de retorno.

Para el establecimiento del Sismo Máximo de Verificación se ha establecido el correspondiente a 1,000 años de período de retorno.

Presentamos a continuación una tabla que recoge estos valores. Las dos primeras columnas se han extraído del anejo geológico geotécnico del proyecto, mientras que el resto de columnas se han calculado para elaborar la tabla.

Tabla N° 4. Relación de aceleraciones sísmicas y
Períodos de retorno en RP-490

Nivel de amenaza	Aceleración Máxima m/s^2	Periodo de retorno años	Relación con g	
0.100	1.42877	10	0.15	
0.020	2.50779	50	0.26	
0.010	3.06974	100	0.31	SON
0.004	4.01033	250	0.41	
0.002	4.84029	500	0.49	
0.001	5.73402	1000	0.58	SMV

Para valorar las acciones sísmicas verticales, se utilizara el aporte correspondiente al 50% de la componente horizontal.

4. DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA DE CRECIDA

Los embalses generados en los ríos Macho de Monte y Piedra son pequeños. Sus volúmenes se han obtenido de superficializar la topografía disponible y conseguir una curva de embalse. En el caso de la presa en el río Macho de Monte se trata de 47,500 m³ mientras que en el caso de la presa en el río Piedra se trata de 13,075 m³, considerando en ambos casos el nivel máximo normal.

Las presas consisten en presas de gravedad con vertedero de labio fijo que permiten el paso de las avenidas por encima sin gestión de compuertas. La falla repentina de alguna de las presas produciría la salida del agua del embalse en un pequeño lapso de tiempo. El tiempo de la falla de una presa depende del tipo de presa y las características geométricas de los taludes. En CH Bocalatún hay dos estructuras, ambas con características similares.

Las agencias federales de los Estados Unidos han publicado guías sobre la forma y los posibles rangos de valores para el ancho de la grieta y el tiempo de desarrollo de las fallas. La tabla N° 5 muestra un resumen de estos valores.

Tabla N° 5
Rango de Posibles Valores de las Características de la Falla

Tipo de Presa	Ancho Promedio de la Grieta B _{ave}	Componente Horizontal de la Grieta (H) H:1V	Tiempo de Falla tf (hrs)	Agencia
Tierra/ Enrocado	(0.5 a 3.0) x HD	0 a 1.0	0.5 a 4.0	USACE (1)
	(1.0 a 5.0) x HD	0 a 1.0	0.1 a 1.0	FERC (2)
	(2.0 a 5.0) x HD	0 a 1.0 (ligeramente mayor)	0.1 a 1.0	NWS (3)
Concreto Gravedad	Múltiples bloques	Vertical	0.1 a 0.5	USACE(1)
	Usualmente ≤0.5 L	Vertical	0.1 a 0.3	FERC(2)
	Usualmente ≤0.5 L	Vertical	0.1 a 0.2	NWS

Donde: HD = Altura de la presa
L = Largo de la cresta

(1) U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, "Flood Emergency Plans – Guidelines for Corps Dams," RD-13, June 1980.

(2) FERC (1988), USA Federal Regulatory Commission – Notice of Revised Emergency Action Plan Guidelines, February 22, 1988.

(3) Fread, D.L., ASDSO Advanced Technical Seminar, "Dam Failure Analysis," 2006.

Tomando como valor conservador el menor tiempo para el desarrollo de la grieta de la Tabla N° 5, 0.1 horas (6 minutos ó 360 segundos) resultaría que el caudal generado por esta falla sería de:

$$\begin{aligned} Q_{\text{falla}} &= (47,500 \text{ m}^3)/360 \text{ s} & Q_{\text{falla}} &= (13,075 \text{ m}^3)/360 \text{ s} \\ Q_{\text{falla}} &= 131.95 \text{ m}^3/\text{seg} & Q_{\text{falla}} &= 36.32 \text{ m}^3/\text{seg} \end{aligned}$$

Si tomamos en consideración lo recogido en la Tabla N° 2, donde pueden encontrarse los caudales vinculados a distintos períodos de retorno observaremos que los caudales generados por la rotura intempestiva de la presa son menores que los correspondientes a 1 año de período de retorno, muy por debajo de las máximas avenidas ordinarias.

Por tanto, los caudales vertidos al río Piedra, serían muy pequeños, en relación con los caudales de avenida, en los casos de:

- Colapso Estructural en Operación Normal [131.95 m³/s frente a 950 m³/s o 36.32 m³/s frente a 700 m³/s]
- Apertura Súbita de Compuertas [Caudales menores a 131.95 m³/s o 36.32 m³/s]
- Vaciado Controlado o Vaciado Rápido [Igual que en el caso anterior]
- Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias (incorpora muy poco caudal a la punta del hidrograma, si coincide)

Por este motivo se considera que todas las prescripciones realizadas en este documento en relación a las emergencias bajo avenidas ordinarias y extraordinarias son extrapolables al resto de casos, donde los requerimientos serán iguales o menores.

4.1. Desarrollo de la falla.

Las presas de gravedad de la CH de Bocalatún han sido diseñadas y construidas siguiendo normas internacionales que establecen factores de seguridad adecuados para el manejo de situaciones operacionales normales, inusuales y extremas. Las distintas condiciones de operación han sido combinadas para encontrar los esfuerzos críticos en la estructura y asegurar que serán resistidos con un adecuado margen de seguridad.

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

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

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

El operador de la presa debe estar preparado para identificar señales que indiquen el mal funcionamiento de la presa y poder determinar la gravedad de la situación de dar las alarmas respectivas. El operador debe constantemente inspeccionar las estructuras, detectar, registrar y comunicar al especialista de presas cualquier hecho anormal en la operación de la presa.

A continuación se listan algunas indicaciones que deben ser registradas y comunicadas durante las inspecciones:

AGUAS ABAJO DE LA PRESA

Depresiones en el terreno
Agujeros en el terreno
Filtraciones concentradas
Aparición de fuentes de agua
Humedades y filtraciones
Modificación de filtraciones

CONTACTO PRESA-CIMIENTO

Burbujeo
Filtraciones concentradas
Levantamiento del cimiento
Modificación de filtraciones
Turbidez de filtraciones
Agrietamiento y fisuras

CRESTA DE LA PRESA

Irregularidades superficiales
Fisuras
Pérdida de alineaciones
Agrietamiento profundo
Abertura de juntas

ESPEJO DE AGUA

Remolinos

LADERAS

Signos de deslizamiento

PARAMENTOS DE LA PRESA

Agrietamiento profundo
Filtraciones concentradas
Apertura de juntas

Tabla N° 6

Indicaciones a registrar durante las inspecciones

4.2. Estudios de afectación de Ribera de Embalse y Valle.

El diseño de las presas sobre los ríos Macho de Monte y Piedra no genera prácticamente embalse, ya que se trata de una central hidroeléctrica al filo de agua. Por tanto la superficie de embalse, y la ribera de embalse, son extremadamente pequeñas. Como parte de las tareas del PADE deben determinarse la afectación a la Ribera de Embalse y Valle. Para ello seguimos el índice facilitado por la Resolución AN-ELEC-3932.

- a) Por la ocurrencia de diferentes ondas de crecida.

Las ondas de crecida no se ven modificadas por la existencia de los embalses, dadas sus dimensiones. Por este motivo y considerando crecidas de cierta magnitud (por encima de 1 año de período de retorno) podemos asegurar que el

comportamiento del río es muy similar al comportamiento sin la existencia de las presas.

El estudio de la presa ya se ha analizado con anterioridad y se han establecido caudales de rotura, del lado de la seguridad, ya que es probable que parte de la presa no participe de la rotura.

La eventual rotura sin avenida de las presas no genera avenidas que afecten a poblaciones y únicamente afectan al cauce de los ríos Piedra y Macho de Monte.

b) Por Remanso Hidráulico

Al no existir volumen de embalse el comportamiento de las avenidas es prácticamente el mismo que en el estado natural. La única zona que sufre pequeñas modificaciones es la superficie de embalse y los estribos de la presa. Una zona pequeña, acotada y controlada en la explotación de la central.

c) Por probables usos de las estructuras de evacuación

El diseño de las presas se ha realizado suponiendo su colmatación. Las estructuras de desagüe están diseñadas considerando este aspecto. Las estructuras de evacuación de crecidas son de labio fijo, por lo que no deben ser operadas.

Las operaciones de limpieza generan modificaciones del nivel de embalse, que se compensan rápidamente, ya que el embalse está colmatado y es muy pequeño.

d) Por cambios en las funciones de la presa

Aunque se modifiquen los usos del embalse no se pueden modificar ni sus dimensiones ni su aterramiento sin obras de modificación muy considerables, por lo que las conclusiones aquí recogidas son estables en el tiempo.

e) Por transporte de sedimentos

Los ríos Piedra y Macho de Monte tienen una alta capacidad de transporte de sedimentos. Por este motivo se acorazaron los vertederos y toda la operación supone la colmatación de los embalses, como así ha sucedido.

f) Por inundación súbita

Una inundación generará los mismos efectos en el río que previo a la construcción de los embalses, excepto en la reducida área de los embalses y presa, donde puede suponerse un incremento de niveles de unos 5 metros con relación a la situación natural.

Las únicas áreas inundadas corresponden al lecho del río.

4.3. Vinculación con el sistema de Protección Civil

Dadas las particulares características de las presas se propone una reunión de coordinación con los responsables de Protección Civil de la zona para transmitirles el PADE, en especial los planos de inundación, y confirmar las actuaciones a realizar.

Recordamos que no hay afecciones y únicamente se afecta el lecho del río en los peores casos considerados.

4.4. Simulacros de Emergencia

Se propone la realización de un simulacro anual de emergencia. En concreto en todo aquello relacionado con las comunicaciones y gestiones de la emergencia.

Se consideran innecesarios los simulacros con la población afectada ya que no existe población afectada según los estudios realizados.

4.5. Sistema de Alerta Hidrológico

No se puede establecer un sistema de Alerta Hidrológico.

Para la operación de la central se consultan las previsiones meteorológicas en la región. Con estas previsiones meteorológicas es posible establecer un régimen aproximado de caudales en la central, pero no es posible establecer caudales de avenida.

El funcionamiento de los ríos Piedra y Macho de Monte dificulta la correlación entre niveles y lluvias, ya que tiene un comportamiento con muy poco retardo. Todas estas características dificultan enormemente el establecimiento de un sistema de Alerta Hidrológico.

Por ello se propone que sea un organismo superior, con acceso a los datos de lluvia en tiempo real, el que realice la previsión de caudales, ya que las instalaciones, por dimensiones y caudales equipados, no suponen en los casos de alerta hidrológica ninguna diferencia con el río en su estado natural.

5. SITUACIONES DE EMERGENCIA

5.1. Identificación de las emergencias

Las diversas situaciones de emergencia que pueden presentarse sobre las presas pueden ser identificadas como:

1. Vigilancia reforzada: Se detectaron circunstancias susceptibles de comprometer la integridad de la presa, en un plazo relativamente corto (algunas semanas)
 - a. Aportes hídricos excepcionales
 - b. Movimientos sísmicos con epicentro alejado de la zona de la presa
 - c. Cualquier otra anomalía que cumpla los criterios.
2. Preocupaciones serias: Se detectaron circunstancias que, con acciones, pueden impedir o mitigar la integridad de la presa. Se asume que se dispondría de algún tiempo antes de la falla con escape de agua de la presa.
 - a. Sismos que ocasionen daños
 - b. Valores anormales en los instrumentos de auscultación
 - c. Operación defectuosa de algún dispositivo de evacuación
 - d. Mala maniobra de un dispositivo de evacuación durante la maniobra
 - e. Aparición de nuevas grietas o desplazamientos en la presa
 - f. Deslizamientos en las laderas del embalse
 - g. Actos de vandalismo o sabotaje
3. Peligro inminente: La falla de la presa es inminente representando una situación incontrolable conduciendo a una falla. No se presume que haya tiempo de retardo para la falla o para evaluar y controlar la situación.
 - a. Sobrepaso real o presunción de que la presa va a ser sobrepasada por una crecida
 - b. Brecha con erogación incontrolada de agua
 - c. Progresivo ensanchamiento de grietas incontrolables a través de la presa
 - d. Inestabilidad o filtraciones con caudales crecientes a través de los estribos
4. Rotura constatada: La falla catastrófica de la presa ha ocurrido
 - a. Descenso brusco de los niveles de embalse
 - b. Incremento inexplicable de niveles en la presa de Piedregalito
 - c. Constatación visual

5.2. Tipos de alerta

La definición de la alerta es el punto de inicio del desarrollo de operaciones para afrontar la emergencia y para su manejo apropiado. Los tipos de alerta son:

Alerta Blanca

Causas:

Inicio de vertimiento de la presa, el nivel del embalse ha alcanzado la elevación 503.500 msnm (Macho de Monte) y/o 501.500 msnm (Piedra) y el sistema de alerta hidrológico indica que continúan las lluvias aguas arriba.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno de 0.1g o menor.

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

Alerta Verde

Causas:

El embalse se ha elevado por encima del nivel 505.500 msnm (Macho de Monte) y/o 503.250 msnm (Piedra). El sistema de alerta hidrológico indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.1g y 0.2g. Se han observado daños no estructurales en la presa.

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

Alerta amarilla

Causas:

El embalse se ha alcanzado el nivel 506.500 msnm (Macho de Monte) y/o 504.250 msnm (Piedra). El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo, que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.2g y 0.4g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales en la presa o filtraciones o desplazamientos.

Se ha iniciado una brecha en el cuerpo de la presa y se ha iniciado filtración por la misma.

Potencial deslizamiento de laderas en el embalse.

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

Han ocurrido actos significativos de vandalismo o sabotaje.

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

Alerta Roja

Causas:

El embalse se ha elevado por encima del nivel de la cresta y está vertiendo por arriba del nivel 506.500 msnm (Macho de Monte) y/o 504.250 msnm (Piedra). El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha sentido en la presa ó en sus proximidades un terremoto, que ha ocasionado una aceleración sísmica igual o mayor a 0.4g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales o grietas y filtraciones a presión.

La brecha ha aumentado y es inminente la falla.

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

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

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

5.3. Evaluación de las emergencias

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

Indicadores de nivel del embalse:

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

Indicadores de Actividad Sísmica:

- Verificación del evento mediante sistemas de respaldo.

Auscultación de la Instrumentación de la presa:

- Verificación del funcionamiento del sistema de recolección y análisis de los datos de la instrumentación de la presa.
- Verificación mediante lecturas directas de los instrumentos que han detectado la alarma.
- Verificación mediante vigilancia directa (cámaras de video).

Inspección a las estructuras:

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

5.4. Conclusión de la amenaza de falla

Una vez verificado, con razonable seguridad, que los indicadores que declararon la emergencia han desaparecido se podrá dar por terminada la amenaza de falla. En ese momento se determinará el final de la emergencia y el final del evento que lo desencadenó.

Cada emergencia será finalizada mediante un reporte elaborado por los responsables de la seguridad de las presas de la CH de Bocalatún.

6. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE

6.1. Responsabilidades del dueño

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

Hidropiedra SA 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.

6.2. Responsabilidades de notificación

El Alerta Blanca es declarado por la autoridad competente en el manejo del agua, quien tiene la responsabilidad de notificar la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a las autoridades locales para que inicien las operaciones previstas para cada caso.

El Alerta Verde es declarado por el Responsable Primario, Hidropiedra S.A., quién es responsable de notificar la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa tanto a los pobladores ubicados en el área cercana de seguridad definida en el Plan de Acción durante Emergencias (PADE), como al DESEP. Además Hidropiedra S.A. notificará a la autoridad competente en el manejo del agua, quien dará aviso y notificará la información recibida a los organismos competentes en la Protección Pública para que coordinen con las autoridades locales para poner en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

Para Alerta Amarilla, Hidropiedra, S.A. es responsable de notificar de la situación a la UTESEP que declara el Alerta Amarilla y notifica la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa tanto a la autoridad competente en el manejo del agua como a los organismos competentes en la protección pública quienes pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

Finalmente para Alerta Roja Hidropiedra, S.A. es responsable de notificar de la situación a los pobladores ubicados en el área cercana de seguridad definida en el PADE y a la UTESEP que declara el Alerta Roja y notifica a los organismos competentes en la protección pública quienes avisarán a las autoridades locales y pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

6.3. Responsabilidades de evacuación

SINAPROC, es el organismo responsable de hacer la evacuación de la población ubicada aguas abajo de la presa.

6.4. Responsabilidades de terminación y seguimiento

Hidropiedra SA es responsable por dar seguimiento, terminar y reportar los detalles relacionados a la emergencia.

