

19/12/2024



**PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DURANTE  
EMERGENCIAS (PADE-ACTUALIZACION)  
CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTE LIRIO**



---

**ACTUALIZADO POR:  
ING. JOSE MANDARAKAS  
Diciembre 2024**

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Planificación de las Acciones Durante Emergencias (PADE).....</b>	<b>6</b>
1.1. Descripción de la Central Hidroeléctrica Montelirio.....	7
1.2. Monitoreo y detección de Anomalías.....	10
1.3. Franjas de Operación de Embalses.....	11
1.4. Implementación de un Sistema de Alerta Hidrológico.....	12
<b>2. Identificación de las Emergencias.....</b>	<b>14</b>
2.1. Detección de la Anomalía.....	14
2.2. Tipos de Alerta.....	16
2.3. Diagramas de Aviso.....	17
2.4. Alertas para los riesgos identificados para la presa de Montelirio.....	17
<b>3. Procedimiento para Declarar la Emergencia.....</b>	<b>26</b>
3.1. Procedimiento para el Manejo de las Emergencias.....	26
3.2. Situaciones de Emergencia.....	29
3.3. Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias.....	30
3.4. Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal.....	31
3.4.1. El procedimiento por colapso Estructural en condición de operación Normal:.....	32
3.4.2. El procedimiento por colapso Estructural en condición de operación Normal (por sismo):.....	33
3.5. Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias.....	33
3.6. Por Apertura Súbita de Compuertas.....	35
3.7. Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa.....	36
<b>4. Estudio de Afectación de Ribera de Embalse y Valle.....</b>	<b>37</b>
<b>5. Estudio Hidrológico y Modelación Hidráulica.....</b>	<b>39</b>
5.1. Crecidas Máximas de Caudales.....	39

5.2. Aplicación Del Método De Análisis Regional De Crecidas Máximas Presa Montelirio .....	39
5.3. Cálculo de Hidrogramas de Crecidas Máximas .....	41
5.4. Estudio de la Falla de una Presa.....	43
5.5. Resultados de la Simulación .....	48
5.5.1. Resultado de la simulación para el tramo de estudio desde la Presa Montelirio.....	48
5.6. Vinculación con el Sistema de Protección Civil. Planes de Evacuación.....	89
5.7. Simulacros de Emergencia .....	90
<b>6. Actualización del PADE.....</b>	<b>94</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO A - PLANOS .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO B - MAPAS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO C - FIGURAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO D - FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO E – DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES Y UMBRALES DE ALERTA .....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO F- MODELO DIGITAL DEL TERENO (MDT) PARA LA CH MONTE LIRIO.....</b>	<b>140</b>
<i>ANEXO G – TABLAS CON RESULTADOS HIDRÁULICOS .....</i>	<i>142</i>
<i>ANEXO H– MAPAS DE INUNDACIÓN .....</i>	<i>146</i>
<i>ANEXO I - ROTURA DURANTE CRECIDA DE DISEÑO .....</i>	<i>147</i>
<i>ANEXO J - ROTURA DURANTE OPERACION NORMAL .....</i>	<i>151</i>
<i>ANEXO K - TRANSITO DE CRECIDA DE 2.33 AÑOS .....</i>	<i>155</i>
<i>ANEXO L - TRANSITO DE CRECIDA EN 100 AÑOS .....</i>	<i>159</i>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Datos Significativos de la presa Montelirio .....	10
Tabla 2. Descripción de Equipos que serán usados en la Presa Montelirio para el Monitoreo de Anomalías.....	10
Tabla 3. Franjas de Operación de embalses de la Central Hidroeléctrica Montelirio.....	11
Tabla 4. Lugar Poblado, aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Montelirio.....	12
Tabla 5. Descripción de los Tipos de Alerta a Implementar según la Resolución AN 3932-ELEC del 2010 para los riesgos identificados de la presa de la Central Hidroeléctricas Montelirio.....	16
Tabla 6. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia .....	30
Tabla 7. Análisis de Rotura de las Presas de la Central Hidroeléctrica Montelirio en condición de operación Normal <sup>8</sup> .....	32
Tabla 8. Análisis de Rotura de las Presas de la Central Hidroeléctrica Montelirio durante Crecidas Extraordinaria (9) .....	34
Tabla 9. Resumen de los Escenarios de Afectaciones de Riberas de Embalse y Valles. ....	38
Tabla 10. Factores de Distribución para diferentes periodos de retorno.....	40
Tabla 11. Caudales máximos instantáneos según el análisis regional de crecidas (10).....	41
Tabla 12. Hidrograma de Crecidas Adimensional Río Chiriquí Viejo hasta el Sitio de Presa (Resultados de Modelación Hidráulica. CEDSA 2018).....	42
Tabla 13. Hidrograma de Crecida Máxima. Sitio de Presa sobre el Rio Chiriquí Viejo (12) .....	43
Tabla 14. Cálculo de Parámetros de Brecha de acuerdo con el Método de Froehlich (2008), Presa Montelirio.....	45
Tabla 15. Caudales con diferentes periodos de retorno de las presas de la Central Hidroeléctrica Montelirio.....	47
Tabla 16. Resultados de la simulación para los diferentes períodos de retorno de la Presa Montelirio bajo la Condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias para un Periodo de Retorno de 1000 años. ....	49
Tabla 17. Resultados del Tiempo de recorrido de la onda de crecida de la Presa Montelirio bajo la Condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias para un Periodo de Retorno de 1000 años .....	56
Tabla 18. Resultados de la simulación por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal .....	59
Tabla 19. Resultados del tiempo de recorrido de la onda de crecida de la Presa Montelirio por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal.....	62
Tabla 20. Resultados de la simulación bajo la Condiciones de Colapso Estructural en Condiciones de Crecidas Extraordinarias (15) .....	65
Tabla 21. Resultados del tiempo de recorrido de la onda de crecida de la Presa Montelirio por	



Condiciones de Colapso Estructural en Condiciones de Crecidas Extraordinaria.....68  
Tabla 22. Lista de Ubicaciones de los Diagramas de Avisos Impresos .....89

**Índice de Figuras**

Figura 1. Sección transversal de casa de máquina de la central Hidroeléctrica Montelirio. Tomado del plano del fabricante, Andritz Hydro No. 89109453 .....9  
Figura 2. Cara Frontal y vista de la Presa Montelirio.....9  
Figura 3. Modelos satelitales. ....13  
Figura 4. Sección transversal – Estación 765 .....113  
Figura 5. Sección transversal – Estación 2765 .....114  
Figura 6. Perfil Longitudinal del Escenario de Colapso Estructural bajo condiciones de Crecidas Extraordinarias .....115  
Figura 7. Fotos de las instalaciones.....117

## Introducción

El Plan de Acción durante Emergencia (PADE) ha sido preparado para ayudar al personal de EISA en la Central Hidroeléctrica Montelirio, mediante la oportuna y confiable detección, evaluación, y clasificación de una situación de emergencia existente o potencial en las Presas ubicadas en el río Chiriquí Viejo. Diversas situaciones serias que podrían llevar a la falla incluyen desastres naturales y situaciones relacionadas con actividades humanas; en este sentido, este PADE establece clasificaciones de las diferentes emergencias relacionadas con la presa de acuerdo con su gravedad y urgencia. También se describen las condiciones o medidas para la detección y evaluación de una emergencia potencial o existente.

Esta versión del documento es la actualización de los factores de riesgos que se han sumado, posterior a los eventos del 2020 y 2024 donde la temporada de huracanes se ha visto intensificada. En la actualidad la Central tiene más de 10 años de operación.

El objetivo general del PADE es salvaguardar la vida de las personas, proteger el ambiente y minimizar los daños a la propiedad al establecer en un plan de acción la manera de proceder ante una emergencia. Los objetivos específicos son:

- Identificar las situaciones de emergencia aplicables que pudiesen suscitarse durante la operación de la Central Hidroeléctrica Montelirio.
- Proporcionar procedimientos alternativos al orden normal de la empresa, que permitan un adecuado funcionamiento, aun cuando sus actividades se viesen alteradas por un accidente interno o externo.
- Minimizar el impacto de la emergencia implementando las tres fases de acciones que siguen una secuencia lógica; para cada una de estas etapas se plantean situaciones específicas. Cada fase conlleva a una acción particular:
  - Antes de la emergencia: Preparación y organización.
  - Durante la emergencia: Atención de la emergencia.
  - Después de la emergencia: Rehabilitación y reconstrucción.

## 1. Planificación de las Acciones Durante Emergencias (PADE)

El plan de acción durante emergencia es la herramienta que establece la organización de los recursos humanos y materiales necesarios para el control de los factores de riesgo que puedan comprometer la seguridad de la presa en dicha central. Además, el PADE propone acciones que deben realizarse durante una emergencia para salvaguardar la vida y bienes de la población que se encuentre aguas abajo del embalse.

El PADE que a continuación se desarrolla, define las responsabilidades y procedimientos para identificar, evaluar, clasificar y notificar a los organismos responsables sobre las emergencias que puedan ocurrir en la presa de la Central Hidroeléctrica Montelirio, de acuerdo con las Normas de Seguridad de Presa establecidas según el ANEXO A de la Resolución AN No. 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 por la Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP).