6.5. Responsabilidad de coordinador del PADE

Hidropiedra SA, ha establecido como responsable para coordinar el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE), al Gerente de Operaciones; quien también tendrá como parte de sus obligaciones la implantación, mantenimiento y actualización de dicho plan.

7. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA

Durante el desarrollo de una emergencia en las presas de la CH de Bocalatún se tendrán en cuenta los siguientes pasos a seguir:

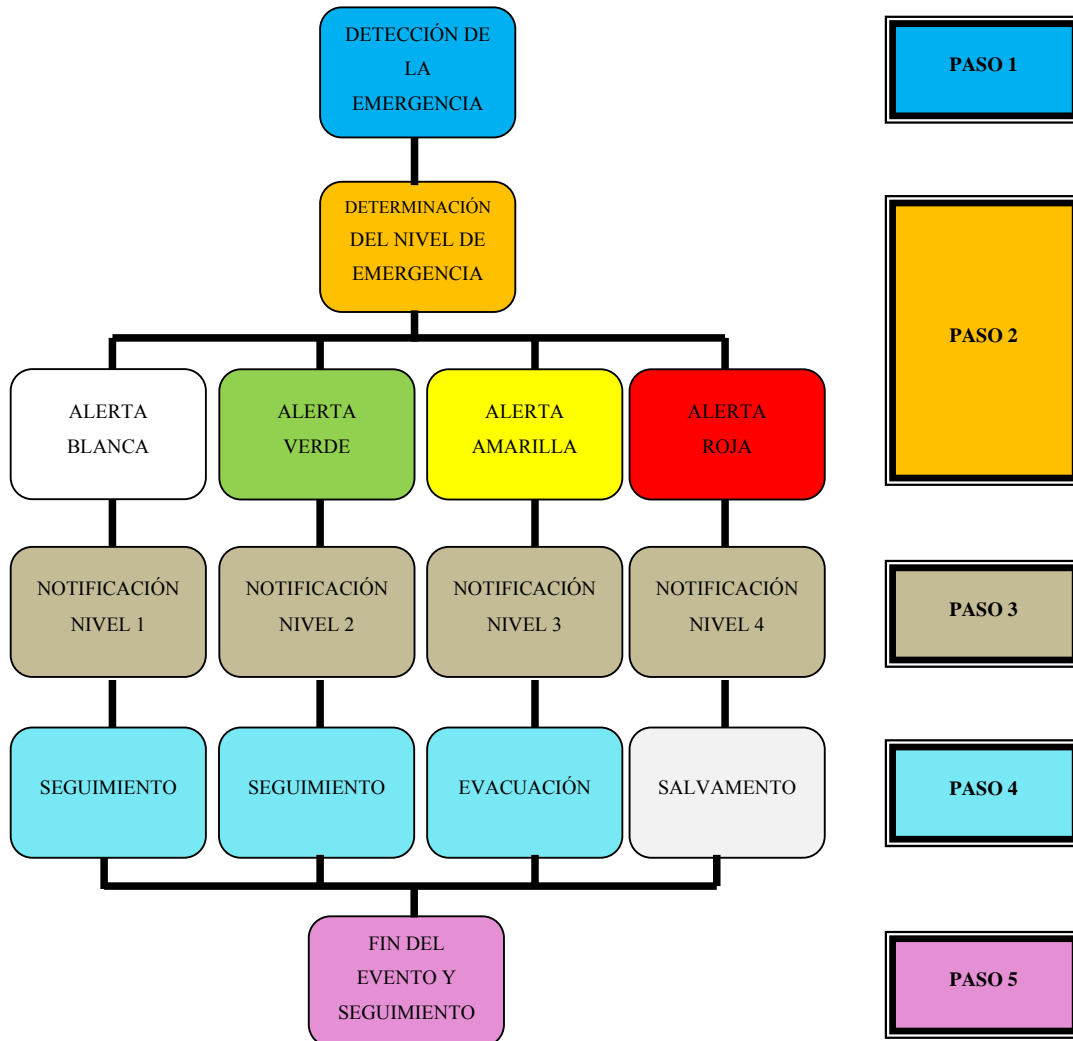


Tabla N° 7

Esquema de actuaciones en emergencia

7.1. Paso 1: Detección del evento

La vigilancia de los eventos estará en primera instancia bajo la responsabilidad del operador de las presas de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún. Tan pronto como un

evento es observado o reportado, inmediatamente se debe determinar el nivel del evento.

7.2. Paso 2: Determinación del nivel de emergencia

7.2.1. ALERTA BLANCA

Inicio de vertimiento en alguna de las presas, el nivel del embalse ha alcanzado la elevación 503.500 msnm (Macho de Monte) y/o 501.500 msnm (Piedra) y el sistema de alerta hidrológico indica que continúan las lluvias aguas arriba.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno de 0.1g o menor.

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

7.2.2. ALERTA VERDE

El embalse se ha elevado por encima del nivel 505.500 msnm (Macho de Monte) y/o 503.250 msnm (Piedra). El sistema de alerta hidrológico indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.1g y 0.2g. Se han observado daños no estructurales en la presa.

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

7.2.3. ALERTA AMARILLA

El embalse se ha alcanzado el nivel 506.500 msnm (Macho de Monte) y/o 504.250 msnm (Piedra). El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha registrado en los instrumentos de la presa un sismo, que ha ocasionado una aceleración horizontal del terreno entre 0.2g y 0.4g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales en la presa o filtraciones o desplazamientos.

Se ha iniciado una brecha en el cuerpo de la presa y se ha iniciado filtración por las mismas.

Potencial deslizamiento de laderas en el embalse.

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

Han ocurrido actos significativos de vandalismo o sabotaje.

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

7.2.4. ALERTA ROJA

El embalse se ha elevado por encima del nivel de la cresta y está vertiendo por arriba del nivel 506.500 msnm (Macho de Monte) y/o 504.250 msnm (Piedra). El sistema de alerta temprana indica que está lloviendo en la cuenca del embalse y se pronostica el aumento de nivel del embalse.

Se ha sentido en la presa ó en sus proximidades un terremoto, que ha ocasionado una aceleración sísmica igual o mayor a 0.4g. La inspección visual inmediata de la presa aprecia daños estructurales o grietas y filtraciones a presión.

La brecha ha aumentado y es inminente la falla.

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

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

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

7.3. Paso 3: Niveles de comunicación y notificación

Se asume que las entidades a las que se está comunicando disponen de los planos de inundación, tal y como se recoge en el presente PADE, en el apartado 4.3 Vinculación con el Sistema de Protección Civil. En cualquier caso las llanuras de inundación están contenidas en lo que se llamaría cauce del río Piedra, por lo que no son necesarios conocimientos adicionales.

Alerta Blanca: El Alerta Blanca es declarado por la autoridad competente en el manejo del agua, quien tiene la responsabilidad de notificar la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a las autoridades locales. [Los caudales corresponden a avenidas ordinarias y no hay actuaciones a realizar]

Alerta Verde: El Alerta Verde es declarado por Hidropiedra SA, quien es responsable de notificar la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa [Estos serán los naturales o tendrán las puntas descritas en este documento y no generan efectos aguas abajo]. Contactará con la autoridad competente en el manejo del agua quien notificará a Protección Pública. [No hay acciones a realizar]

Alerta Amarilla: Hidropiedra SA, es responsable de notificar de la situación a la UTESEP que declara la Alerta Amarilla y notifica a la autoridad competente en el manejo del agua y a Protección Pública [No hay acciones a realizar]

Alerta Roja: Hidropiedra SA, es responsable de notificar la situación a los pobladores (gente en las inmediaciones de las instalaciones, si hay alguien) y a la UTESEP que declara la Alerta Roja y notifica a Protección Pública.

Una vez clasificada la alarma, Hidropiedra SA procederá a notificar, según la gravedad de la situación:

Emergencia	Notificación	Alerta	Otros informados
Vigilancia reforzada	Autoridad competente en el manejo del agua	Alerta Blanca	
Preocupaciones serias	Autoridad competente en el manejo del agua	Alerta Verde	Protección Pública
Preocupaciones serias Peligro inminente	UTESEP	Alerta Amarilla	Protección Pública Autoridad competente en el manejo del agua
Peligro inminente Rotura constatada	UTESEP	Alerta Roja	Protección Pública

Tabla N° 8

Esquema de notificaciones en emergencia

La columna de otros informados es completada por la administración contactada en la columna *Notificación* y no por Hidropiedra SA.

Tabla N° 9
Modelo de Notificaciones

Alerta	Nivel	Modelo de notificación	Autoridad a notificar
Blanca	1	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún localizada sobre el río Piedra, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia de <u>vigilancia reforzada</u> . El motivo de la emergencia es el siguiente: (* Especificar la causa) Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 223-9338/263-8401	Autoridad competente en el manejo del agua
Verde	2	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún localizada sobre el río Piedra, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia de <u>preocupaciones serias</u> . El motivo de la emergencia es el siguiente: (* Especificar la causa) Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 223-9338/263-8401	Autoridad competente en el manejo del agua
Amarilla	3	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún localizada sobre el río Piedra, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia de <u>preocupaciones serias o peligro inminente</u> . Los eventos ocurridos recomiendan la evacuación del cauce del río aguas abajo de la presa sobre el río Piedra, de acuerdo al Mapa de Inundación. Manténgase en contacto e informado sobre la siguiente notificación y/o terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 223-9338/263-8401	UTESEP
Roja	4	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) de la Central Hidroeléctrica de Bocalatún localizada sobre el río Piedras, Provincia de Chiriquí, la cual tiene una situación de emergencia de <u>peligro inminente o rotura constatada</u> La falla de la presa es inminente o a iniciado o la crecida por motivos hidrológicos se estima será como lo indica el Mapa de Inundación. Manténgase en contacto e informado sobre la terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado a los teléfonos: 223-9338/263-8401	UTESEP

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

A continuación se presentan los flujos de comunicación:

ALERTA BLANCA

Directorio de Notificaciones para el Nivel 1

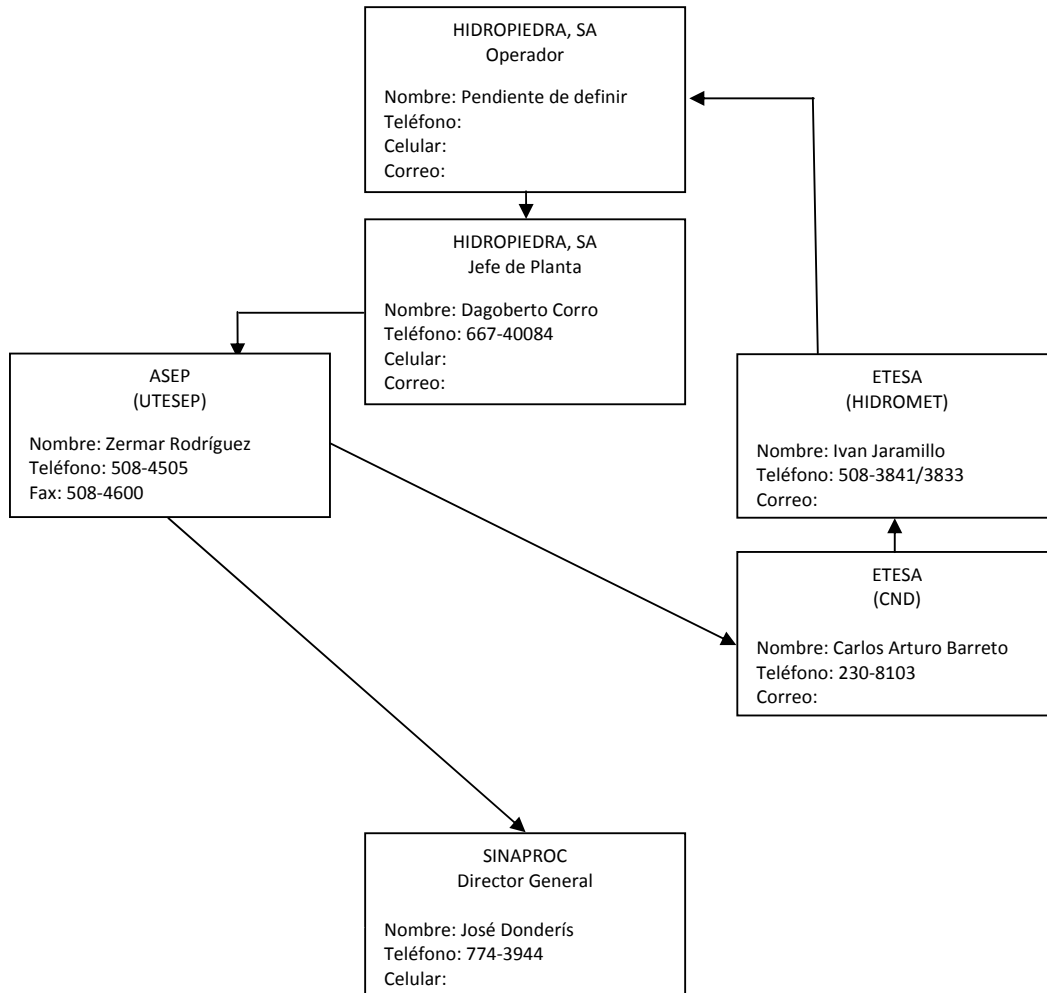
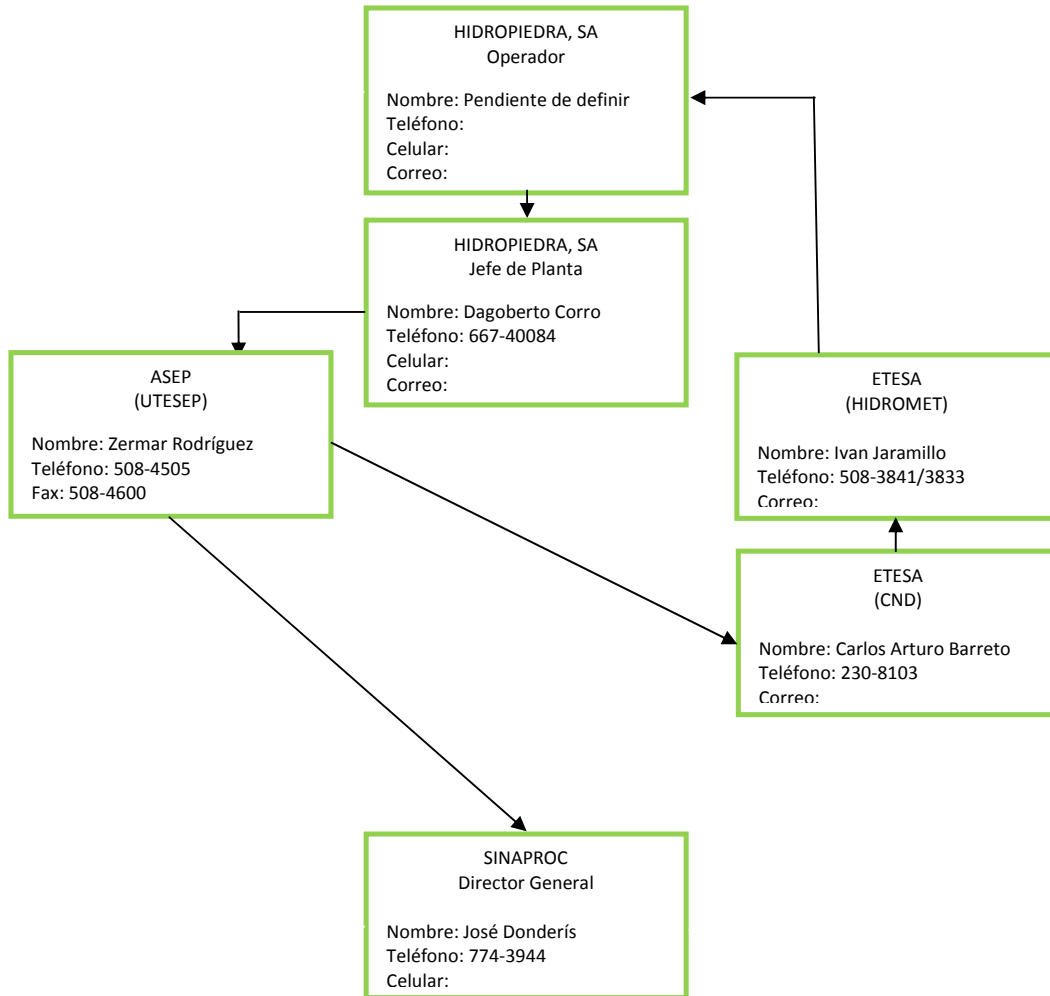


Tabla N° 10

Alerta Blanca. Cuadro sinóptico

ALERTA VERDE

Directorio de Notificaciones para el Nivel 2



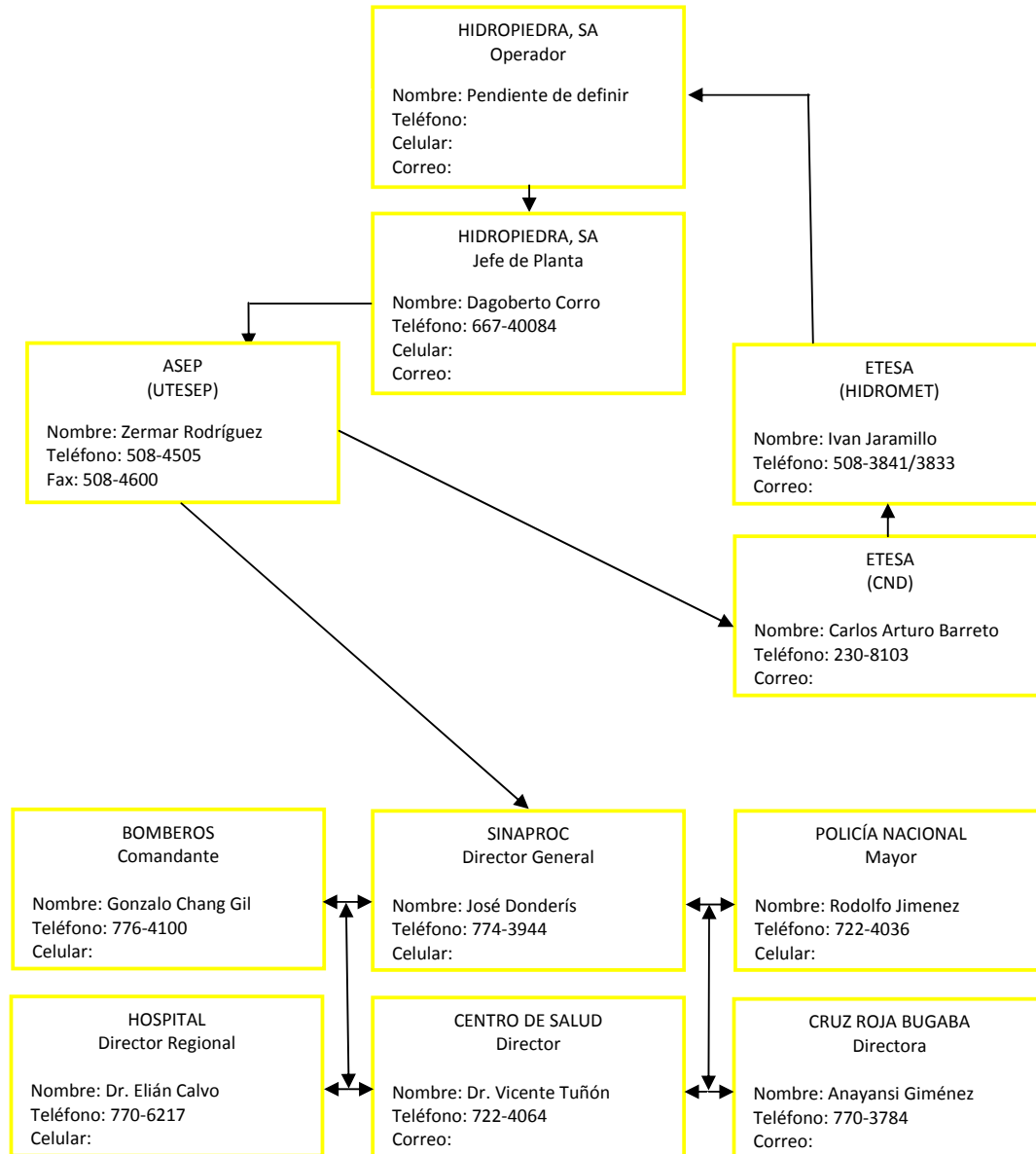
NOTA: EN EL ANEXO D SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

Tabla N° 11

Alerta Verde. Cuadro sinóptico

ALERTA AMARILLA

Directorio de Notificaciones para el Nivel 3



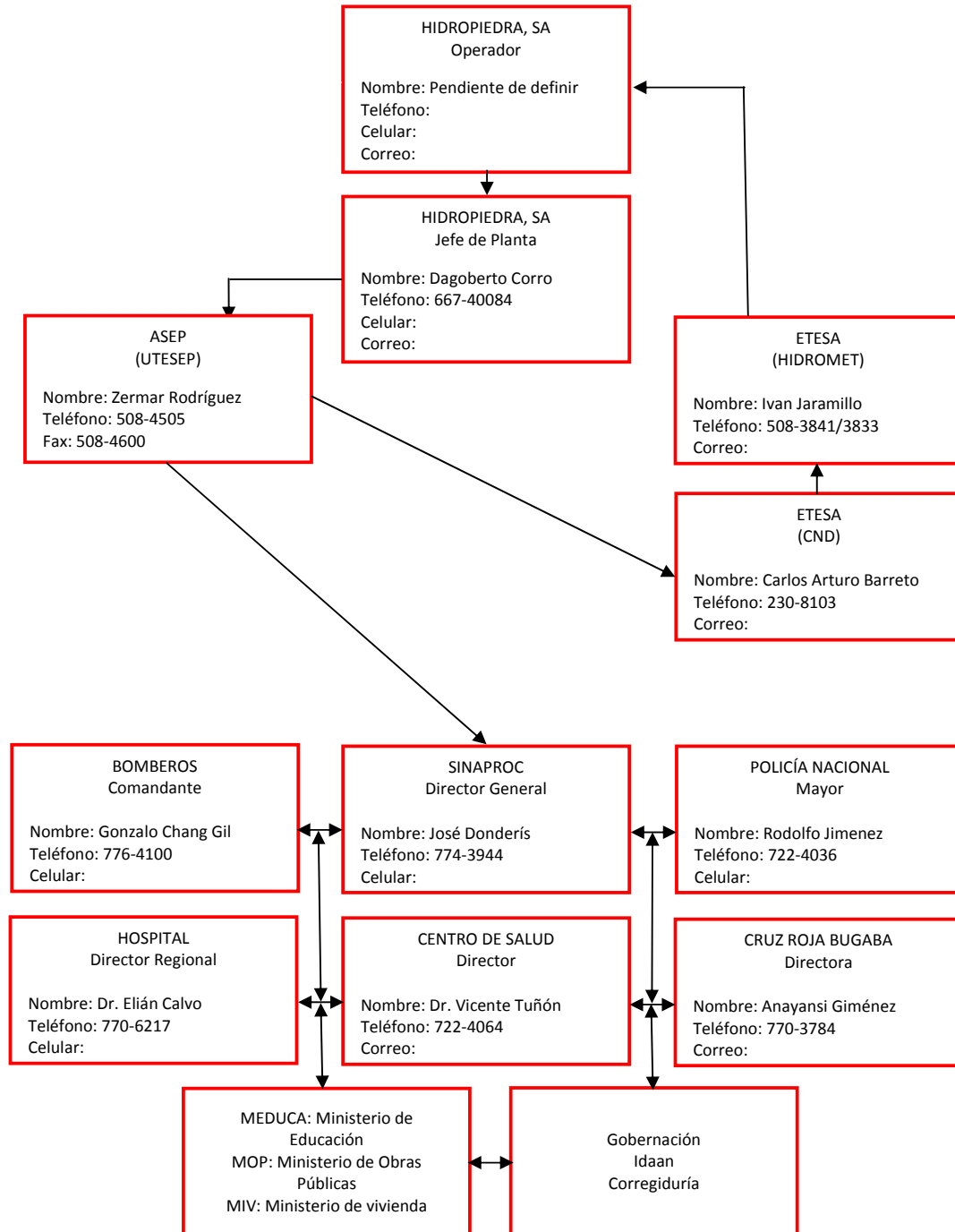
NOTA: EN EL ANEXO D SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO

Tabla N° 12

Alerta Amarilla. Cuadro sinóptico

ALERTA ROJA

Directorio de Notificaciones para el Nivel 4



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

Tabla N° 13

Alerta Roja. Cuadro sinóptico

7.4. Paso 4: Acciones durante la emergencia

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

Tabla N° 14
Acciones de Emergencia

Emergencia	Alerta	1.1	1.2	2	3	4	5	6
Vigilancia reforzada	Blanca	A B	A B			F		F
Preocupaciones serias	Verde Amarilla	A B	A B			F		F
Peligro inminente	Amarilla Roja	A B	A B	A, B D, E	A B			
Rotura constatada	Roja			A, B C	A, B C			

- Donde
- 1.1 Crecida ordinaria (Crecida de proyecto Q_{100})
 - 1.2 Crecida extraordinaria (Crecida extrema $Q_{1,000}$)
 - 2 Colapso en condición de Operación Normal
 - 3 Colapso durante Crecida Extraordinaria
 - 4 Apertura súbita de Compuertas
 - 5 Falla de Operación de las Estructuras de Descarga
 - 6 Vaciado controlado o Vaciado Rápido de la presa

A Registro del nivel de embalse y comprobación visual

B Inspección General de la presa

C Maniobras Operativas de Emergencia de la Central y Activación Sirenas de aviso a la población

D Reducción nivel de embalse (operación central i apertura desagües de fondo)

E Vaciado del embalse y medidas de mejora de la estructura

F Activación Sirenas de aviso a la población

A.- Registro del nivel de embalse y comprobación visual

Seguimiento del nivel de embalse a través de los sensores y comprobación visual de niveles con la frecuencia adecuada (cada 2 horas en alerta blanca, cada hora en alerta verde, cada 30 minutos en alerta amarilla, y seguimiento casi continuo en alerta roja).

Seguimiento de las previsiones meteorológicas y precipitaciones en la parte alta de la cuenca, para determinar el paso a peligro inminente o determinar el fin de la emergencia.

B.- Inspección General de la presa

Seguimiento de las lecturas del sistema de auscultación automatizado. Verificación de las lecturas. Si es posible determinar lecturas futuras mediante modelos de comportamiento.

Revisión de la presa para confirmar o descartar anomalías en la estructura de la presa, en particular:

- Grietas
- Fisuras
- Filtraciones
- Desplazamientos
- Deslizamientos

C.- Maniobras Operativas de Emergencia de la Central y Activación Sirenas de aviso a la población

Ante determinadas situaciones es conveniente el paro ordenado de la central para, una vez recuperada la normalidad, recuperar la producción a la mayor brevedad posible. Por este motivo, se detendrá la central en condiciones de seguridad, se bloquearan accesos y se descargará la central en todo lo posible.

También se activaran las sirenas para avisar a las personas cercanas al cauce que se ubiquen en posiciones seguras. El río Piedra presenta, en su estado natural, avenidas intempestivas, que aparecen como una pared de agua y piedras. La población de la zona ya conoce estas características, por lo que el aviso conducirá a que reaccionen como lo hacen cuando oyen un ruido en el río, alejándose del lecho.

D.- Reducción del nivel de embalse (operación central o apertura desagües de fondo)

En algunas circunstancias puede ser recomendable la reducción del nivel de embalse, en un primer momento puede conseguirse mediante el uso de la central, pero el recorrido es muy pequeño, por lo que si se determina la necesidad de reducir los niveles de embalse se procederá con la apertura de los desagües de fondo.

E.- Vaciado del embalse y medidas de mejora de la estructura

Como en el caso anterior, es posible determinar la necesidad de reducir el nivel de embalse. Para ello se propone actuar mediante la compuerta de desagüe de fondo. La principal diferencia es que en este caso se acometerán las actuaciones necesarias para mejorar y reparar, si es el caso, la infraestructura.

F.- Activación Sirenas de aviso a la población

Se activaran las sirenas para avisar a las personas cercanas al cauce que se ubiquen en posiciones seguras. El río Piedra presenta, en su estado natural, avenidas intempestivas, que aparecen como una pared de agua y piedras. La población de la zona ya conoce estas características, por lo que el aviso conducirá a que reaccionen como lo hacen cuando oyen un ruido en el río, alejándose del lecho.

FORMULARIO DE REGISTRO DE EVENTOS

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 B se presenta un modelo de formulario.

7.5. 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

- a) El operador comunicará al Gerente de Operaciones y este a las autoridades y a las oficinas de manejo de emergencias la finalización de la condición de emergencia.
- b) El oficial de seguridad de presa inspeccionará la presa y realizará un reporte de daños y acciones correctivas inmediatas.
- c) El operador de la presa elaborará un reporte sobre la terminación del evento y sobre las consecuencias o experiencias del mismo. En el Anexo B se presenta un modelo de este formulario.

8. MAPA DE INUNDACIÓN

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

Tabla N° 15

Caudales vertidos para Emergencias presa en río Macho de Monte

Emergencia	1.1	1.2	2	3	4	5	6
Vigilancia reforzada	816.50	1150			<149.25 (5.3 min)		<149.25 (5.3 min)
Precauciones serias	816.50	1150			<149.25 (5.3 min)		<149.25 (5.3 min)
Peligro inminente	816.50	1150	< 131.95	1150			
Rotura constatada			131.95	1150 + 131.95			

Tabla N° 16

Caudales vertidos para Emergencias presa en río Piedra

Emergencia	1.1	1.2	2	3	4	5	6
Vigilancia reforzada	700.14	950			<149.25 (1.5 min)		<149.25 (1.5 min)
Precauciones serias	700.14	950			<149.25 (1.5 min)		<149.25 (1.5 min)
Peligro inminente	700.14	950	< 36.32	950			
Rotura constatada			36.32	950 + 36.32			

- Donde
- 1.1 Crecida ordinaria (Crecida de proyecto Q_{100})
 - 1.2 Crecida extraordinaria (Crecida extrema $Q_{1,000}$)
 - 2 Colapso en condición de Operación Normal
 - 3 Colapso durante Crecida Extraordinaria
 - 4 Apertura súbita de Compuertas (Entre paréntesis el tiempo de vertido a caudal máximo [Volumen embalse / Caudal vertido])
 - 5 Falla de Operación de las Estructuras de Descarga
 - 6 Vaciado controlado o Vaciado Rápido de la presa

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

8.1. Análisis hidráulico

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

- **Colapso Estructural de la Presa**

Para el caso de la rotura con operación normal, el embalse al nivel máximo normal generará una crecida de 131.95 m³/seg o 36.32 m³/s lo cual representa un caudal menor al evento de las crecidas ordinarias y extraordinarias (Q₁₀₀ y Q_{1,000}).

- **Crecidas Extraordinarias**

Para las crecidas ordinarias y extraordinarias se ha utilizado el Tabla N° 17.

Tabla N° 17

Descarga para Crecidas de Diseño

Intervalo de Recurrencia (años)	Macho de Monte Caudal (m ³ /s)	Piedra Caudal (m ³ /s)	Conjunta (m ³ /s)
100	816.50	700.14	1150.74
1000	1150.00	950.00	1550.78

8.2. Resultados

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

8.3. Mapas de inundación

Un Mapa General ha sido preparado tomando como base la información topográfica y de estructuras. Este Mapa General fue utilizado como base para la preparación de los mapas de inundación correspondiente a los escenarios analizados.

8.4. Descripción de la zona potencialmente inundable

En los mapas de inundación de los escenarios analizados no resulta una inundación de áreas habitadas. En ambos casos la crecida se mantiene dentro del cauce original del río, el cual, por la configuración variable del río es muy amplio.

8.5. Recomendaciones para el plan de emergencia

Se recomienda actualizar la información catastral del mapa periódicamente.