Mediante los sistemas de información, alerta y alarma que se establezcan en el PADE, se facilitará la puesta en disposición preventiva de los servicios y recursos que hayan de intervenir para la protección de la población y el medio ambiente circundante, en caso de rotura o falla grave de la presa; a la vez de posibilitar que la población potencialmente afectada pueda ser debidamente auxiliada por los organismos competentes.

En resumen, el PADE ayudará a:

- Identificar las emergencias, proveer los planes para actuar en tales circunstancias y diseñar los diagramas de avisos.
- 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 difundir una estrategia de acción entre los posibles protagonistas de la emergencia, para comunicar la información sobre

incidentes, la comunicación de alertas y la puesta en funcionamiento, en caso necesario, de los sistemas de alarma que se establezcan.

- Identificar 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 alturas del agua y efectuar el correspondiente análisis de riesgos.

Por otra parte, EISA tendrá las condiciones para operar la emergencia en forma segura para lo cual se contará con lo siguiente:

- 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.

Si bien es cierto que el enfoque central de la generación de un PADE es la de proteger la seguridad y vida de los habitantes aguas abajo, existen otras situaciones extraordinarias o muy particulares que requieren considerar avisos especiales. En el caso específico de la Central Hidroeléctrica Montelirio se presentará alertas y diagramas de aviso en la situación de inundación en su casa de máquina, lo cual se han simulado y comprobado con simulaciones hidráulicas debido a los niveles de agua en la descarga de la Central Hidroeléctrica Montelirio en condiciones atmosféricas desfavorables.

## *1.1. Descripción de la Central Hidroeléctrica Montelirio*

La Central hidroeléctrica Montelirio ubicado en el Distrito de Renacimiento, Provincia de Chiriquí, es un proyecto localizado en la cuenca media del Río Chiriquí Viejo (Mapa 1). Este proyecto en conjunto con el Proyecto Pando forma un complejo hidroeléctrico en Cascada. La Central Hidroeléctricas Montelirio aprovecha las aguas limpias y desarenadas provenientes de la descarga de la Central Hidroeléctrica Pando. El sistema de derivación diseñado para un caudal de 21 m<sup>3</sup>/s

consiste en una presa, compuerta de fondo y toma de agua lateral con desgravador y desarenador. Este sistema recibe las aportaciones de las aguas turbinas de la central Pando y de los tributarios que se encuentran a lo largo del segmento del cauce entre la presa Pando y la presa Montelirio. A continuación, se presenta una breve descripción de las principales estructuras de la Central Hidroeléctrica Montelirio.

**Toma de Agua Lateral:** La toma de agua lateral, cuenta con una pantalla deflectora, un desgravador con su compuerta de limpieza, reja para captar objetos flotantes (con su limpiar rejas), y compuertas de control. El desarenador está dimensionado para captar partículas mayores 0.5 mm de acuerdo con criterios usuales para este tipo de estructura, consiste en un solo canal de 8.0 m de ancho por 52 de largo. Al final del desarenador se encuentra una cámara en donde se inicia la conducción a presión y donde se unen con las aguas que vienen directamente de la restitución de la Central Hidroeléctrica Pando.

**Túnel:** El túnel mantiene un rumbo aproximadamente paralelo al trazado de la tubería forzada de la Central Hidroeléctrica Pando. Este túnel tiene una longitud de 7,900 m y un diámetro de 3.2 metros.

**Tanque de Oscilación:** El tanque de oscilación conformado por orificio se encuentra semienterrado, lo que hace que sea más seguro contra sismos. Tiene 18 m de diámetro interno y una altura de 69 m (32 metros el tanque y 37 metros el pozo de conexión). El tanque es de concreto reforzado y el pozo está revestido con tubos de PRFV.

**Tubería a Presión:** Tiene un diámetro de 2.5 m hasta 1.5 m y una longitud total de 2,800 m.

**Línea de Alta Tensión:** A partir de la subestación se tendrá una línea de alta tensión, de 230 KV trifásica para la salida de energía y potencia generada, con cable LA-180 en dúplex, y cable de tierra con fibra óptica para comunicaciones. Las centrales hidroeléctricas Pando y Montelirio están conectada entre sí.

**Casa de Máquinas:** Esta casa de máquina se ubica dentro de una terraza de mediano tamaño a una distancia prudencial del cauce del río Chiriquí Viejo, para protegerla contra cualquier eventual desbordamiento y cambio del cauce. Alberga tres (3) turbinas Pelton, cada una con seis (6) inyectores de 1,167 m<sup>3</sup>/s y con tres (3) válvulas mariposa, una para cada unidad, con su respectivo sistema de by-pass. La restitución de las aguas se realiza mediante un canal con una sección de forma trapezoidal, que comunica la casa de máquinas con el cauce. Además, tiene tres (3)



transformadores de potencia de 20 MVA y un sistema SCADA para protección y comunicación.

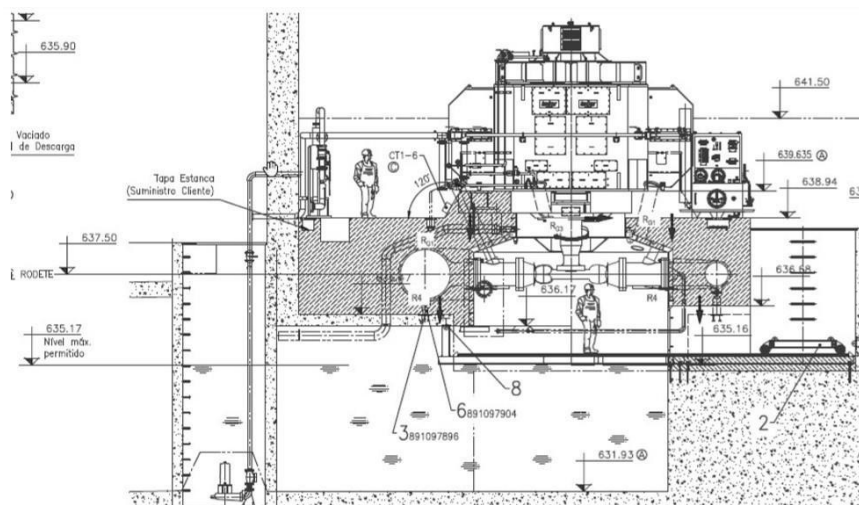


Figura 1. Sección transversal de casa de máquina de la central Hidroeléctrica Montelirio. Tomado del plano del fabricante, Andritz Hydro No. 89109453

**Presa:** La estructura de la presa es de gravedad y está construida de concreto estructural vaciado en bloques. El caudal de diseño es de 775 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 1,000 años. Sin embargo, estructuralmente está verificada para la avenida de 10, 000 años, la cual aporta un caudal de 1,120 m<sup>3</sup>/s. El ancho del vertedero libre de la presa es de 55 metros, la carga sobre la cresta para el caudal de diseño es de 3.57 metros. Para la avenida extraordinaria (10,000 años de retorno) la carga sobre la cresta es de 4.42 metros. La descarga de fondo la compone una compuerta de tipo radial, de 6 m de ancho por 8 m de altura, con capacidad de 195 m<sup>3</sup>/s estando parcialmente abiertas.



Figura 2. Cara Frontal y vista de la Presa Montelirio

*Tabla 1. Datos Significativos de la presa Montelirio*

Elevación del vertedero	947 msnm
Elevación de coronación	951.30 msnm
Elevación de descarga	940. 0 msnm
Área de drenaje	275 km <sup>2</sup>
Volumen del embalse	100,000 m <sup>3</sup>
Área del embalse	3 ha
Longitud total	83 m
Longitud de Vertedero	55 m
Caudal de Diseño de Vertedero	1120 m <sup>3</sup> /s (1:10000 años)
Coordenadas	973605N 308166 E
Características básicas de la Presa	Concreto estructural vaciado en bloques

Fuente: Información de Manuales suministrados por EISA, 2024

En el Anexo de planos se presentan los planos descriptivos de los diferentes componentes de la Presa Montelirio.

## 1.2. Monitoreo y detección de Anomalías

Para el monitoreo y detección de anomalías la Central Hidroeléctrica Montelirio cuenta con instrumentos que son medidos con una regularidad trimestral, en la Tabla 2 se presenta una descripción de los equipos que serán usados para el monitoreo y detección de anomalías en la Presa y Casa de la Central Hidroeléctrica Montelirio.

*Tabla 2. Descripción de Equipos que serán usados en la Presa Montelirio para el Monitoreo de Anomalías.*

Instrumento	Características	Fabricante	Modelo
Extensómetro de Varilla	Posibilita la lectura manual o automática con transductores de desplazamiento	OFITECO	EVO
Medidor de Juntas	Control externo de juntas entre bloques en las galerías de presa	OFITECO	N/A
Aforador de filtraciones	Control de filtraciones	OFITECO	AF-TH
Clavo de Nivelación y Colimación	Monitoreo de desplazamiento horizontal y vertical	OFITECO	N/A
Tubería inclinométrica	Control de desplazamiento horizontal	SISGEO	
Piezómetro de cuerda vibrante	Medición de presión intersticial y nivel freático	GLOETZL	EPVW 3
Transductor Lineal	Sensor de medida de desplazamiento lineal	GUEMISA	KL
Potenciómetro Lineal	Sensor de medida de desplazamiento lineal	ELAP	PM
Sensor Ultrasónico	Monitoreo y control de nivel	MITATEC	TEC /30IX400C12
Reloj Comparador		MITUTOYO	SERIE 575
Sonda Inclinométrica	Sonda de medida biaxial	SISGEO	N/A

Fuente: Información de Manuales suministrados por EISA, 2018

La información recabada con los instrumentos instalados será almacenada en los registradores de datos (datalogger) marca Campbel Scientific modelo CR 1000. Los datos almacenados en los

Planificación de las Acciones Durante Emergencias, Central Hidroeléctrica Montelirio datalogger serán transmitidos a través de una red usando los módulos ETHERNET. Finalmente, la información será procesada y analizada con el sistema SCADA (sistema computacional del fabricante del datalooger).