ANEXO A

PLANOS DE PRESA Y ESTRUCTURAS

Planta de Localización de Estructuras

Planta y Sección Tipo Presa Macho de Monte

Planta y Sección Tipo Presa Piedra

Casa de Máquinas



952.500 mY

952.000 mY

951.500 mY

951.000 mY

950.500 mY

950.000 mY

949.500 mY



DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS INDUSTRIALES S.L.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÓN (RP-490)

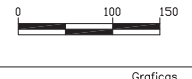
PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS

DIBUJADO: PASCUAL

REVISADO:

N.	FECHA	REVISION
1	01-09-10	REVISION GENERAL DEL PLAND
2	06-05-11	MODIFICADA TRAZA DE PM2280 A FINAL

ESCALAS:	
1:4.000	1:8.000
Formato A1	Formato A3



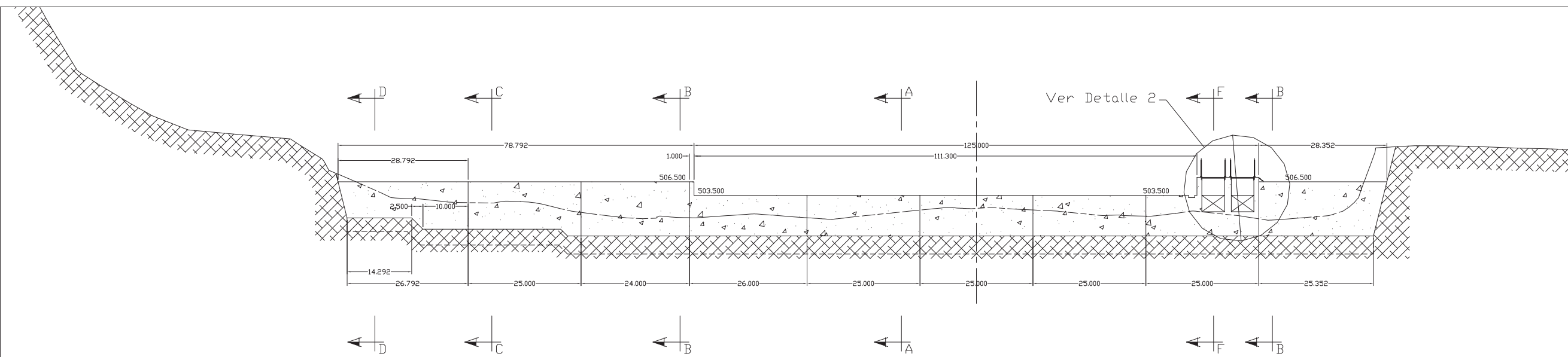
TITULO:

CONDUCCIÓN DE CARGA PLANTA GENERAL

Grupo n°: Plano n°:

6 1

FECHA: Diciembre, 2009

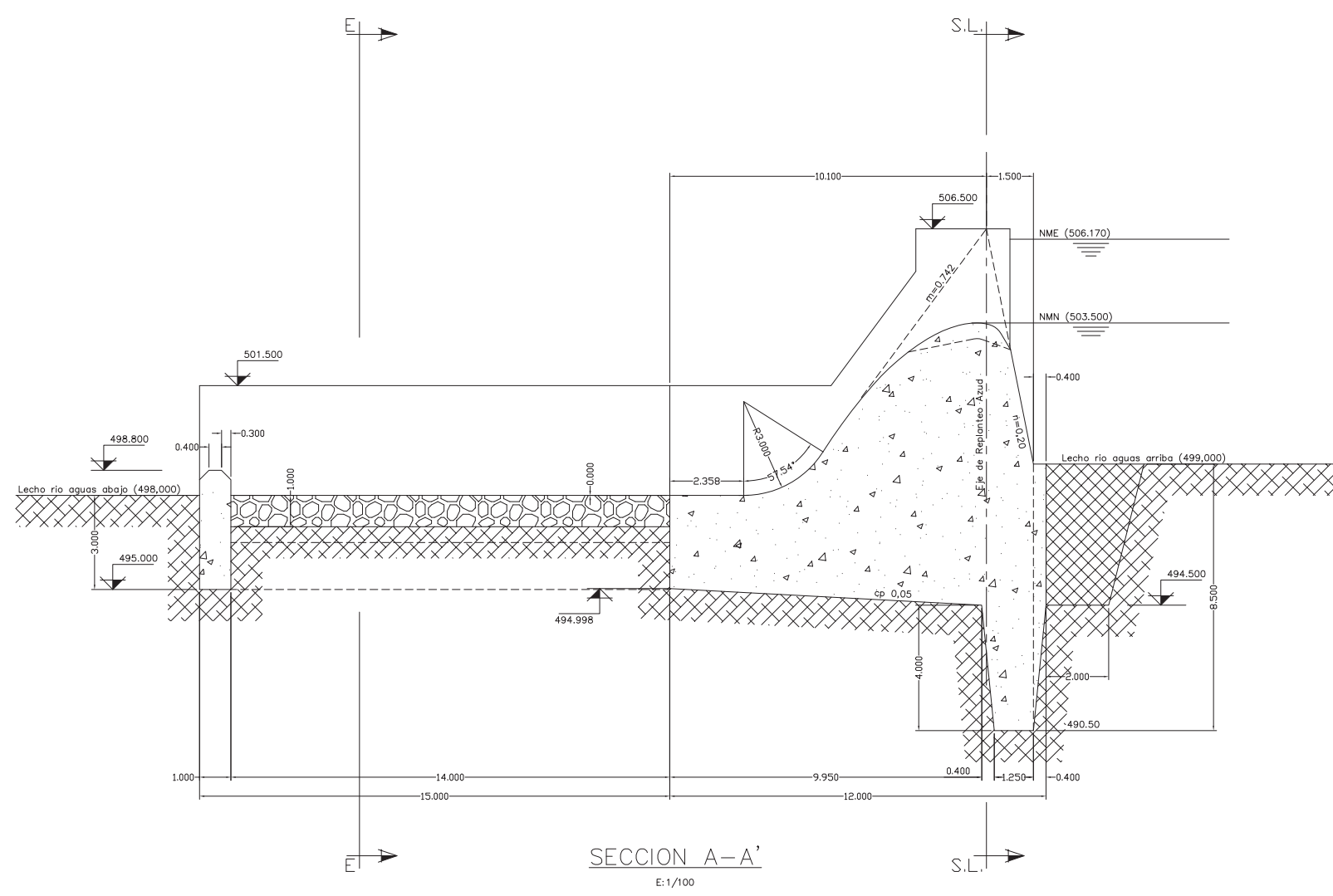


Ver Detalle 2

- Leyenda del Plano:
- Hormigón armado (ver planos de armaduras)
 - Escollera de peso > 3000 Kg
 - Arcilla compactada al 98% ensayo P.M.

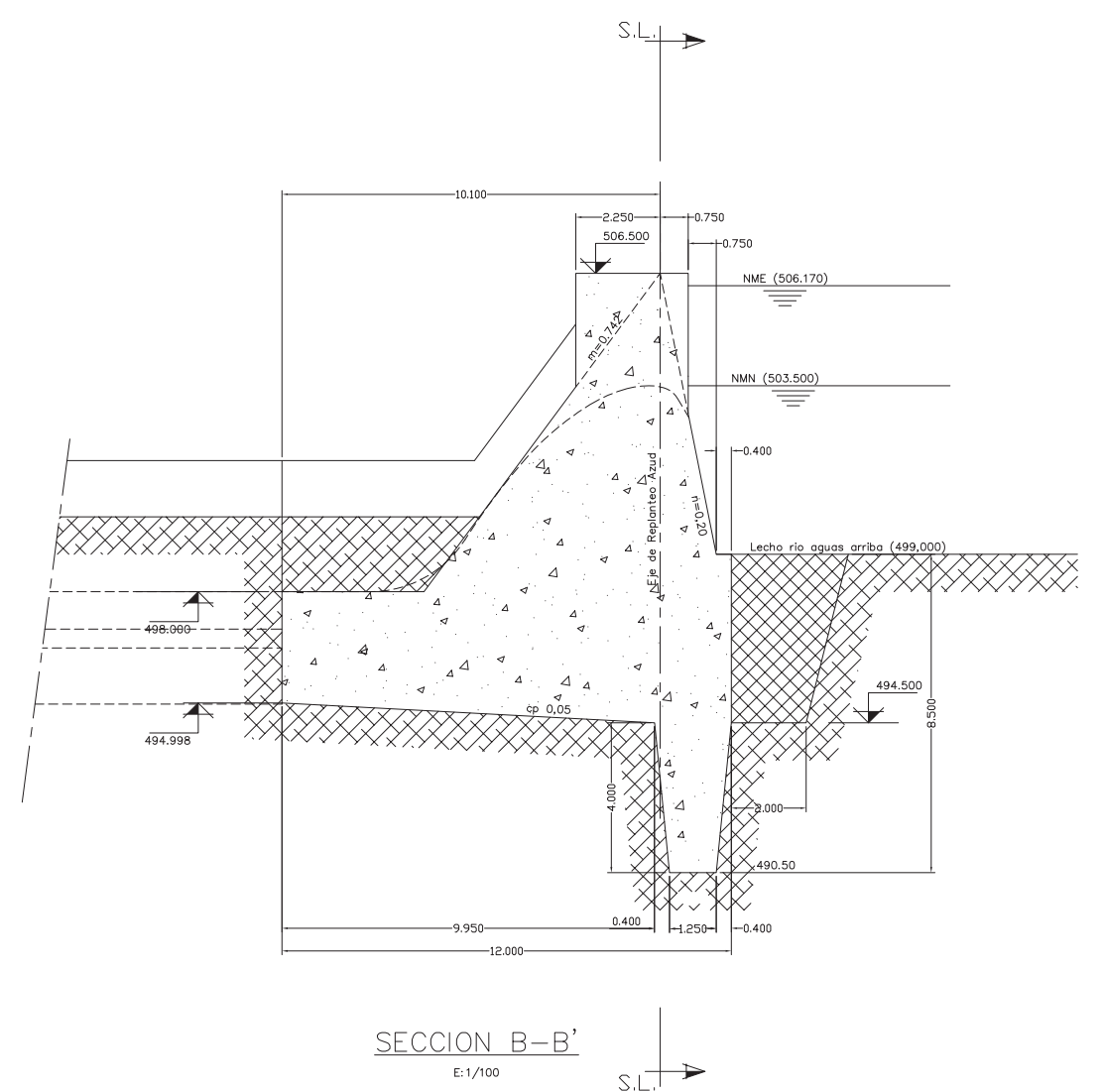
PERFIL LONGITUDINAL (mirando aguas arriba)

E:1/500



SECCION A-A'

E:1/100



SECCION B-B'

E:1/100

DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

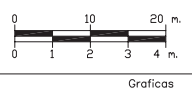
CLIENTE:
HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÓN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS
Ing. Caminos, Canales y Puertos
DIBUJADO: PASCUAL
REVISADO:

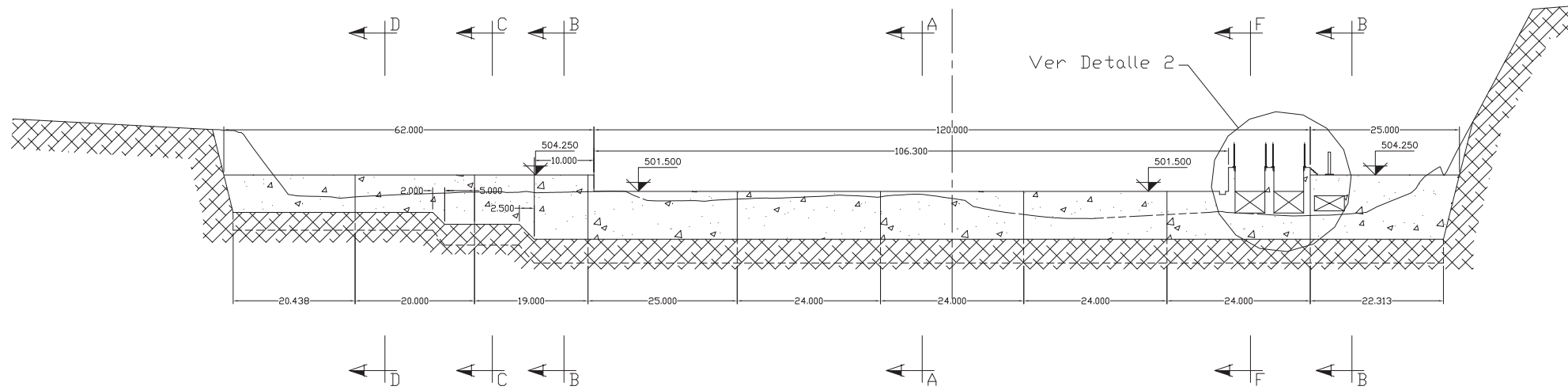
N.	FECHA	REVISION
1	19-04-10	ACTUALIZADO PLANO A NUEVA TOPOGRAFIA
2	30-09-10	ACTUALIZADA INFORMACION S/E-MAIL CAFISA 29-9-10
3	26-10-10	ELIMINADO DENTADO DISIPADOR Y ACTUALIZADO DESAGUE DE FONDO
4	08-02-11	ACTUALIZADAS COMPUERTAS DE FONDO Y SITUADA PASARELA ACCESO
5	05-04-11	SITUADO DISPOSITIVO DE DESAGUE DE CAUDAL ECOLOGICO




ESCALAS:
1:500 1:1000
1:100 1:200
Formato A1 Formato A3



TITULO:
PRESA DEL RIO MACHO DE MONTE. SECCIONES Y DETALLES (1)

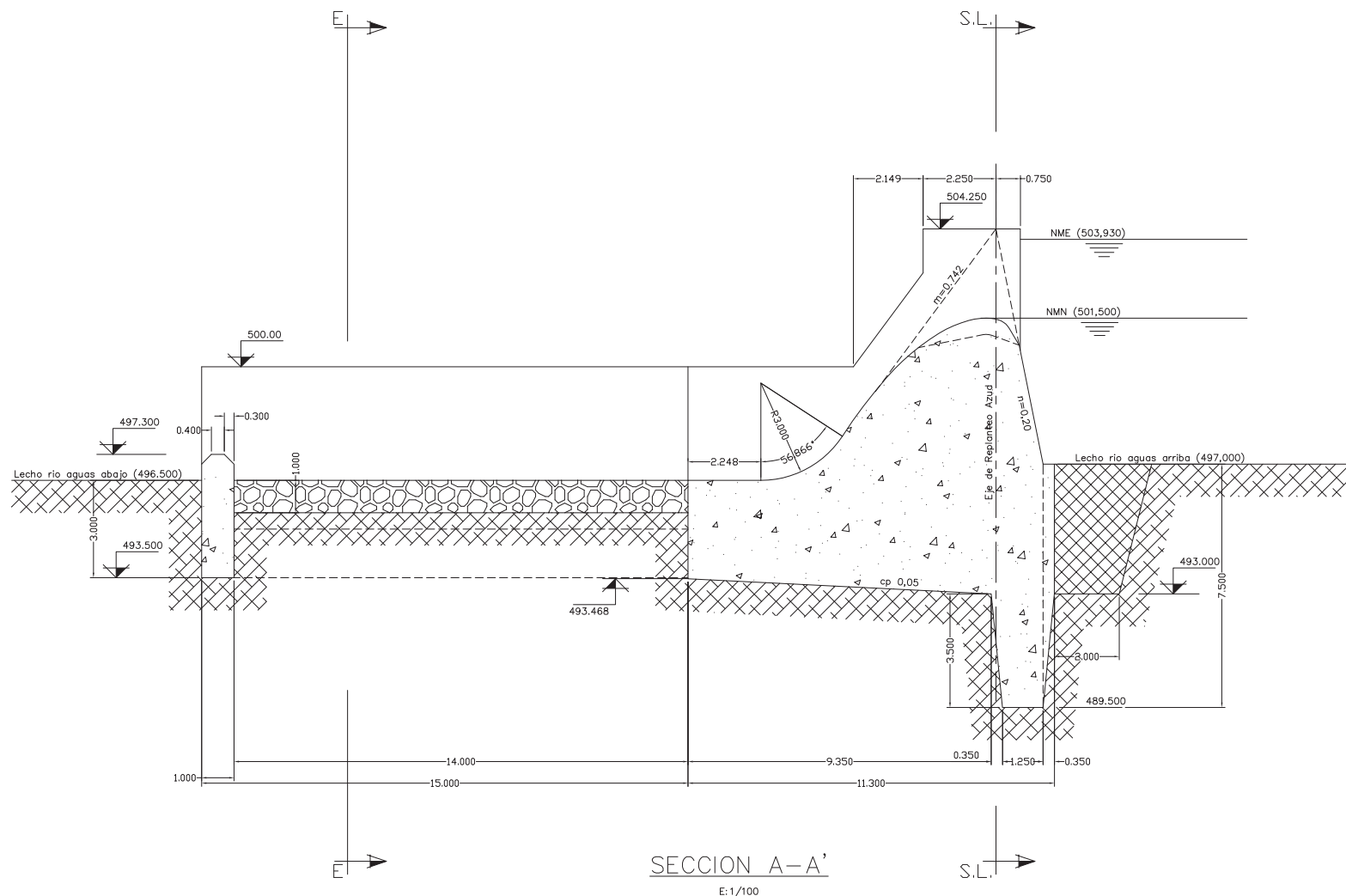
Grupo n°: 4
Plano n°: 3
FECHA: Diciembre, 2009



- Leyenda del Plano:
-  Hormigón armado (ver planos de armaduras)
 -  Escollera de peso > 3000 Kg
 -  Arcilla compactada al 98% ensayo P.M.