### 1.3. Franjas de Operación de Embalses

En la Tabla 3 se presentan las franjas de operación de los embalses de la Central Hidroeléctrica Montelirio.

Tabla 3. Franjas de Operación de embalses de la Central Hidroeléctrica Montelirio.

Franjas de normas de operación	Presa Montelirio	Compuerta de Fondo
	Cota (m)	Porcentaje
NmiOE	945.70	0%
NmiON	945.96	0%
NMON	947.00	0%
NMOE	948.00	A partir de 5%
NMCE	951.30	50%

Dónde:

NmiOE: Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria

NmiON: Nivel Mínimo de Operación Normal NMON:

Nivel Máximo de Operación Normal NMOE: Nivel Máximo de Operación Extraordinario (requiere apertura de compuerta a partir de 5 %)

NMCE: Nivel Máximo de Condición Extraordinaria (requiere apertura de compuerta al 50 %)

#### Sitios poblados aguas abajo del embalse de Montelirio

A continuación, en la Tabla 4, se presentan los sitios poblados que se localizan en la ribera del Río Chiriquí Viejo aguas abajo de la Presa Montelirio (Ver Mapa 2).

Corregimiento	Lugar Poblado	Viviendas totales Censo 2020	Población total Censo 2020	Coordenadas UTM (WGS-84)		Elev. Msnm
				Norte	Este	
Montelirio	Campo Alegre	83	336	970897	298102	841
	Villa Lourdes	38	183	971192	300365	884
	Montelirio	208	715	972441	299161	853
	San Antonio Arriba	43	183	973182	305957	1012
	San Antonio	147	589	972393	303856	997
Plaza Caisán	La Fila de Caisán	1	6	971914	312142	1338
	Caisán Primavera	94	344	971443	309406	1191
	Caisán Centro	128	521	970772	305622	1036
	Caisán Arriba	23	93	973182	308968	1140
	Caisán Abajo	2	21	969478	303098	955
	Plaza Caisán	331	1363	969578	299778	807
Totales		1098	4354			

**Fuente:** Lugares Poblados de la República, INEC, Contraloría General de la República. 2018. Coordenadas UTM, datos recopilados. CEDSA, 2018.

Observación: Los poblados agua debajo de la Central Montelirio se encuentran en cotas superiores a la Presa Montelirio. A la fecha el INEC no ha publicado actualizaciones.

#### 1.4. Implementación de un Sistema de Alerta Hidrológico

La cuenca 102 del Río Chiriquí Viejo cuenta con veintiséis (26) estaciones meteorológicas, de las cuales veinticuatro (24) son de tipo convencional y dos (2) de tipo satelital. De este total solo se encuentran activas Dieciséis (16), catorce (14) son convencionales y dos (2) satelitales, y son operadas por el Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA).

En tanto la subcuenca que drena hacia la central Montelirio cuenta con 4 estaciones activas. Estas estaciones meteorológicas proporcionan datos sobre precipitación acumulada aguas arriba del embalse. EISA les dará seguimiento a estos datos a través de comunicaciones directas del IMHPA, ETESA y Protección civil y a través del sistema web <https://www.imhpa.gob.pa/es/>.

EISA tiene en custodia una de estas estaciones meteorológica en el embalse de la central Pando por lo que puede verificar la información de esta y compagnarla con los registros de la central.

La utilización de un sistema de alerta hidrológico prevé de forma muy acertada el hidrograma de las avenidas que entrarán a la presa. Esta información sumada a los datos de nivel del embalse brinda

Planificación de las Acciones Durante Emergencias, Central Hidroeléctrica Montelirio un panorama que permitirá hacer simulaciones para predecir el nivel al que puede ascender el embalse y la toma de decisiones oportunas, ya sea, la declaración de un sistema de alerta y las acciones que esto conlleve aguas abajo de la presa.

Con los datos de precipitación y de caudal más la información de la instrumentación instalados en la presa Montelirio, los operadores tendrán información actualizada de los niveles del embalse, permitiendo establecer la velocidad de ascenso del agua por arriba de lo normal. Por tal razón, los operadores de la central hidroeléctrica Montelirio, deben estar consciente de la importancia de la lectura continua de la elevación del nivel de agua en el embalse y deben realizar el balance hídrico que permita establecer la necesidad de activar el sistema de alerta temprana.

El primer camino para evitar o minimizar las consecuencias de las precipitaciones extraordinarias, sin duda, es la previsión. De ahí que se entienda que el mejor modo de afrontar una situación de emergencia de este tipo es adelantarse, a través de los sistemas de predicción meteorológica.

Después de 10 años de operación de la Central, el equipo de EISA ha aprendido a utilizar los radares y satélites meteorológicos en donde se da vigilancia, en temporada seca, a los frentes fríos y en temporada lluviosa los sistemas de baja presión, ondas tropicales y huracanes y de igual forma se esperan comunicados de la fuerza de tarea conjunta conformada por Bomberos, IMHPA, Protección Civil y Policía Nacional.

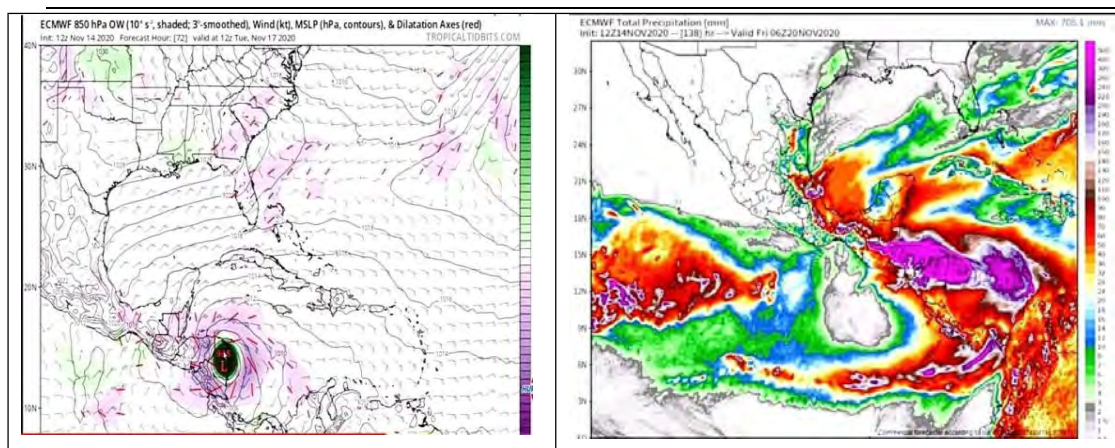


Figura 3. Modelos satelitales.

La figura 3, arriba extraída de la NOAA/AMAZON, satélites estacionarios para al atlántico GOES-16, GOES-18, y Himawari-9, muestran los modelos según el ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) del seguimiento del huracán IOTA desde el 14 de noviembre 2020 hasta el 17 de noviembre 2020.



La información más relevante sería la siguiente:

Vientos sostenidos a 850 hPa (aproximadamente 1.5 km de altitud) de hasta 260 km/h (categoría 5)

Precipitación total de 200 mm de lluvia para la región de interés.

Otra herramienta que está siendo utilizada es el sistema Servir.net que monitorea en un mismo sitio huracanes, tormentas y sismos.

## 2. Identificación de las Emergencias

### 2.1. *Detección de la Anomalía*

El personal de EISA en la Central Hidroeléctrica Montelirio está preparado para la oportuna y confiable detección, evaluación, y clasificación de las situaciones de emergencia existente o potencial, enumeradas en la sección 6, en la Presa de Montelirio.

Es más conveniente emitir una alerta mientras se confirma la magnitud de la emergencia, que esperar a que esa situación se produzca. El personal de mantenimiento del Central Hidroeléctrica Montelirio está entrenado para buscar condiciones que podrían afectar la integridad de la presa o sus estructuras asociadas. Durante la inspección, el personal de Mantenimiento Civil buscará condiciones tales como grietas y hundimientos, filtraciones, corrosión interna, intemperismo, asentamiento y/o deterioro.

En cuanto a la detección de anomalías en el caso de fallas estructurales habrá un sistema de vigilancia de piezómetros, aforador de filtraciones, sensor de nivel e inclinómetros que medirán niveles de filtraciones debajo de la base de la presa, nivel del embalse y desplazamientos

horizontales respectivamente. Además de la vigilancia visual de grietas, medición de los puntos de control en la corona de las presas, le indicarán a la empresa si existe alguna falla estructural por agotamiento de la estructura.

Las situaciones que podrían llevar a la falla incluyen desastres naturales y situaciones relacionadas con actividades humanas. Las actividades humanas pueden aumentar el potencial de impactos serios por falla de las presas, aguas abajo de la misma. Cuando las personas desarrollan actividades productivas y establecen sus hogares dentro de los límites de una zona inundable, el riesgo y potencial de peligro aumentan.

### **Desastres Naturales**

Los peligros naturales más importantes que podrían impactar las presas son: crecidas extraordinarias, así como los movimientos telúricos. La actividad sísmica no es predecible en el tiempo por lo que en el plan se plantea la detección del suceso y de los resultados de una inspección posterior. En tanto, las altas precipitaciones como tal no representan un riesgo especial a la presa; no obstante, generan posibles deslizamientos de los taludes en el embalse y saturación de sedimentos en el cuerpo de la presa, los cuales pueden causar diferentes situaciones de emergencia. De igual forma, las altas precipitaciones pueden aumentar el nivel del embalse llevando a una situación de vertimiento.

### **Actividades Humanas**

Las afectaciones asociadas a las actividades humanas están relacionadas principalmente a fallas de las estructuras por deterioro de material o mala construcción y/o diseño; también se pueden incluir errores de operación del personal responsable. Este tipo de actividades no serán consideradas dado que escapan de la capacidad de predecir.

Es posible que las estructuras que conforman la central hidroeléctrica Montelirio sean objeto de vandalismo, sabotaje y/o actos bélicos, el cual puede resultar en daños estructurales. Debido al vandalismo y la preocupación por la seguridad pública, el acceso a las estructuras de las presas está normalmente restringido. Es poco probable que ocurran estos eventos; por tanto, estos eventos no se consideran en este PADE.

## 2.2. Tipos de Alerta

La definición de la alerta es el punto de inicio del desarrollo de operaciones para afrontar y manejar una situación de emergencia. A continuación, se clasifican las alertas de acuerdo con los indicadores para cada una de las situaciones de emergencia, de las características de la presa de Montelirio y los elementos que la identifican y distinguen. La Tabla 5 describe las causas para cada uno de los tipos de Alerta para la presa Montelirio.

*Tabla 5. Descripción de los Tipos de Alerta a Implementar según la Resolución AN 3932-ELEC del 2010 para los riesgos identificados de la presa de la Central Hidroeléctricas Montelirio.*

Alertas	Identificación de la emergencia	Causas
<b>Alerta Blanca</b>	Vigilancia reforzada	Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que implica la necesidad de un manejo controlado del embalse para la evacuación de caudales mediante la apertura de la compuerta de fondo a partir del 5%. En este caso, el nivel para activar la alerta blanca es el nivel de agua en la presa de 948 msnm. En caso de movimiento sísmico alejado de la zona de la presa, cuando se detectaron anomalías, susceptibles de comprometer la integridad de las obras en un plazo relativamente corto.
<b>Alerta Verde</b>	Preocupaciones serias	Se está desarrollando un comportamiento anormal o una situación de contingencia en la presa. Esta alerta involucra procedimientos y actividades a desarrollar por personal con responsabilidades asignadas en el PADE. No está en peligro la presa al momento de la observación.  Cuando se registran valores anormales en los instrumentos como Transductor y potenciómetro, cuando se detecten una operación defectuosa de algún dispositivo de evacuación, mala maniobra del mismo durante una situación de emergencia, la aparición de nuevas grietas, desplazamientos en la presa, cuando se registran deslizamientos de laderas en el embalse o en sus proximidades aguas arriba, cuando existen actos de vandalismo o sabotaje, frente a la ocurrencia de sismos que ocasionen daños de diversa consideración, pero acciones de respuesta pueden impedir o mitigar tales circunstancias.
<b>Alerta Amarilla</b>	Peligro Inminente	Existen condiciones que hacen que la estructura sea inestable, creando una situación potencialmente peligrosa de una presa con posibilidad de falla. O bien las condiciones de operación sean tales que pueden amenazar vidas. No se presume que haya tiempo de retardo para la falla o tiempo para evaluar y controlar la situación.  Son situaciones que pueden conducir a este peligro: sismos; potencial deslizamiento de laderas en el embalse; principio de desarrollo de falla; anomalía detectada por los instrumentos de auscultación internos o externos; actos de vandalismos o sabotaje.

#### Planificación de las Acciones Durante Emergencias, Central Hidroeléctrica Montelirio

<b>Alerta Roja</b>	Rotura constatada	La falla, el colapso parcial o total es inminente o ha ocurrido, con pérdida incontrolable de agua del embalse. Se tiene que la crecida catastrófica afectará a la población de aguas abajo de la presa, la situación es extremadamente seria y debe iniciarse la evacuación. Es un hecho incontrolable que conduce a la falla. No hay tiempo para evaluar ni controlar la situación. Se interrumpe la operación, han ocurrido grandes daños estructurales en la presa y sus condiciones físicas se han deteriorado de modo tal que su reparación no es posible.
--------------------	-------------------	--

Es importante destacar que la definición de los umbrales definidos para cada una de las alertas y su asignación a los diferentes escenarios se realizó en cada caso basado en los resultados de las simulaciones hidrológicas e hidráulicas y de la experiencia de la empresa EISA desde que inició operaciones en el año 2014

### 2.3. Diagramas de Aviso

Para las situaciones de emergencias señaladas en la sección 7, el Coordinador del PADE, realizará notificaciones según el Diagrama de Aviso respectivo. Estos diagramas de aviso se han realizado basados en la Resolución AN No 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 e incluyen unidades la UTESEP y la Autoridad del Manejo del Agua. En el Anexo D se presentan las fichas con procedimiento detallado según el tipo de evento.

### 2.4. Alertas para los riesgos identificados para la presa de Montelirio

#### 2.4.1.1. Alerta Blanca

La Autoridad Competente en el Manejo de Agua declarará la Alerta Blanca de acuerdo con sus procedimientos de comunicación y según lo establecido en las Normas de Seguridad de Presa. De no estar vigente dicha autoridad, el coordinador del PADE, emitirá el siguiente mensaje:

*“Soy el Coordinador del PADE, (**nombre la persona**), por Electron Investment, S.A en la Central Hidroeléctrica Montelirio. Por este medio les notifico que la Planta Montelirio, tiene la siguiente situación de emergencia (**especificar la causa**); por lo tanto, a las (**HH:MM**) se debe activar la Alerta Blanca, para la presa, Montelirio, Repito: la Central Hidroeléctrica Montelirio, tiene la*

Planificación de las Acciones Durante Emergencias, Central Hidroeléctrica Montelirio  
*siguiente situación de emergencia (**especificar la causa**); por lo tanto, a las (**HH:MM**) se activa el nivel de Alerta Blanca. Deben tomar las medidas necesarias de vigilancia y control. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El coordinador del PADE puede ser contactado al teléfono 7000990. Por favor comuníquese la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.*

#### **2.4.1.2. Alerta Verde**

*“Soy el Coordinador del PADE, (**nombre la persona**), por Electron Investment, S.A en la Planta Montelirio, la cual tiene la siguiente situación de emergencia (**especificar la causa**); por lo tanto, a las (**HH:MM**) se activa la Alerta Verde, para la presa, Montelirio. Repito: la Central Hidroeléctrica Montelirio, tiene la siguiente situación de emergencia (**especificar la causa**); por lo tanto, a las (**HH:MM**) se activa el nivel de Alerta Verde. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Se solicita que los organismos competentes que conforman la Fuerza de Tarea Conjunta deben estar listo para el proceso de evacuación, de los poblados aguas abajo de la Presa Montelirio. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El coordinador del PADE puede ser contactado al teléfono 700-0990. Por favor comuníquese la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.*

#### **2.4.1.3. Alerta Amarilla**

*“Soy el Coordinador del PADE, (**nombre la persona**), por Electron Investment, S.A de la Central Hidroeléctrica Montelirio”, les notifico<sup>2</sup> que se está presentando una situación potencialmente peligrosa (**especificar la causa**); en la casa de máquina de la Central Hidroeléctrica Montelirio. Repito: les notifico que se está presentando una situación potencialmente peligrosa (**especificar la causa**); en la casa de máquina de la central Hidroeléctrica Montelirio. Por favor declare la Alerta Amarilla y notifique a la Autoridad competente en el Manejo del Agua como a los organismos competentes de la Fuerza de Tarea Conjunta. Por favor comuníquese la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido. El coordinador del PADE puede ser contactado al teléfono 7000990.*

La UTESEP declarará la Alerta Amarilla de acuerdo con sus procedimientos de comunicación, según las Normas para Seguridad de Presa. De no estar en vigencia esta unidad, el coordinador del PADE declarará la Alerta Amarilla y procederá de acuerdo con el diagrama de aviso correspondiente.



#### 2.4.1.4. Alerta Roja

*“Soy el Coordinador del PADE, (**nombre la persona**), por Electron Investment, S.A de la Central Hidroeléctrica Montelirio”, les notifico<sup>3</sup> que se ha presentado una situación de emergencia (**especificar la causa**) que ha ocurrido en Presa Montelirio causando pérdidas incontrolables de agua del embalse. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (**especificar la causa**) que ha ocurrido Presa Montelirio con pérdidas incontrolable de agua del embalse, por favor declare la Alerta Roja y notifique a los organismos competentes en la protección pública. Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido El coordinador del PADE puede ser contactado al teléfono 700-0990.*

La UTESEP declarará la Alerta Roja de acuerdo con sus procedimientos de comunicación. De no estar en vigencia dicha Unidad, el coordinador del PADE declarará la Alerta Roja y procederá según el diagrama de aviso correspondiente. Electron Investment, S.A., notificará a los pobladores del área de la situación de emergencia con el siguiente mensaje:

*“Soy el Coordinador del PADE, (**nombre la persona**), por Electron Investment, S.A en la Central Hidroeléctrica Montelirio”, les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (**especificar la causa**) que ha ocurrido en Presa Montelirio causando pérdidas incontrolables de agua del embalse. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (**especificar la causa**) que ha ocurrido Presa Montelirio con pérdidas incontrolable de agua del embalse, por favor declare la Alerta Roja y notifique a los organismos competentes en la protección pública. Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido El coordinador del PADE puede ser contactado al teléfono 700-0990.*

Los mensajes anteriormente descritos son una guía, se debe recordar la información necesaria que el Coordinador del PADE deberá notificar, según lo señalado en el diagrama respectivo, durante el mensaje.