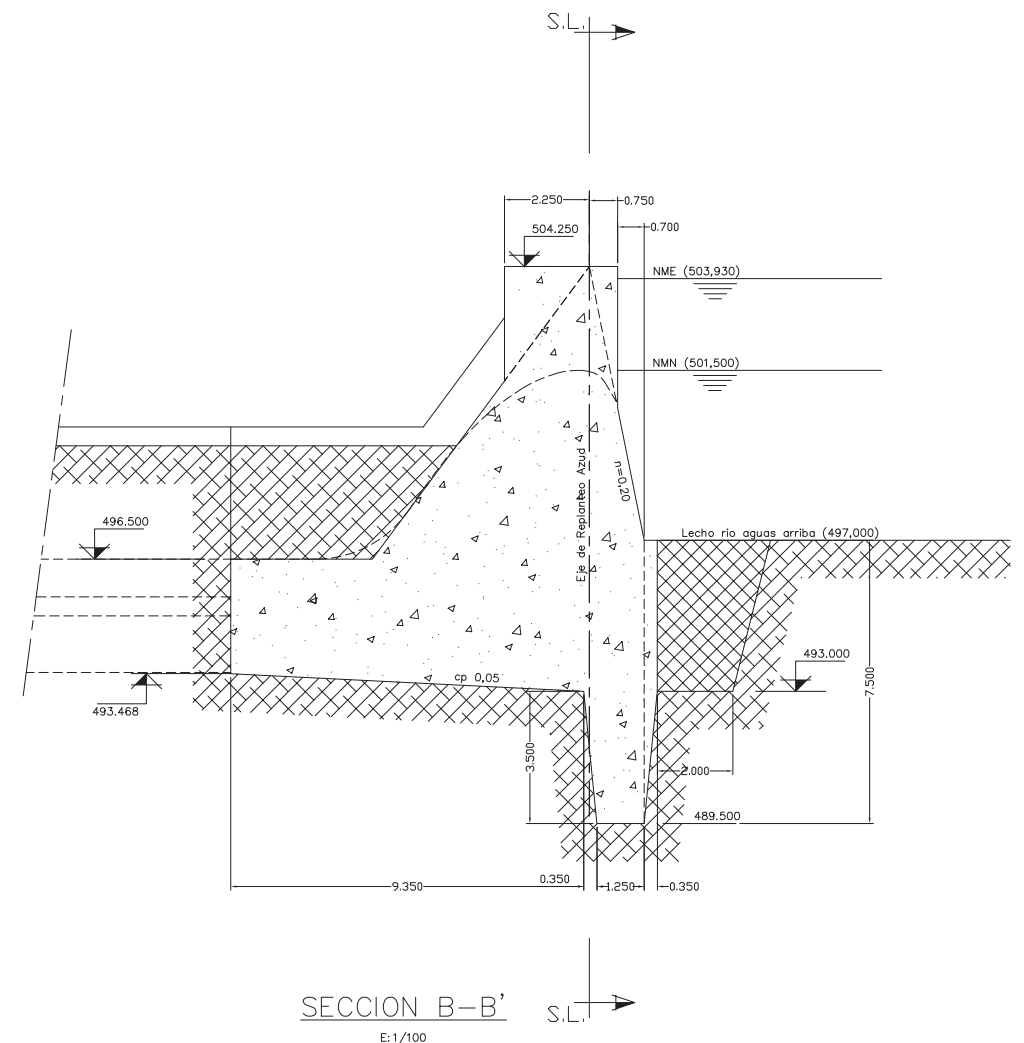
PERFIL LONGITUDINAL (mirando aguas arriba)

E:1/500



SECCION A-A'

E:1/100



SECCION B-B'

E:1/100



DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS INDUSTRIALES S.A.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÓN (RP-490)

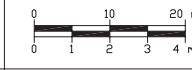
PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS
Ing. Caminos, Canales y Puertos

DIBUJADO: PASCUAL

REVISADO:

N.	FECHA	REVISION
2	06-09-10	REVISION GENERAL DEL PLANO
3	30-09-10	ACTUALIZADA INFORMACION S/E-MAIL CAFISA 29-9-10
4	25-10-10	ELIMINADO DENTADO DISIPADOR Y ACTUALIZADO DESAGUE DE FONDO
5	08-02-11	ACTUALIZADAS CUERTAS DE FONDO Y SITUADA PASARELA ACCESO
6	05-04-11	SITUADO DISPOSITIVO DE DESAGUE DEL CAUDAL ECOLÓGICO

ESCALAS:
1:500
1:1000
1:100
1:200
Formato A1
Formato A3



TITULO:

PRESA DEL RIO PIEDRA SECCIONES Y DETALLES (1)

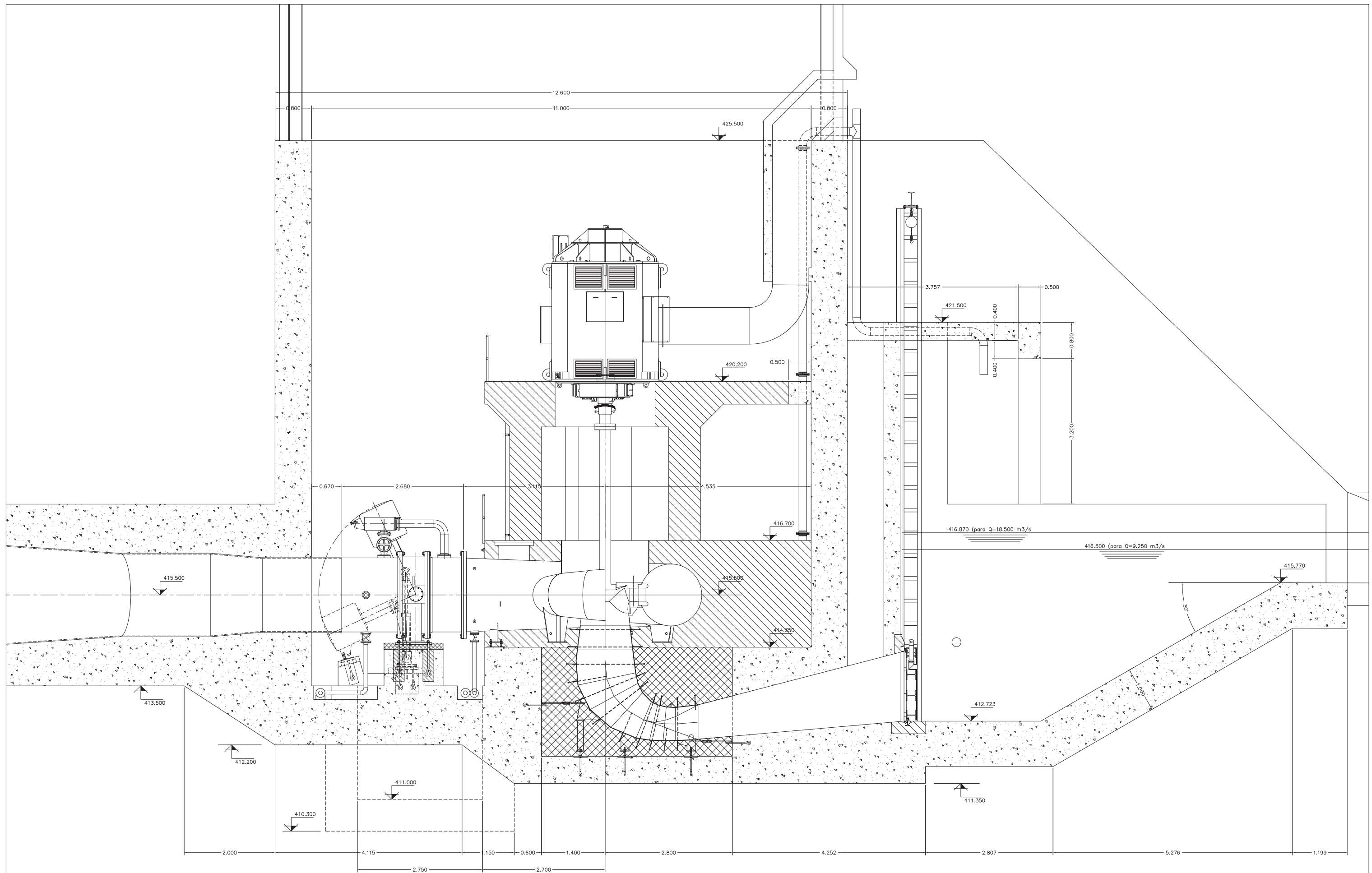
Grupo n°:

3

Plano n°:

3

FECHA: Diciembre, 2009



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÓN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS
Ing. Caminos, Canales y Puertos

DIBUJADO: PASCUAL

REVISADO:

N.	FECHA	REVISION
1	17-03-11	ACTUALIZADA INFORMACIÓN SEGÚN PLANOS DE VOITH
2	04-05-11	MODIFICADA SOLERA ENLACE CON CANAL DE DESAGÜE
3	17-05-11	CAMBIADA CONFIGURACIÓN DE FASES DE HORMIGONADO
4	28-06-11	PROFUNDIZADO 30 cm EN ZONA ARQUETA DE VÁLVULAS
5	26-07-11	ACTUALIZADO SEGUN REVISION PLANOS VOITH

ESCALAS:

1:37.5 1:75

Formato A1 Formato A3

0 0.5 1.0 1.5 m

Graficas

TITULO:

CENTRAL SECCIÓN TRANSVERSAL POR EJE DE GRUPO

Grupo n°:

7

Plano n°:

7

FECHA: Diciembre, 2009

ANEXO B

FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS PRELIMINARES

Fecha: _____

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

Nivel Emergencia 1

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

Nivel Emergencia 2

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

Nivel Emergencia 3

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

Nivel Emergencia 4

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

REPORTE DEL EVENTO

¿Cómo y dónde se detectó el evento? _____

Condiciones del clima: _____

Descripción General de Situación de Emergencia: _____

Nivel de Emergencia: _____

Medidas y Progresión del Evento

Fecha	Hora	Medidas / Progresión del evento	Anotado por

Reporte preparado por: _____ fecha: _____

REPORTE DESPUES DEL EVENTO

Fecha: _____ Hora: _____

Condiciones del Clima: _____

Descripción General de la Situación de Emergencia: _____

Áreas afectadas: _____

Extensión del Daño de la Presa: _____

Posibles Causas: _____

Efectos en la Operación de la Presa: _____

Elevación inicial del Embalse: _____ Hora: _____

Máxima Elevación del Embalse: _____ Hora: _____

Elevación final del Embalse: _____ Hora: _____

ANEXO C

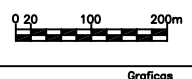
MAPAS DE INUNDACION

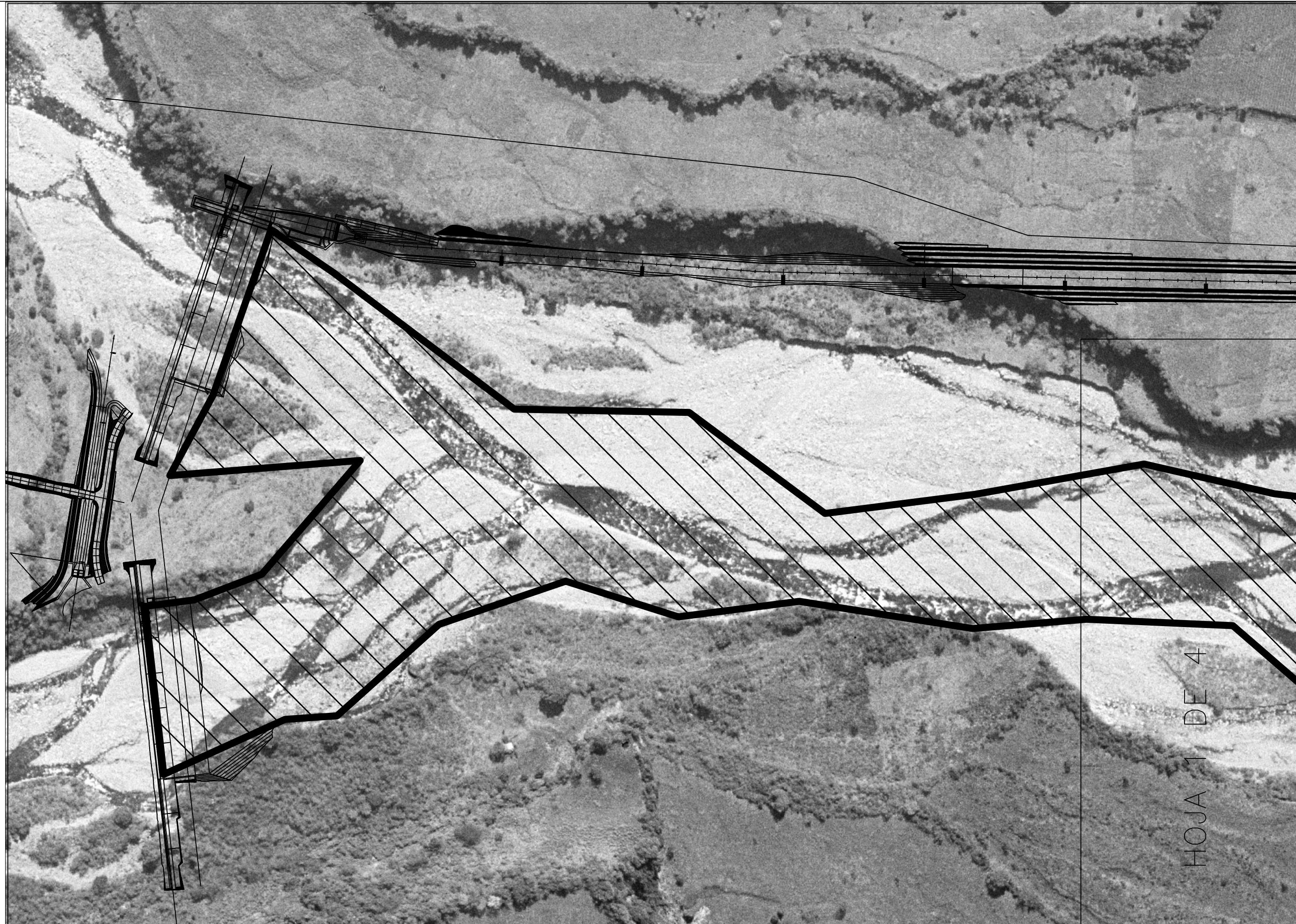


N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:

1:5.000	1:10.000
Formato A1	Formato A3



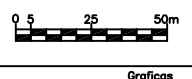


HOJA 1 DE 4

N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:

1:1.250	1:2.500
Formato A1	Formato A3





DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS
INDUSTRIALES S.A.

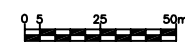
CLIENTE:
HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL
APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO
DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS
Ing. Caminos, Canales y Puertos
DIBUJADO: MARC
REVISADO:

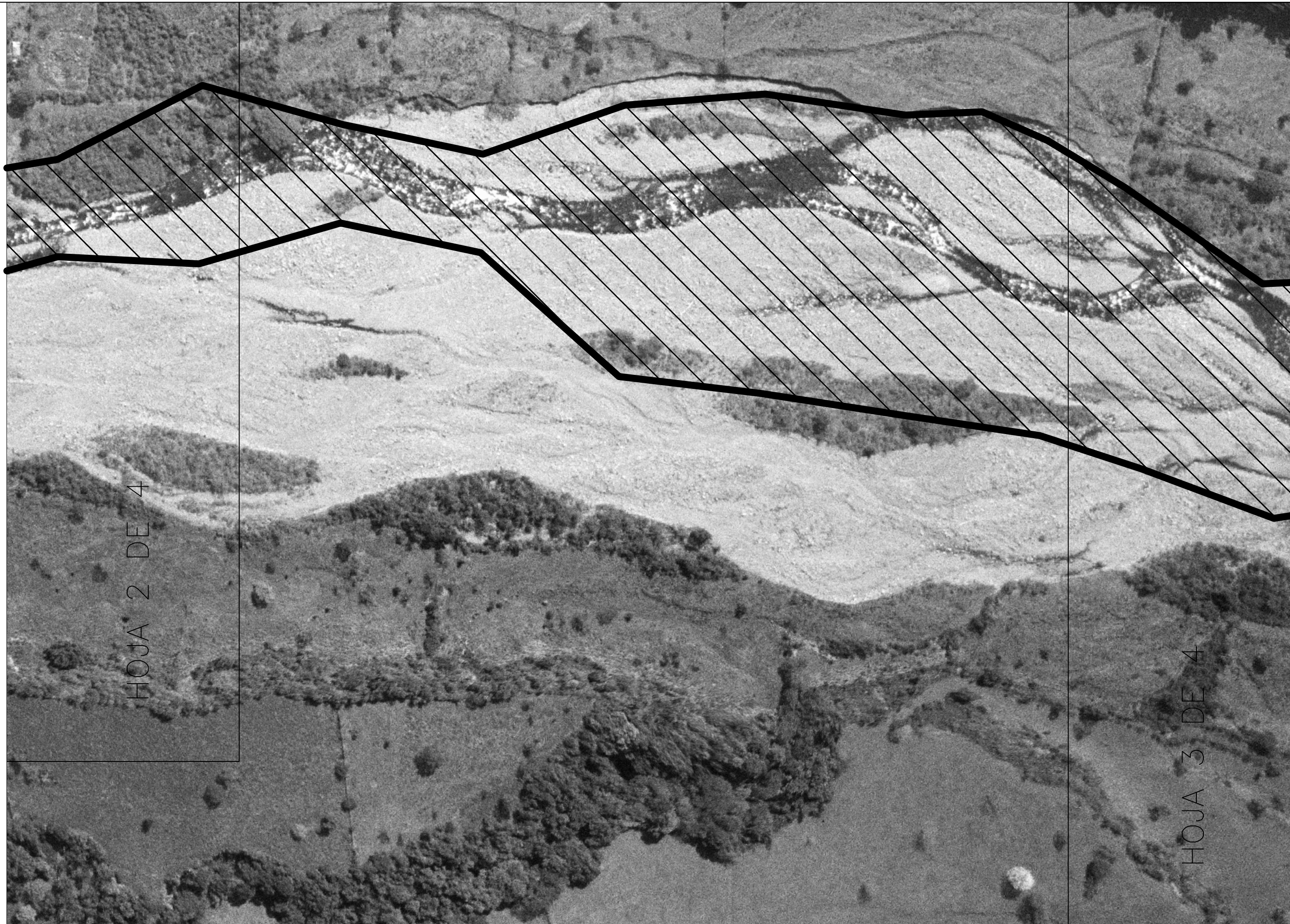
N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:
1:1.250 1:2.500
Formato A1 Formato A3



TITULO:
Llanura inundación Q100
(2 de 4)

Grupo n°: 1
Plano n°: 3
FECHA: Mayo, 2013



HOJA 2 DE 4

HOJA 3 DE 4



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

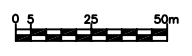
CLIENTE:
HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS
Ing. Caminos, Canales y Puertos
DIBUJADO: MARC
REVISADO:

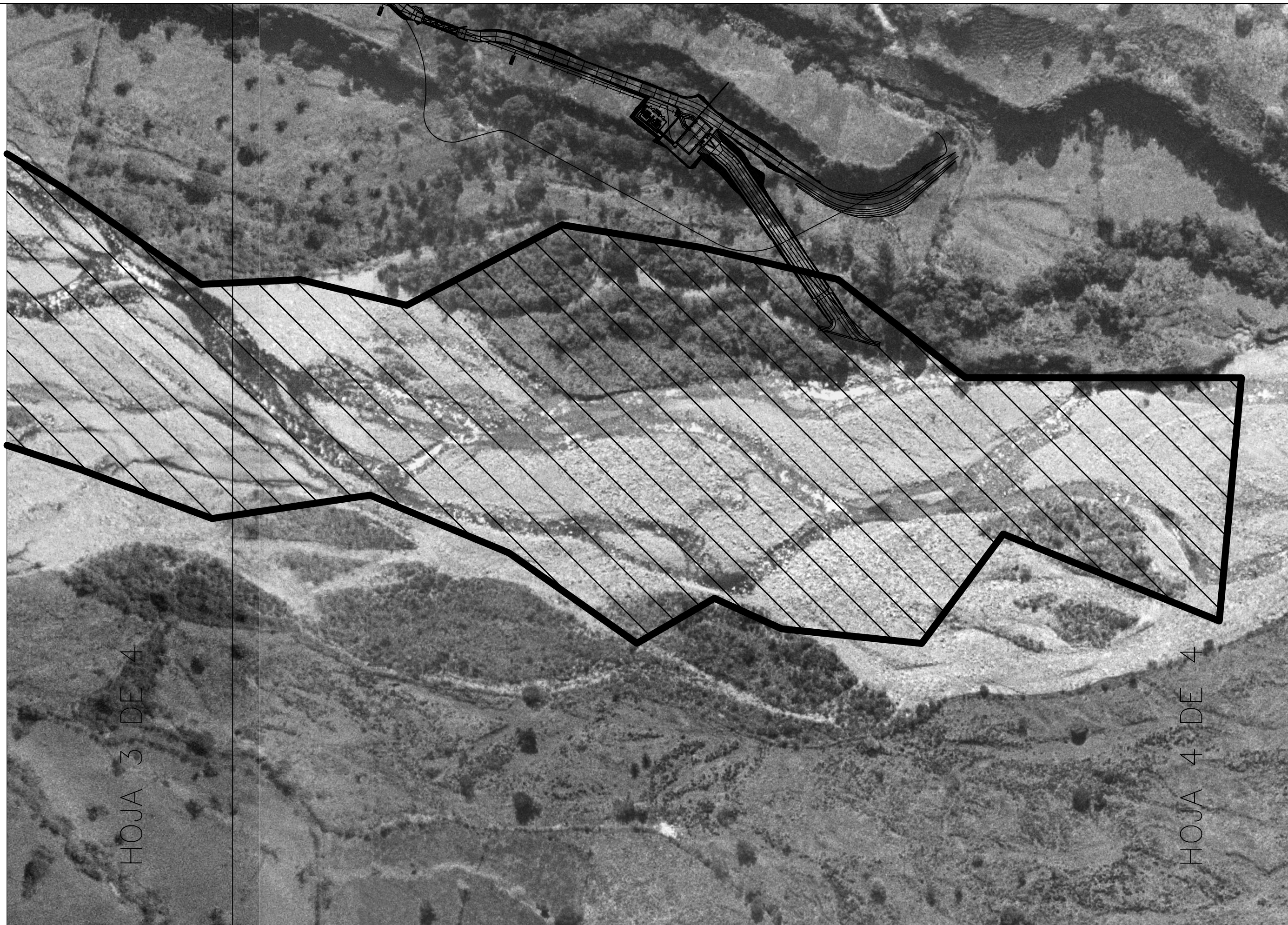
N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:
1:1.250 1:2.500
Formato A1 Formato A3



TITULO:
Llanura inundación Q100 (3 de 4)

Grupo n°: 1
Plano n°: 4
FECHA: Mayo, 2013



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS

Ing. Caminos, Canales y Puertos

DIBUJADO: MARC

REVISADO:

N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:

1:1.250 1:2.500

Formato A1 Formato A3



Graficas

TITULO:

Llanura inundación Q100 (4 de 4)

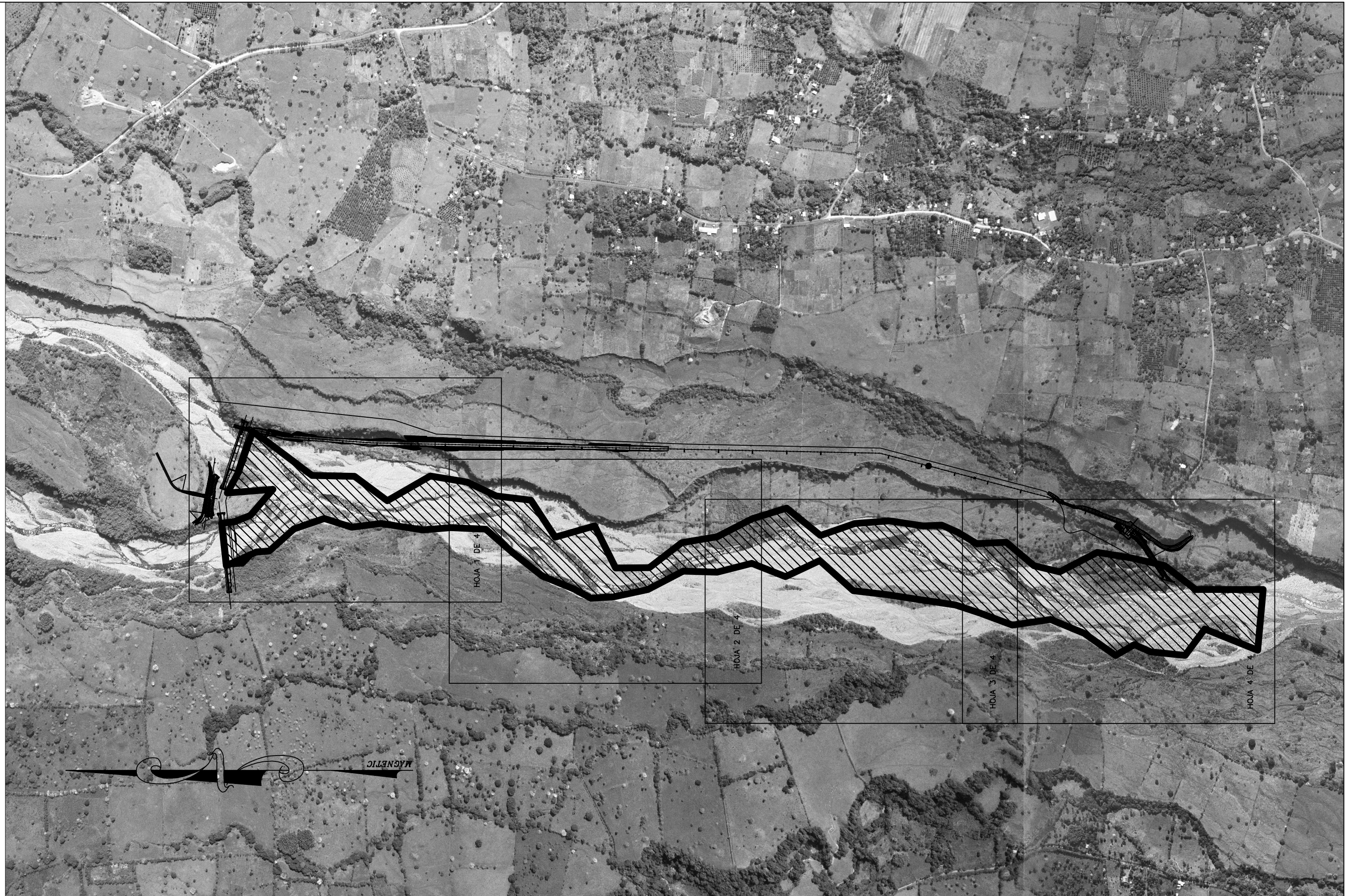
Grupo n°:

1

Plano n°:

5

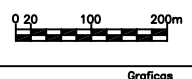
FECHA: Mayo, 2013

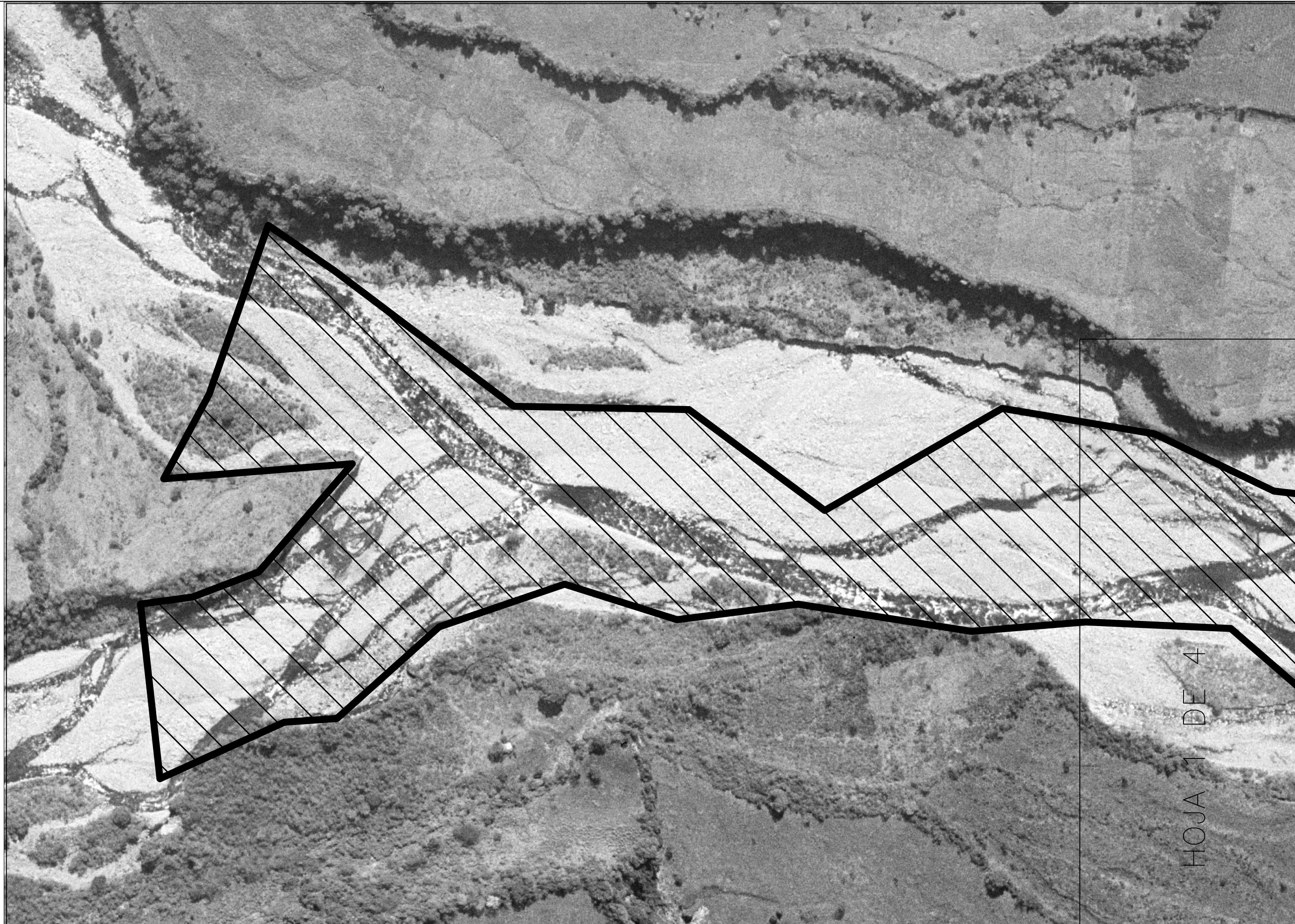


N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:

1:5.000	1:10.000
Formato A1	Formato A3





HOJA 1 DE 4



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS

Ing. Caminos, Canales y Puertos

DIBUJADO: MARC

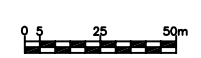
REVISADO:

N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:

1:1.250 1:2.500

Formato A1 Formato A3



Graficas

TITULO:

Llanura inundación Q1000 (1 de 4)