Planificación de las Acciones Durante Emergencias, Central Hidroeléctrica Montelirio  
A continuación, listamos dicha información:

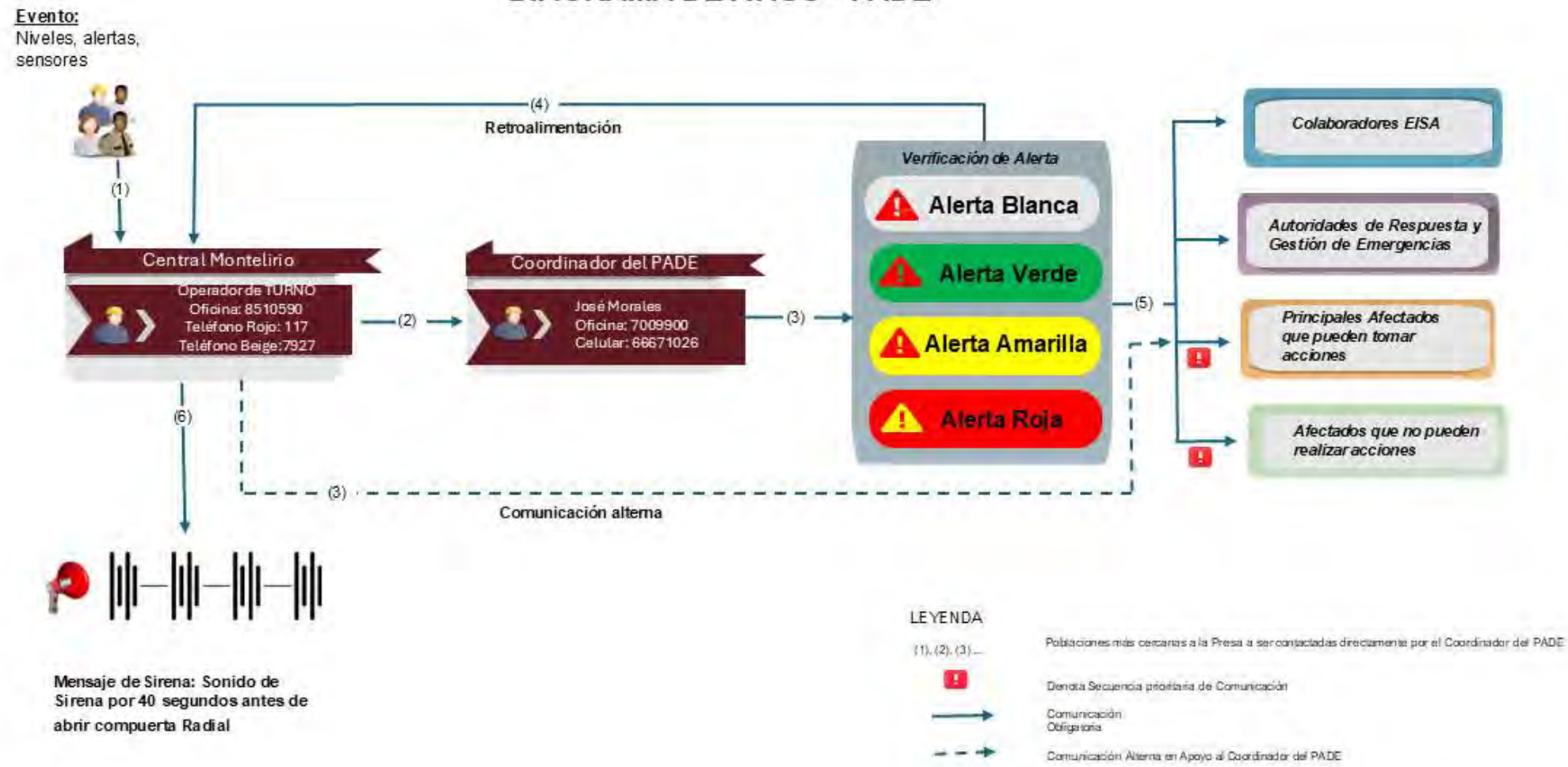
- Nombre de la presa (Presa Montelirio).
- Situación de emergencia (Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias, Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal, Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias, Por Apertura Súbita de Compuertas, Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga o Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa).
- Gravedad de la situación.
- Tipo de falla que está ocurriendo o se está desarrollando (por ejemplo, rebose, rotura, inundación de casa de máquina).
- Hora exacta de la falla, si ya ha ocurrido y se conoce, sino estimar.

Tal y como se establece en los diagramas de flujo de aviso específicos, EISA comunicará de forma paralela al CND las condiciones climáticas adversas que darían lugar a dichas alertas.

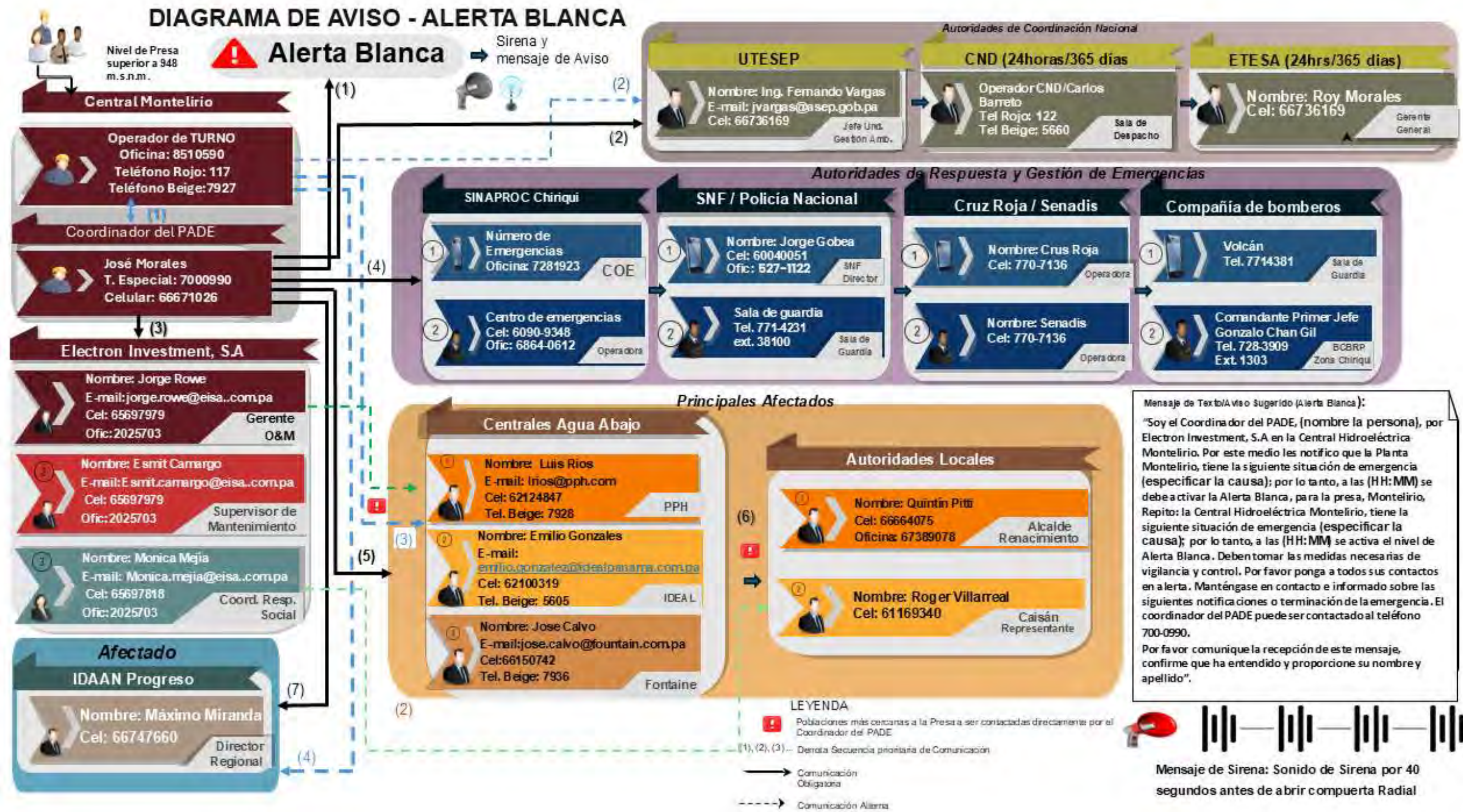
Se presentan a continuación los diagramas de aviso de acuerdo con el tipo de alerta presentado en este documento:

***Actualización Importante: Ver Anexo E – DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES Y UMBRALES DE ALERTA para verificar los casos específicos.***