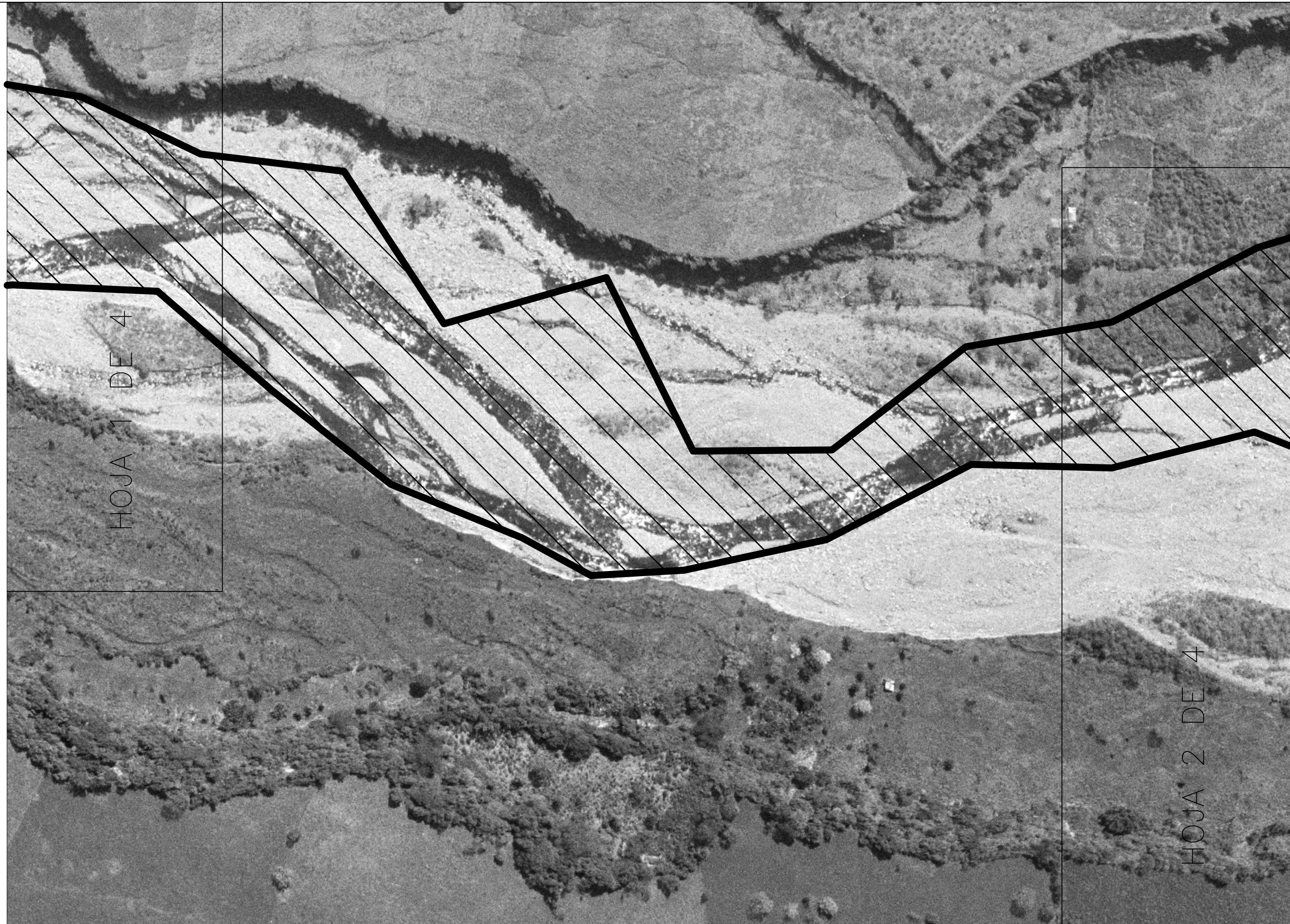
Grupo n°:

2

Plano n°:

2

FECHA: Mayo, 2013



HOJA 1 DE 4

HOJA 2 DE 4



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.A.

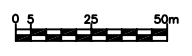
CLIENTE:
HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS
Ing. Caminos, Canales y Puertos
DIBUJADO: MARC
REVISADO:

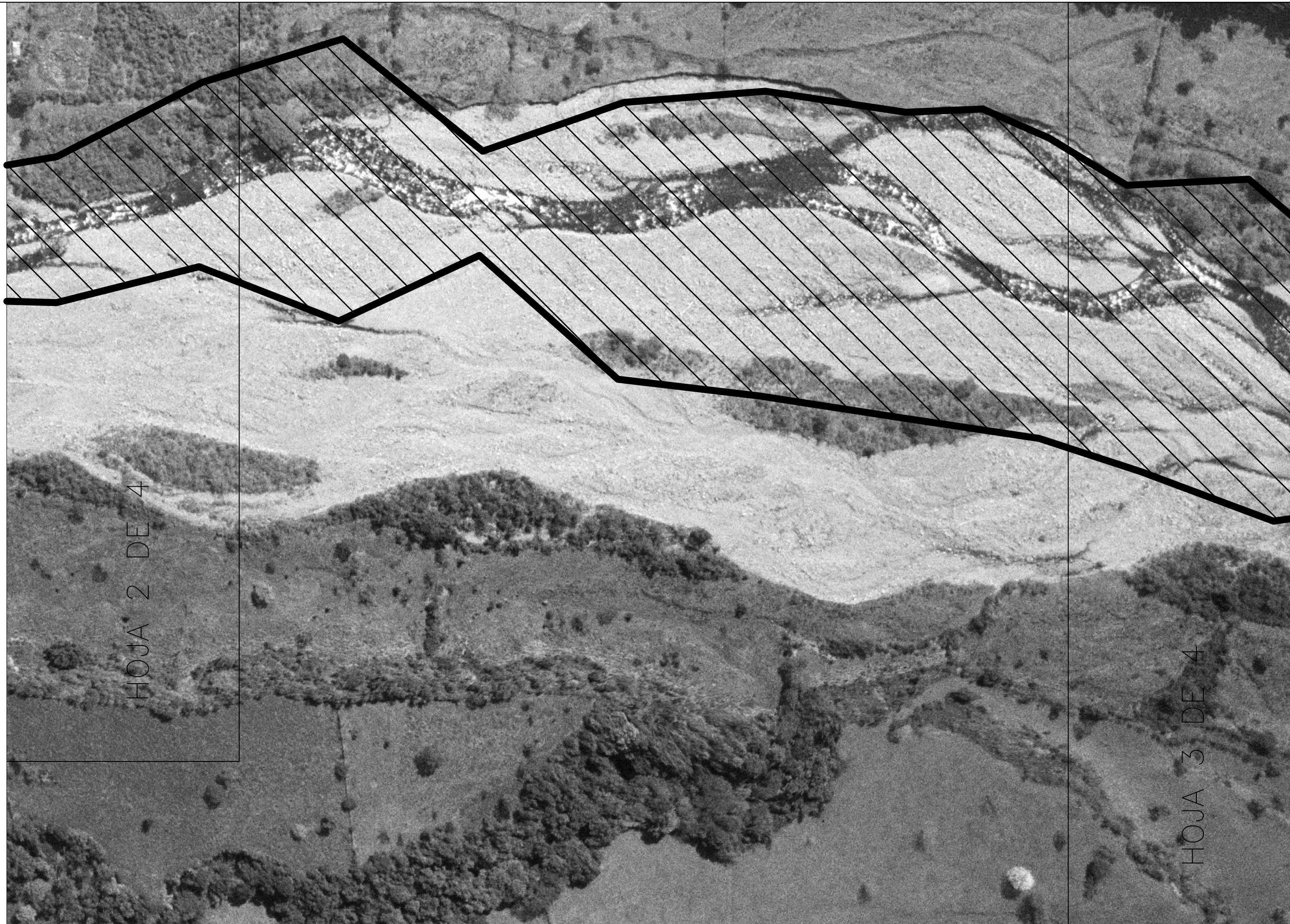
N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:
1:1.250 1:2.500
Formato A1 Formato A3



TITULO:
Llanura inundación Q1000 (2 de 4)

Grupo n°: 2
Plano n°: 3
FECHA: Mayo, 2013



HOJA 2 DE 4

HOJA 3 DE 4



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS

Ing. Caminos, Canales y Puertos

DIBUJADO: MARC

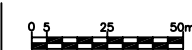
REVISADO:

N.	FECHA	REVISION

ESCALAS:

1:1.250

1:2.500



Formato A1

Formato A3

Graficas

TITULO:

Llanura inundación Q1000 (3 de 4)

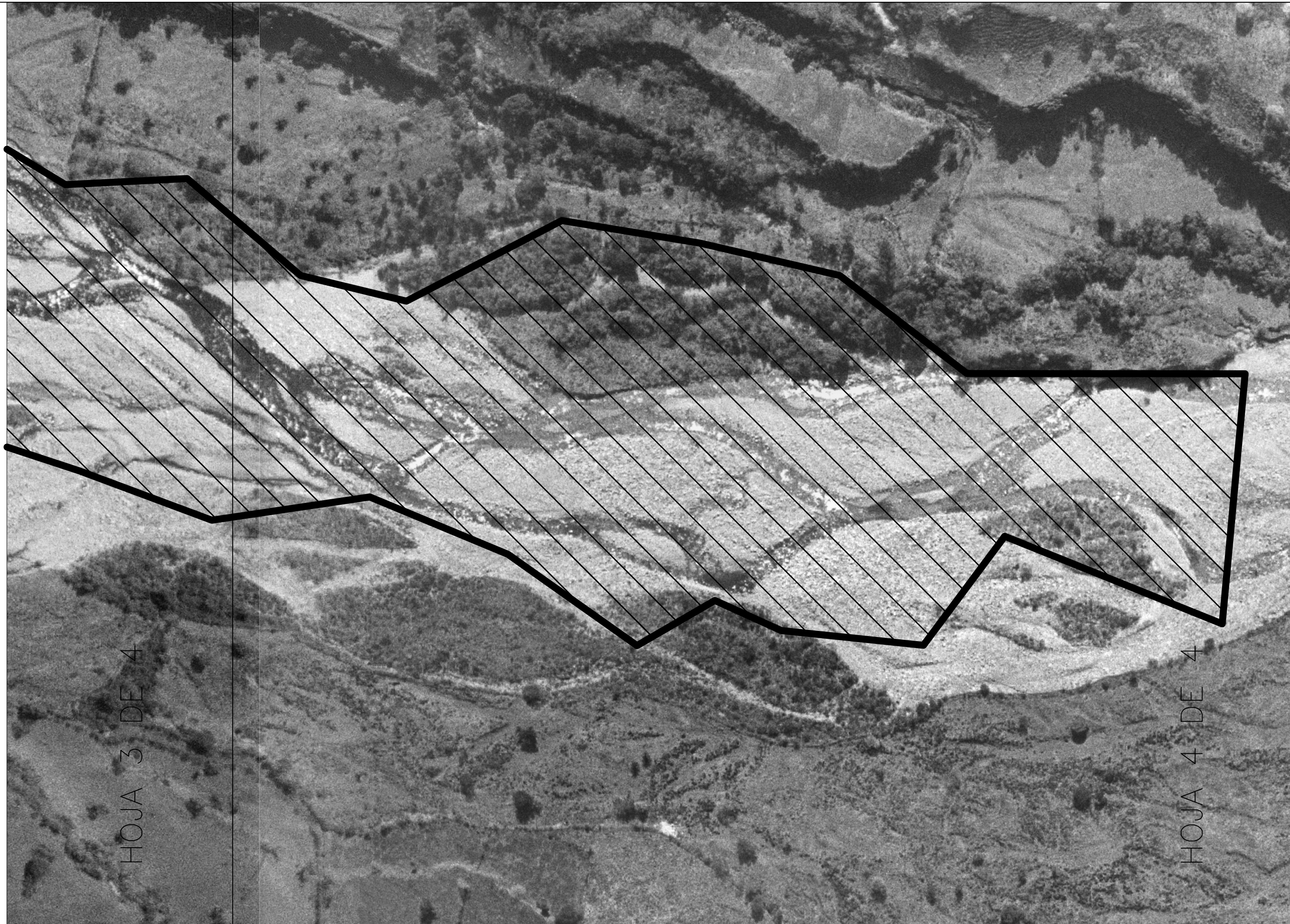
Grupo n°:

2

Plano n°:

4

FECHA: Mayo, 2013



HOJA 3 DE 4

HOJA 4 DE 4



DESARROLLOS HIDROELECTRICOS INDUSTRIALES S.L.

CLIENTE:

HIDROPIEDRA S.A.

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE BOCALATÚN (RP-490)

PROYECTADO: JORGE MESTRES LUCAS

Ing. Caminos, Canales y Puertos

DIBUJADO: MARC

MARC

REVISADO:

N.	FECHA	REVISION

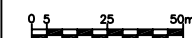
ESCALAS:

1:1.250

1:2.500

Formato A1

Formato A3



Graficas

TITULO:

Llanura inundación Q1000 (4 de 4)

Grupo n°:

2

Plano n°:

5

FECHA: Mayo, 2013

ANEXO D

LISTA ALTERNATIVA DE CONTACTOS EN CASO DE EMERGENCIAS

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

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
HIDROPIEDRA	Dagoberto Corro	Jefe de planta	Oficina: 667-40084 Celular: Correo:
HIDROPIEDRA	Eugenio de los Santos	Gerente de planta	Oficina: 393-2880 Celular: Correo: edelosantos@idesapanama.com
HIDROPIEDRA	Gabriel Diez Montilla	Gerente de operaciones	Oficina: 265-0314 Celular: Correo: gdiezm@udgpanama.com
ETESA PANAMA	Fernando Marciscano	Gerente	Oficina: 501-3802/3801/3800 Celular: Correo: fmarciscano@etesa.com.pa cnd@etesa.com.pa
ETESA – CND PANAMA	Carlos A. Barreto	Gerente	Oficina: 230-8100/8103 Celular: Correo: cbarreti@etesa.com.pa cnd@etesa.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Iván Jaramillo	Gerente	Oficina: 501-3849 Celular: Correo: ijaramillo@etesa.com.pa

Presentamos a continuación una lista de teléfonos, que si bien no corresponden con el listado de contactos alternativos en caso de emergencia pueden ser de utilidad en caso de emergencia.

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
SINAPROC CHIRIQUI	Jose Donderis	Director Provincial	Oficina: 774-7325/775-9071/774-3944 Celular: Correo: donderisj@hotmail.com
SINAPROC PANAMA	Arturo Alvarado	Director	Oficina: 316-3200 Celular: Correo: lcampillo_02@hotmail.com
POLICIA NACIONAL DE BOQUERON	Rodrigo Jiménez	Mayor	Oficina: 722-4036/722-7027 Celular: Correo:

BOMBERO DE BOQUERON	Gonzalo Chang Gil	Comandante	Oficina:776-4100 Celular: Correo:
BOMBEROS DE ALANGE	Migdalia Morales	Directora	Oficina:772-7031 Celular: Correo:
BOMBEROS PANAMA	Edgar Salazar	Capitán	Oficina: 512-6160 Celular: Correo
HOSPITAL REGIONAL CSS Dr. RAFAEL HERNANDEZ DE CHIRIQUÍ	Erick Miranda	Director Regional	Oficina:774-6067 Celular: Correo:
POLICLINICA ESPECIALIZADA Dr. PABLO ESPINOZA	Elián Calvo	Director Regional	Oficina:770-6217 Celular: Correo:
HOSPITAL DE CHIRIQUÍ	Rigoberto Martinez	Director Regional	Oficina:774-0128 Celular: Correo:
HOSPITAL CSS PANAMA	Guillermo Saez Llorens	Director	Oficina: 503-60-32/2532 Celular: Correo: www.css.gob.pa
HOSPITAL SANTO TOMAS PANAMA	José Terán	Director	Oficina: 507-4122/5600 Celular: Correo: www.hst.gob.pa
MUNICIPIO BOQUERON	Juan Serrano	Alcalde	Oficina: 722-4022 Celular: Correo:
MUNICIPIO ALANJE	Melva Aguilar	Alcaldesa	Oficina: 772-7001 Celular: Correo:
CENTRO DE SALUD BOQUERON	Vicente Tuñon	Director Regional	Oficina: 722-4064 Celular: Correo: www.minsa.gob.pa
CENTRO DE SALUD DE ALANJE	Iris Bravo	Director Regional	Oficina: 722-7014 Celular: Correo: www.minsa.gob.pa
CRUZ ROJA DE DAVID CHIRIQUÍ	Erick Pitti	Directora Regional	Oficina: 775-3737 Celular: Correo:
CRUZ ROJA DE BUGABA	Anayansi Jiménez	Directora	Oficina: 770-3784 Celular: Correo:
CRUZ ROJA PANAMA	Jaime Fernández	Director	Oficina: 315-1429/1401 Celular: Correo: cruzroja@pa.gbnet.cc

MIVI CHIRIQUI	Jorge O. Montenegro	Director Regional	Oficina: 775-3651/775-1372 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MIVI PANAMA	Carlos Duboy	Director	Oficina: 579-9230/9202/0000 Celular: Correo: www.mivi.gob.pa
MEDUCA CHIRIQUÍ	Gertrudis Rodríguez	Director Regional	Oficina: 775-4102/775-7517 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MEDUCA PANAMÁ	Lucynda Molinar	Ministra de Educación	Oficina: 511-4400/515-7300 Celular: Correo: meduca@meduca.gob.pa
MOP CHIRIQUÍ	Roberto Lezcano	Directora Regional	Oficina: 775-4101 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
MOP PANAMÁ	Federico Suarez	Director	Oficina: 507-9400/9481 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
IDAAN CHIRIQUÍ	Zenón Gonzalez	Director Regional	Oficina: 7775-5280 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
IDAAN PANAMÁ	Manuel González Ruiz	Director	Oficina: 523-8570/8567 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
CORREGIDURÍA DE BOQUERON	Joana Espinosa	Corregidor	Oficina: 772-4022 Celular: Correo:
CORREGIDOR DE ALANJE	Jose Beitía	Corregidor	Oficina: 772-7001 Celular: Correo:
HONORABLE REPRESENTANTE BOQUERON	Mario Concepción	Representante	Oficina: 772-4022 Celular: Correo:
HONORABLE REPRESENTANTE ALANJE	Iván Rojas	Representante	Oficina: 772-7001 Celular: Correo:
SERVICIO AEREO NACIONAL	Belsio Giolis	Director General	Oficina: 211-6000/238-1000 Celular: Correo:
SERVICIO MARITIMO NACIONAL	Alfonso Castillero	Director General de Marina Mercante	Oficina: 501-5033 Celular: Correo:

ANEXO E

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS DE HECRAS

E.1 Datos de Entrada

El río Piedra ha sido modelado a partir de la topografía de la región usando secciones transversales como se muestra en la figura E1.

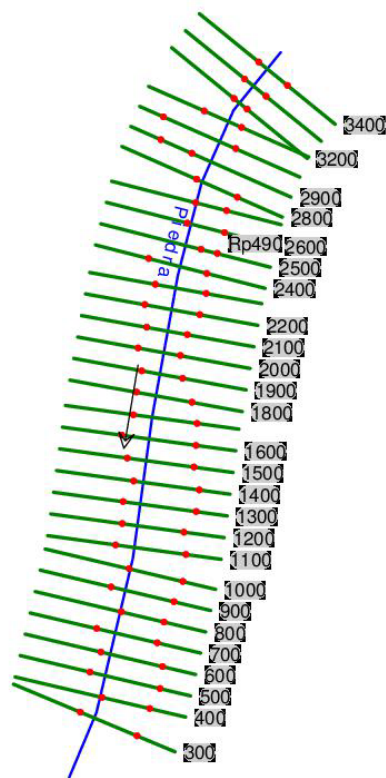


Figura E1

Secciones Transversales en el Río Piedra

Las secciones transversales han sido modeladas de acuerdo a la topografía y aparecen ordenadas de mayor a menor en la dirección hacia aguas abajo. La Figura E2 muestra como ejemplo una de las secciones.

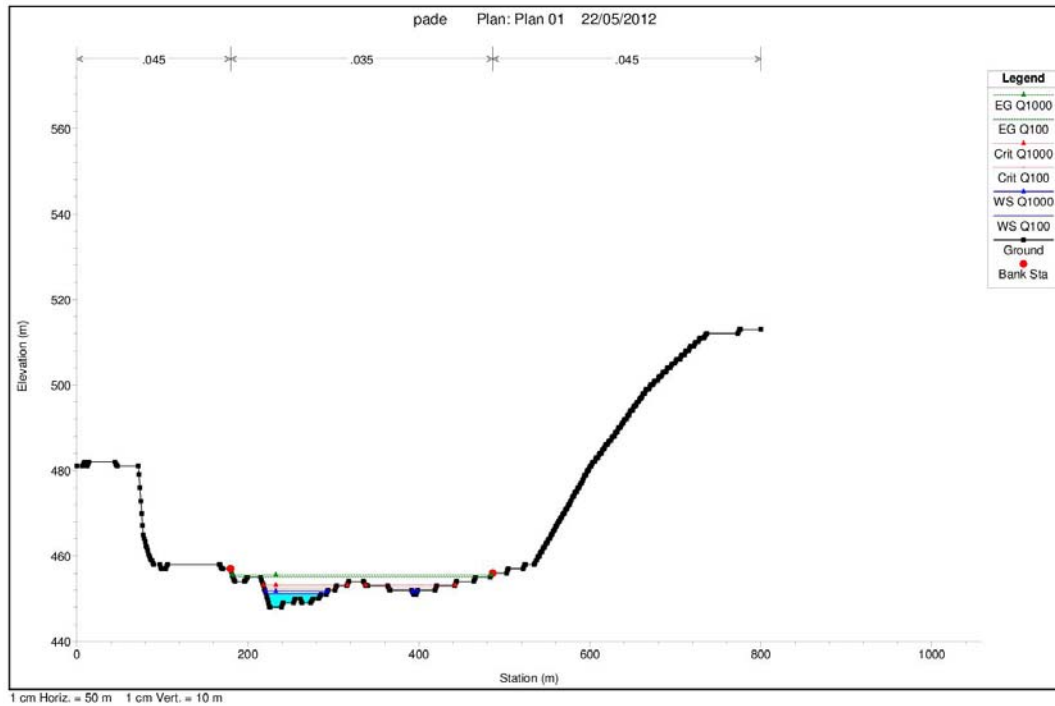


Figura E2
Sección 1500

Las características hidráulicas del río han sido modeladas mediante las propiedades de rugosidad (Manning) para las secciones del cauce y las riberas del río. La Tabla E1 muestra los datos usados de Manning para el análisis hidráulico.

	Ribera derecha	Central	Ribera izquierda
Valor coeficiente Manning	0.045	0.035	0.045

Tabla E1

Valores de Coeficiente Manning (n)

E. 2 Resultados de HECRAS

El programa HECRAS modela el recorrido del río para las distintas crecidas analizadas y localiza el nivel del agua en cada estación de estudio. La Figura E3 muestra una vista isométrica de la crecida de 1:1,000 años, mientras que la figura E4 muestra el perfil.

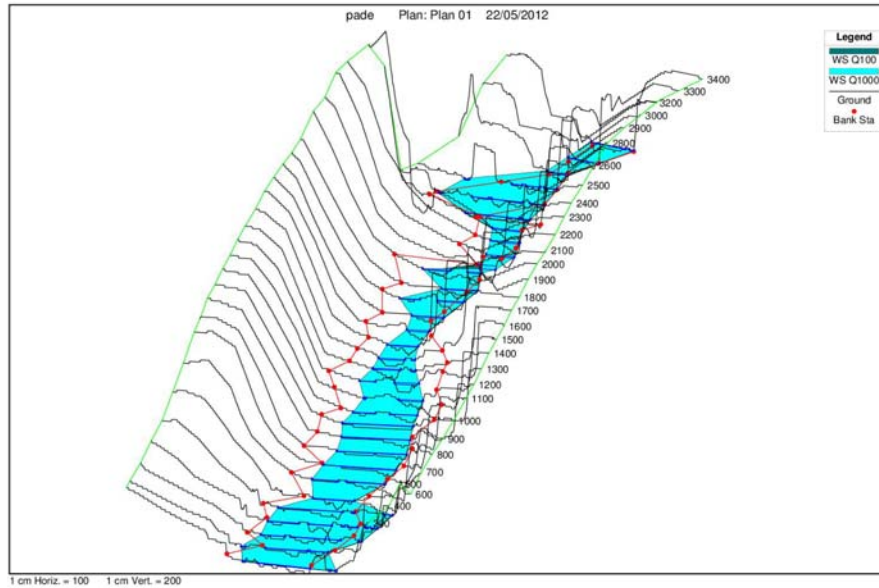


Figura E3
Isométrico de la Crecida

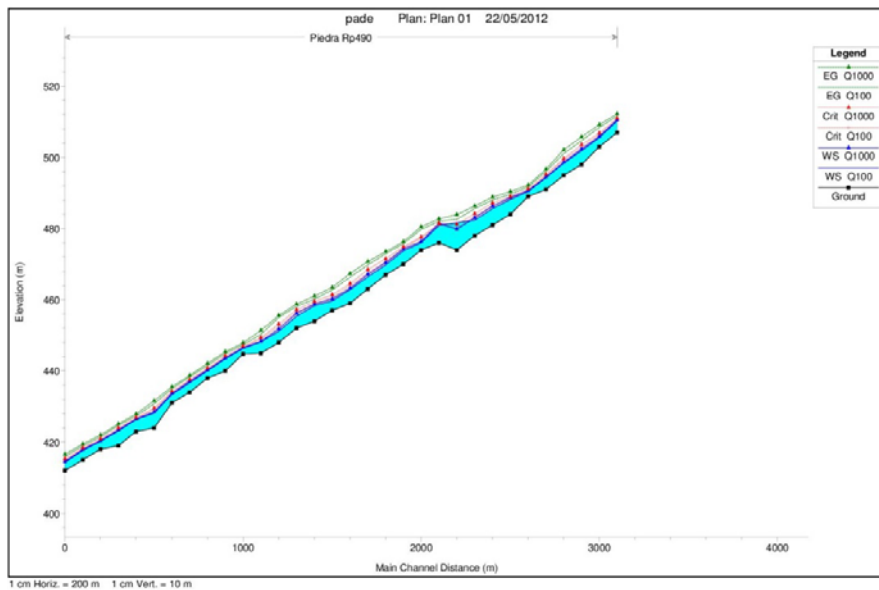


Figura E4
Perfil de la Crecida

Tabla de Resultados: la Tabla E2 muestra los resultados de la corrida para las dos condiciones analizadas 1:100 y 1:1,000 años.

HEC-RAS Plan:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W. S. (m)	E. G. Elev (m)	E. G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rp490	3400	Q100	1150.74	507.00	510.26	510.59	511.62	0.020026	5.18	223.93	155.04	1.36
Rp490	3400	Q1000	1550.78	507.00	510.55	511.04	512.26	0.019975	5.81	269.44	156.77	1.40
Rp490	3300	Q100	1150.74	503.00	505.60	506.41	508.42	0.051928	7.47	155.09	124.95	2.13
Rp490	3300	Q1000	1550.78	503.00	505.90	506.85	509.20	0.045943	8.07	193.66	126.64	2.08
Rp490	3200	Q100	1150.74	498.00	501.90	502.75	504.72	0.027662	7.46	155.33	78.03	1.67
Rp490	3200	Q1000	1550.78	498.00	502.33	503.58	505.77	0.026329	8.25	191.99	86.55	1.68
Rp490	3100	Q100	1150.74	495.00	498.40	499.31	501.07	0.048940	7.29	161.43	136.25	2.06
Rp490	3100	Q1000	1550.78	495.00	498.61	499.65	502.12	0.053672	8.37	190.08	138.02	2.20
Rp490	3000	Q100	1150.74	491.00	494.33	494.84	496.03	0.046115	5.77	199.28	213.69	1.91
Rp490	3000	Q1000	1550.78	491.00	494.51	495.25	496.67	0.047517	6.51	238.28	218.08	1.99
Rp490	2900	Q100	1150.74	489.00	490.44	490.79	491.70	0.038322	5.44	232.06	210.78	1.75
Rp490	2900	Q1000	1550.78	489.00	490.67	491.14	492.25	0.038205	6.20	279.97	212.02	1.81
Rp490	2800	Q100	1150.74	484.00	488.19	488.41	489.63	0.012807	5.31	216.72	99.81	1.15
Rp490	2800	Q1000	1550.78	484.00	488.77	488.97	490.39	0.010850	5.65	274.32	101.20	1.10
Rp490	2700	Q100	1150.74	481.00	485.66	486.43	488.03	0.017902	6.82	168.66	67.89	1.38
Rp490	2700	Q1000	1550.78	481.00	486.29	487.20	488.86	0.020221	7.09	218.64	91.52	1.46
Rp490	2600	Q100	1150.74	478.00	482.39	483.44	485.62	0.031431	7.97	144.42	69.94	1.77
Rp490	2600	Q1000	1550.78	478.00	483.05	484.20	486.36	0.029542	8.06	192.50	87.85	1.74
Rp490	2500	Q100	1150.74	474.00	481.70	480.20	482.60	0.030204	4.22	272.64	59.97	0.63
Rp490	2500	Q1000	1550.78	474.00	479.86	481.19	483.94	0.019034	8.95	173.28	47.08	1.49
Rp490	2400	Q100	1150.74	476.00	480.95	480.95	482.08	0.008768	4.72	243.89	100.42	0.97
Rp490	2400	Q1000	1550.78	476.00	481.51	481.51	482.75	0.009536	4.94	313.80	128.75	1.01
Rp490	2300	Q100	1150.74	474.00	476.05	477.32	479.82	0.068983	8.60	133.76	108.03	2.47
Rp490	2300	Q1000	1550.78	474.00	476.40	477.62	480.56	0.055621	9.03	171.70	109.50	2.30
Rp490	2200	Q100	1150.74	470.00	473.77	474.43	475.77	0.021329	6.26	183.94	97.35	1.45
Rp490	2200	Q1000	1550.78	470.00	474.26	474.86	476.33	0.025172	6.37	243.34	142.62	1.56
Rp490	2100	Q100	1150.74	467.00	469.85	470.78	472.96	0.035118	7.81	147.34	81.56	1.85
Rp490	2100	Q1000	1550.78	467.00	470.41	471.52	473.50	0.029617	7.79	199.11	97.30	1.74
Rp490	2000	Q100	1150.74	463.00	466.49	467.52	469.81	0.028054	8.07	142.61	61.99	1.70
Rp490	2000	Q1000	1550.78	463.00	467.15	468.48	470.75	0.024728	8.41	184.45	68.47	1.64
Rp490	1900	Q100	1150.74	459.00	462.83	463.89	466.37	0.042446	8.34	138.02	79.26	2.02
Rp490	1900	Q1000	1550.78	459.00	463.22	464.49	467.37	0.047019	9.03	171.74	94.81	2.14
Rp490	1800	Q100	1150.74	457.00	459.70	460.67	462.76	0.028925	7.75	148.56	72.48	1.73
Rp490	1800	Q1000	1550.78	457.00	460.28	461.41	463.50	0.028329	7.95	195.02	89.98	1.72
Rp490	1700	Q100	1150.74	454.00	458.36	458.89	460.18	0.017420	5.98	192.30	93.86	1.33
Rp490	1700	Q1000	1550.78	454.00	458.80	459.52	461.03	0.017216	6.62	234.39	97.18	1.36
Rp490	1600	Q100	1150.74	452.00	455.41	456.48	458.15	0.021694	7.33	156.91	65.40	1.51
Rp490	1600	Q1000	1550.78	452.00	456.18	457.17	458.77	0.029829	7.13	217.60	122.01	1.70
Rp490	1500	Q100	1150.74	448.00	451.15	452.48	455.02	0.044765	8.72	132.03	74.00	2.08
Rp490	1500	Q1000	1550.78	448.00	451.78	453.15	455.57	0.031824	8.62	179.85	78.82	1.82
Rp490	1400	Q100	1150.74	445.00	448.21	448.94	450.29	0.039406	6.40	179.90	147.88	1.85
Rp490	1400	Q1000	1550.78	445.00	448.35	449.35	451.39	0.050402	7.73	200.56	149.07	2.13
Rp490	1300	Q100	1150.74	444.79	446.40	446.61	447.39	0.018116	4.41	261.20	212.31	1.27
Rp490	1300	Q1000	1550.78	444.79	446.61	446.97	447.92	0.019396	5.06	306.53	213.00	1.35
Rp490	1200	Q100	1150.74	440.00	443.40	443.83	444.89	0.034744	5.42	212.46	205.05	1.70
Rp490	1200	Q1000	1550.78	440.00	443.64	444.22	445.43	0.031674	5.92	261.87	206.15	1.68
Rp490	1100	Q100	1150.74	438.00	440.08	440.49	441.50	0.032722	5.28	218.03	209.51	1.65
Rp490	1100	Q1000	1550.78	438.00	440.27	440.81	442.12	0.034439	6.03	257.27	210.35	1.74
Rp490	1000	Q100	1150.74	434.00	436.75	437.27	438.35	0.030063	5.60	205.56	168.93	1.62
Rp490	1000	Q1000	1550.78	434.00	437.10	437.59	438.77	0.031553	5.71	271.37	224.80	1.66
Rp490	900	Q100	1150.74	431.00	433.42	433.89	435.01	0.037175	5.59	205.96	199.47	1.76
Rp490	900	Q1000	1550.78	431.00	433.67	434.28	435.52	0.032955	6.03	257.09	202.50	1.71
Rp490	800	Q100	1150.74	424.00	428.17	429.13	430.77	0.046275	7.14	161.12	124.61	2.00
Rp490	800	Q1000	1550.78	424.00	428.46	429.52	431.61	0.044012	7.86	197.31	127.17	2.01
Rp490	700	Q100	1150.74	423.00	426.41	426.61	427.38	0.019910	4.44	267.91	234.81	1.31
Rp490	700	Q1000	1550.78	423.00	426.57	426.92	427.92	0.023625	5.24	305.70	236.62	1.45

Tabla E2
Resultado de HECRAS