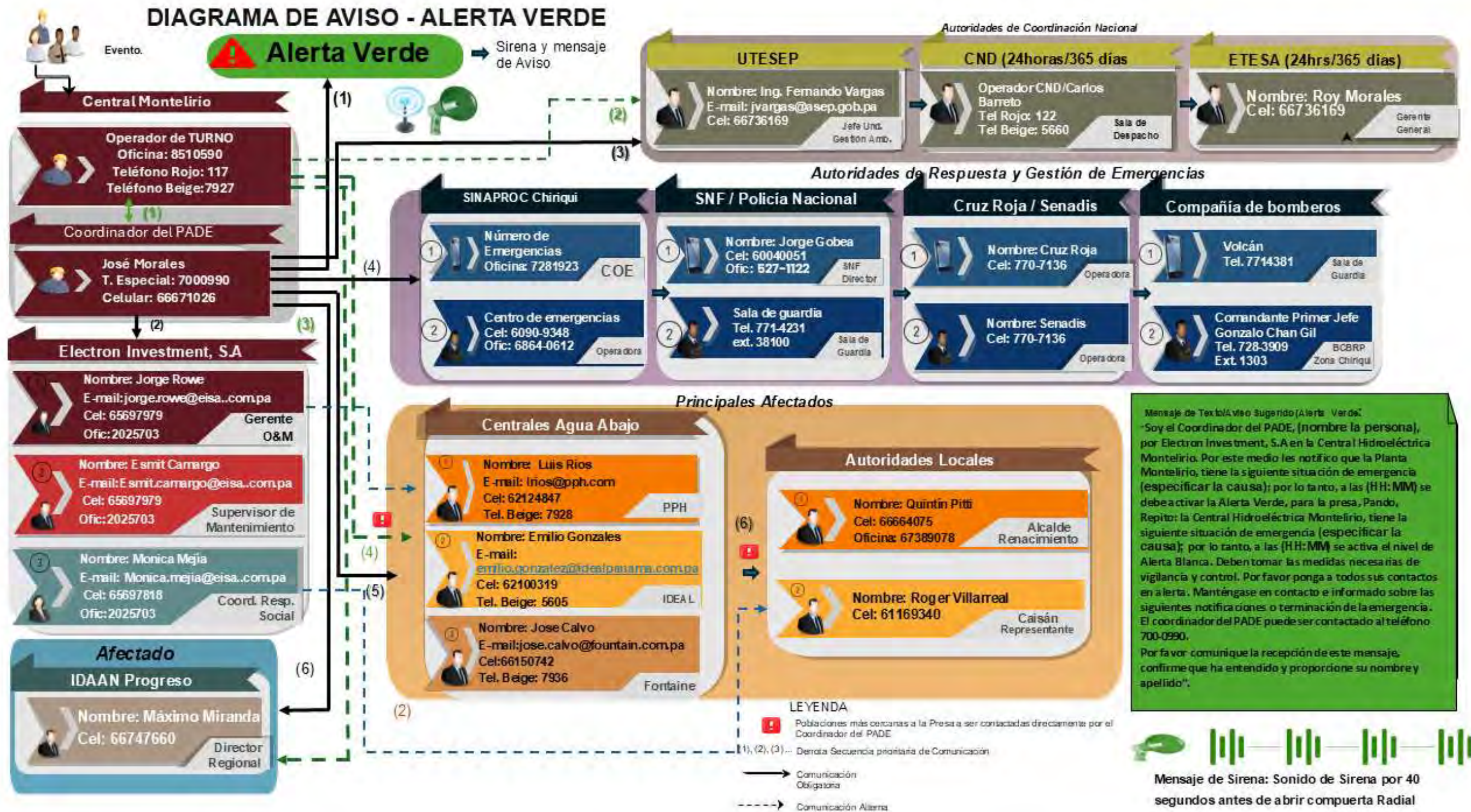
### DIAGRAMA DE AVISO - PADE



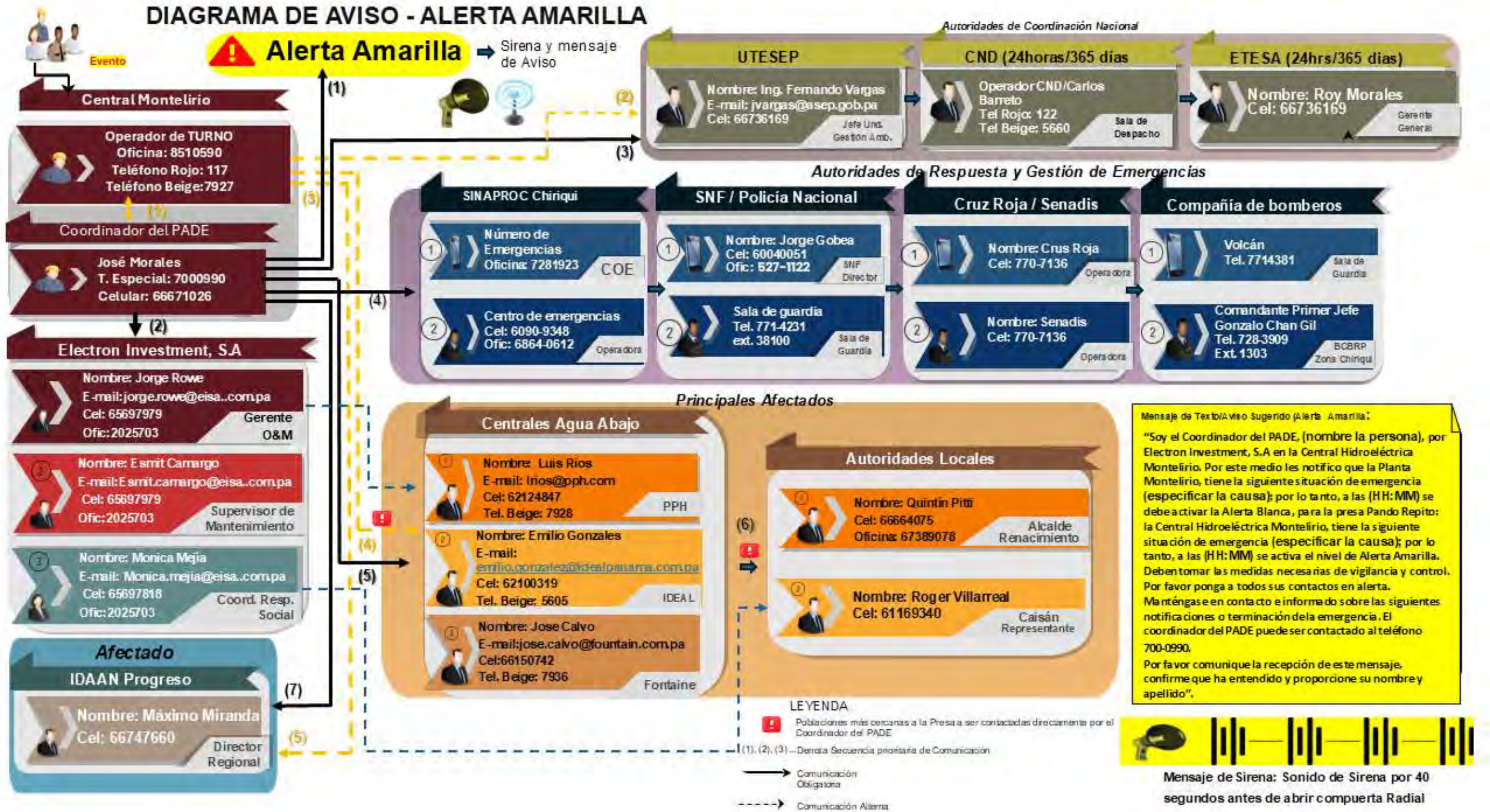


















### 3. Procedimiento para Declarar la Emergencia.

La detección precoz y evaluación de la(s) situación(es) o hecho(s) determinante(s) que inician o requieren una acción de urgencia son cruciales. El establecimiento de los procedimientos de información fiable y oportuna clasificación de una situación de emergencia es imprescindible para garantizar que la acción más adecuada se basa en la urgencia del caso.

Después de la observación de una situación peligrosa en la Central Hidroeléctrica Montelirio, el inicio de la activación de planes de emergencia se puede dar tanto por el observador como por los representantes del sitio que conducen las labores de mantenimiento e inspección rutinarios. El personal de EISA que labora en la Central Montelirio inspecciona regularmente la presa y sus estructuras asociadas. Es su responsabilidad reconocer señales de peligros en desarrollo tales como los anotados en la sección 4, y tomar la iniciativa de actuar de acuerdo con la situación.

#### 3.1. *Procedimiento para el Manejo de las Emergencias*

El plan de emergencia involucra a todo el personal de la central Hidroeléctrica Montelirio, desde los operadores hasta el personal de jerarquía superior de Electron Investment, S.A. Por lo tanto, una vez que se identifica una condición de emergencia, es esencial para el éxito del PADE que el personal responsable responda inmediatamente para llevar a cabo la notificación por parte de EISA y las medidas necesarias para la ejecución de la emergencia por parte de los estamentos de seguridad.

Para ejecutar el PADE, el equipo de colaboradores funcionará de forma coordinada; será necesario seleccionar profesionales que ajusten a un perfil previamente definido, para desempeñar las tareas establecidas en el PADE. Los procedimientos para el manejo de las Emergencias se definirán detalladamente por situación de emergencia.

A continuación, se describen las responsabilidades específicas de las personas u organizaciones para el mantenimiento y operación de la presa y para implementar las diferentes fases de cada uno de los planes que comprenden el PADE.

**El observador** de una falla inminente o real tiene el compromiso de notificar al operador de sala de

control de la Central Hidroeléctrica Montelirio y el operador notificará al Coordinador del PADE y este a su vez notificará a los organismos competentes en la Protección Pública de acuerdo con los diagramas de notificaciones incluidos en este documento.

El **Coordinador del PADE** será responsable de mantener un registro de todas las comunicaciones y/o notificaciones realizadas; según el diagrama de aviso: indicándole la hora e información reportada en la llamada de notificación. Además, él coordinará los esfuerzos durante la emergencia, organizando las labores de rescate de personas; con el personal de rescate de la Fuerza de Tarea Conjunta (SINAPROC, Cuerpo de Bomberos, Policía, SENAFRONT y voluntarios). De igual manera dirigirá actividades directas de reparación dentro de la Central Hidroeléctrica durante la emergencia. Mantendrá activo un inventario de equipos útiles para casos de emergencias, en especial herramientas que ayuden en maniobras de rescates.

Las responsabilidades del **Coordinador del PADE**; también, incluirán la revisión y solicitud de modificaciones al plan, distribución de copias del plan y los diagramas de flujo, establecer el entrenamiento para el personal a cargo de la presa, y coordinar una prueba del plan. Él es la persona a contactar si surge cualquier pregunta sobre el plan.

El **Departamento de Recursos Humanos** mantendrá un listado de los colaboradores incluyendo teléfonos de los familiares, tipo de sangre, alergias entre otros en caso de emergencia.

La **sala de control** de la Central Hidroeléctrica servirá como centro de comunicaciones durante la emergencia

El Gerente del EISA, designa al Coordinador del PADE, durante las emergencias, este Gerente tendrá las siguientes responsabilidades:

Asumir la dirección y la responsabilidad de toda emergencia que requiera de la activación del Centro de Operaciones de Emergencias.

Velar por la seguridad del personal, visitantes y terceras personas afectados por una emergencia.

- Coordinar y proveer dirección al Supervisor de Operaciones o al Coordinador del PADE en cuanto a las prioridades de respuesta.
- Autorizar la inversión de los recursos económicos y humanos en las actividades de

respuesta y control de emergencias.

- El **Supervisor de operaciones** es **Responsable de Transporte y Comunicaciones**.

Las responsabilidades en transporte y comunicación será como mínimo lo siguiente:

- Colaborar en cuanto a sugerir las mejores y más seguras rutas de evacuación y formas de transporte
- Emplear dichas rutas para movilizar alimentos, medicinas o enseres, o ayuda externa.
- Mantener el intercambio de información de lo que ocurre y vías abiertas de comunicación con las autoridades. Debe encargarse de radios (tanto de recepción, como de comunicación). Debe mantener un listado de teléfonos de emergencias actualizado y accesible. Independientemente del tipo de emergencia de que se trate, todos los empleados deberán estar capacitados en los procedimientos de respuesta a emergencias. Es por tanto imperativo el realizar regularmente simulacros y jornadas de adiestramiento. Ante un accidente o desastre, cada persona deberá saber cómo conducirse y los niveles de improvisación deberían ser mínimos. Esa es la clave para afrontar exitosamente
- Confeccionará un directorio telefónico para, en caso de emergencia, poder llamar a SINAPROC (Protección Civil), Cuerpo de Bomberos, Ambulancias o Policía. Estos números estarán bien visibles en la sala de control de la Central Hidroeléctrica.

El **Gerente General o la persona que este designe**, hablará en nombre de EISA y del personal de operaciones de la Central.

Al definir las responsabilidades mencionadas, se entiende que las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Montelirio cuentan con instrumentación adecuada para verificar la seguridad de las presas, la casa de máquinas y otras estructuras de la central, la cual estará en funcionamiento las 24 horas del día.

La Responsabilidad de la Duración, Seguridad, Conclusión y Seguimiento durante una emergencia en la Central Hidroeléctrica es del personal apropiado, garante de monitorear la(s) presa(s) durante una situación de emergencia, EISA estará en disposición de mantener a las autoridades locales y a SINAPROC informados de las condiciones de la(s) presa(s) desde el momento de la determinación inicial que existe una emergencia hasta que esta ha concluido. Se usarán todos los medios de comunicación disponibles. El principal medio de comunicación será el teléfono. Dependiendo de la

disponibilidad se usarán teléfonos celulares, radio e internet.

EISA será responsable de tomar la decisión de declarar el cese de la condición de emergencia en la(s) presa(s). Esto podría deberse a la disminución de caudales, o debido a otra recomendación de la empresa. EISA diseminará esta información mediante notificación directa a las autoridades locales, UTESEP (ASEP) y a SINAPROC según lo establecido en la norma.

### *3.2. Situaciones de Emergencia*

La preparación se inicia precisamente con la elaboración del presente documento (Plan de Emergencias). Es siempre mucho mejor invertir tiempo en la preparación y organización previas, que el improvisar ante la emergencia ya concretada.

La detección precoz y evaluación de la situación o hecho determinante que inicia o requiere una acción de urgencia, son cruciales para las siguientes situaciones de emergencia:

- Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias.
- Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal.
- Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias.
- Por Apertura Súbita de Compuertas.
- Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga.
- Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa.

Para cada una de estas situaciones de emergencia hay Diagramas de Avisos (ver sección 4 y Fichas del ANEXO D), de acuerdo con el tipo de alerta declarado. Dichos diagramas sintetizan claramente los esquemas de comunicación para cada condición de emergencia. Además, indican el orden o jerarquía prevista, las personas que serán avisadas, los cargos que ocupan, sus alternos y los medios de comunicación principales y alternativos.

En la Tabla 6, se han establecido las alertas que se aplicarán para cada una de las situaciones de emergencia y fueron ampliadas con más detalle en el Anexo B y según el evento.

Tabla 6. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia

Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia

Situaciones de emergencias según “Norma para la seguridad de Presa”	Presa Montelirio
Bajo Condiciones de crecidas Ordinarias y Extraordinarias que superen la cota 948 msnm con compuerta radial cerrada	Blanca
Por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal	Roja
Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias	Roja
Por Apertura Súbita de Compuertas	Verde
Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga	Verde/Amarilla
Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa (Las alertas de esta condición preceden de las alertas de ruptura de presa en operación Normal)	No aplica

### 3.3. Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias

Originalmente esta situación de emergencia no aplicaba debido a que la capacidad de desalojo del vertedero es de 1120 m<sup>3</sup>/s para una crecida con un periodo de retorno de 1:10,000 años lo cual es mucho mayor que el establecido en la **Tabla N.º 2** del Apéndice C “Criterios para la Evaluación de Crecidas” de la Resolución AN 3932-Elec del 2010. Aunado a esto, el caudal de las crecidas ordinarias y extraordinarias no representan riesgos para las comunidades aguas abajo ya que las mismas se encuentran en elevaciones mayores a la presa y el cauce tiene la capacidad de absorber el volumen de agua. Por lo tanto, no se espera desbordamientos, pero si podrían causar desbordamientos en la cascada de represas aguas abajo y las comunidades en el distrito de Barú. Aunque la presa se encuentre diseñada para un alto, su sistema hidráulico se puede comprometer por niveles superiores a 948 m.s.n.m. en esta presa ya que el agua arriba de esta golpearía su sistema hidráulico imposibilitando el control de la crecida.

En cuanto a sismos, justo cuando se tiene esta condición; inmediatamente reporta al **Coordinador del PADE** dicha situación. Posteriormente, realizará el recorrido de la estructura de la presa en su parte externa (paredes aguas abajo). En la inspección visual de la presa se evalúan la presencia de daños estructurales o grietas y filtraciones a presión o cualquier otro síntoma de rotura estructural

inminente. Informará al Coordinador del PADE el resultado de la inspección en las estructuras.

El **Coordinador del PADE**, una vez evidencie alguno de estos daños, seguirá el Diagrama de Aviso de la Alerta Amarilla con su mensaje respectivo, según la sección 4.3, para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública y a los responsables de los otras centrales o proyectos hidroeléctricos aguas abajo de Montelirio (El Alto, Bajo de Mina, Baitún, Bajo Frío y Burica).

**Mantenimiento Civil/Soporte Técnico:** Establece la revisión comparativa de los reportes generados de las inspecciones visuales; con el fin de determinar las siguientes acciones según los daños y severidad reflejados en los mismos. Debe apoyarse con la información de movimientos sísmicos del área que es publicado en la página Web del Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá: <https://www.panamaigc-up.com/sismos/> para determinar si hay movimientos inusuales o replicas muy seguidas.

**Gerente de Planta/Administración:** Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresas (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

**Supervisor de Mantenimiento:** Debe asegurarse de contar con el personal de mantenimiento en planta. Para atender cualquier situación de falla o daño en las situaciones unidades generadoras. Debe asegurarse que todo el personal que va a trabajar cuente con radios de comunicación o celular.

Si persisten las filtraciones incontrolables o se producen nuevas grietas o aumento de las existentes. También, se consideran síntomas de rompimiento de presas el desarrollo de sumideros en la presa o estribos de esta; asentamiento pronunciado del coronamiento o bermas. Entonces, el **Coordinador del PADE** declara la ALERTA ROJA.

### *3.4. Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal*

Esta situación de emergencia se conoce como rotura de presa “con buen tiempo” generalmente se modela con el embalse en un nivel normal de operación (MNON) y abarca los posibles escenarios de rotura de presa tales: sismos, falla estructural de los materiales o de la fundación. Cabe resaltar, que para minimizar el riesgo de los colapsos estructurales y en cumplimiento a la Resolución AN- 3932-ELEC-del 2010, EISA contratará a asesores técnicos y especialistas en seguridad de presa, para las inspecciones intermedias, globales, especiales y de emergencia de los aspectos relacionados a la seguridad de presa.



Como resultado de la evaluación, de la sección 9, se determinaron los siguientes criterios para el análisis de rotura (Tabla 7):

*Tabla 7. Análisis de Rotura de las Presas de la Central Hidroeléctrica Montelirio en condición de operación Normal*

	<b>Presa Montelirio</b>
Forma de la brecha	Rectangular
Tiempo de Formación	0.11 horas
Cota del fondo de la brecha	938msnm
Ancho de la brecha	16.18 metros

La formación de una brecha en la presa conducirá a la ruptura y colapso de esta; en este sentido, el agua represada, 1000 m<sup>3</sup>/s sería liberada. En el Mapa 5 y Figuras 6, 7 y 9 se observa, que, si el embalse está en el Nivel Normal de Operación, la ruptura no alcanzará el perímetro de ninguna de las poblaciones, ni infraestructuras ubicadas aguas abajo de la presa, debido al encajonamiento del río Chiriquí Viejo.

A continuación, se presenta el procedimiento para el manejo de emergencia asociado a este escenario:

- **ALERTA ROJA**

En caso de preverse o ya tenerse el colapso parcial o total de la presa a cualquier nivel de agua se debe aplicar inmediatamente la alerta roja.

### **3.4.1. El procedimiento por colapso Estructural en condición de operación Normal:**

El Coordinador del PADE se guiará según lo establecido en el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA con su mensaje respectivo, mediante la sección 4.3 (diagramas de aviso), para realizar las acciones necesarias para comunicar a la UTESEP y a los organismos competentes en la Protección Pública como: SINAPROC, Policía Nacional, Cruz Roja, Bomberos de Bugaba y POLICLÍNICA BUGABA. Además, se le notificará al alcalde de Renacimiento; representantes de Caisán.

Las autoridades gubernamentales coordinarán la evacuación de las comunidades ubicadas aguas abajo de manera inmediata y ordenar la evacuación inmediata de todo el personal que se encuentre

en el Sitio de Presa, Casa de Máquinas o realizando tareas en las riberas del río Chiriquí Viejo.

Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

### **3.4.2. El procedimiento por colapso Estructural en condición de operación Normal (por sismo):**

En el caso de que el operador detecte un sismo de 6.1 o mayor en el acelerómetro más cercano, se declarará directamente ALERTA ROJA.

El **Coordinador del PADE** realiza las acciones necesarias para dar aviso, según el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA y evacuar a las comunidades ubicadas aguas abajo de manera INMEDIATA. Ordenar la evacuación inmediata de todo el personal que se encuentre en el Sitio de Presa y Casa de Máquinas o realizando tareas en las riberas del río Chiriquí Viejo.

Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

### *3.5. Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias*

Esta situación de emergencia se produce durante el colapso con el embalse en niveles extraordinarios (MNOE) y sin que la presa sea sobrepasada abarca los posibles escenarios de rotura de presa tales: sismos, atentado, falla estructural de los materiales o de la fundación, estos escenarios podrían ocurrir durante un evento meteorológico extraordinario. Estos escenarios podrían ocurrir durante un evento meteorológico extraordinario; por lo tanto, se considera que la situación de emergencia “Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias” tendrán los mismos procedimientos de manejo de la situación de emergencia por Colapso Estructural durante Operación Normal.

Como resultado de la evaluación, establecidas en la sección 9, se determinaron los siguientes criterios para el análisis de rotura (Tabla 8):

Tabla 8. Análisis de Rotura de las Presas de la Central Hidroeléctrica Montelirio durante Crecidas Extraordinaria (9)

	<b>Presa Montelirio</b>
Forma de la brecha	Rectangular
Tiempo de Formación	0.11 horas
Cota del fondo de la brecha	938msnm
Ancho de la brecha	16.18 metros

Para la rotura de presa los caudales obtenidos según la simulación (sección 9), para la presa Montelirio es 2137 m<sup>3</sup>/s. En el Mapa 6 se presentan las planicies de inundación obtenidas con la simulación hidráulica para la Presa Montelirio.

En esta situación la formación de una brecha en la presa conducirá a la ruptura y colapso de esta; en este sentido, una gran cantidad de agua represada sería liberada rápidamente, 2137 m<sup>3</sup>/s, generando una avenida, de grandes proporciones aguas abajo. Sin embargo, en el Mapa 6 y Figuras 6 y 7 se observa, que, si el embalse está en el Nivel Máximo de Condición Extraordinaria, la ruptura no alcanza el perímetro de ninguna de las poblaciones, ni infraestructuras ubicadas aguas abajo de la presa, debido al encajonamiento del río Chiriquí Viejo.

Al igual que la situación anterior, se presenta el procedimiento para el manejo de emergencia para el escenario de Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias por Sismo para la Presa Montelirio.

Una vez que el operador detecte un nivel de 951.3 y tenga la compuerta abierta a 50%, en la presa se declarará directamente ALERTA ROJA.

El **Coordinador del PADE** realiza las acciones necesarias para dar aviso, según el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA y evacuar a las comunidades ubicadas aguas abajo de manera INMEDIATA. Ordenar la evacuación inmediata de todo el personal que se encuentre en el Sitio de Presa, Casa de Máquinas o realizando tareas en las riberas del río Chiriquí Viejo.

Finalmente, el **Coordinador del PADE** determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta.

### 3.6. *Por Apertura Súbita de Compuertas*

Esta sección consiste en evaluar los efectos que puede originar la apertura súbita de la compuerta de fondo. Entre las posibles causas de una apertura súbita de compuerta se pueden señalar las siguientes; funcionamiento inadecuado del sistema; un sabotaje; o por vibraciones generadas por un sismo.

#### **Alerta Verde**

Si la compuerta de fondo se abre súbitamente en condiciones de operación normal, el caudal máximo que se descargará será de 326 m<sup>3</sup>/s que corresponde a una crecida de 1:5 año según la simulación hidráulica (**sección 9, Tabla 15**). Este caudal evacuado no representa riesgo para las comunidades aguas abajo, debido al encajonamiento del Río Chiriquí Viejo y que las comunidades se localizan distantes y a una elevación superior de la planicie de inundación.

No obstante, se presenta el procedimiento para el manejo de emergencia para el escenario por Apertura Súbita de Compuertas para la Presa Montelirio.

Una vez que el **operador** detecte algún problema con las compuertas de fondo; inmediatamente reporta al Coordinador del PADE dicha situación. Posteriormente, realizará el recorrido de la estructura de la presa en su parte externa (paredes aguas abajo). En la inspección visual de la presa se evalúan la presencia de daños estructurales o grietas y filtraciones a presión o cualquier otro síntoma de rotura estructural inminente. Informará al **Coordinador del PADE** el resultado de la inspección en las estructuras.

El **Coordinador del PADE**, seguirá el Diagrama de Aviso de la Alerta Verde con su mensaje respectivo, según la sección 4.3, para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública y a los responsables de las otras centrales o proyectos hidroeléctricos aguas abajo de Montelirio (El Alto, Bajo de Mina, Baitún, Bajo Frío y Burica). Solicita a Mantenimiento Civil el monitoreo continuo e inmediato de los sensores de la presa.

El **Coordinador del PADE** se comunica por los medios disponibles al personal de la Planta.

El **Supervisor de Operaciones** mantiene las coordinaciones con el CND hasta que la condición de emergencia haya concluido e intercambiar información pertinente.

**Gerente de Planta/Administración:** Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresas (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

**Supervisor de Mantenimiento:** Debe asegurarse de contar con el personal de mantenimiento en planta. Para atender cualquier situación de falla o daño en las situaciones unidades generadoras. Debe asegurarse que todo el personal que va a trabajar cuente con radios de comunicación.

El **Supervisor de Operaciones** se asegura de tener las lecturas del nivel del embalse cada quince minutos.

**Mantenimiento Civil/Soporte Técnico:** debe realizar inspecciones rutinarias a las estructuras con el fin de determinar las siguientes acciones según los daños y severidad reflejados en los mismos.

El **Coordinador del PADE** declara el fin de la emergencia, en conjunto con el Gerente de Planta (el fin de la emergencia puede darse antes del cierre de las compuertas).

### *3.7. Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa*

El escenario de vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa es, según las Normas para la Seguridad de Presas, generado por: incumplimiento de las condiciones de seguridad; por causas potenciales asociados a valores anormales en los instrumentos de auscultación, aparición de grietas o desplazamiento en la presa.

En este sentido, para garantizar la seguridad de la presa, es necesario que se genere la apertura de las compuertas para aliviar la presión que genere la columna de agua. Por lo tanto, si hay una apertura de la compuerta de fondo, esta debe hacerse en forma controlada, de manera tal que se dé tiempo a los organismos competentes para poner a buen resguardo a los habitantes de las comunidades localizadas en el área de influencia aguas abajo de la presa.

De ser requerido una descarga o vaciado rápido por el sistema de compuerta de fondo se aplicaría el procedimiento de una alerta verde, donde la descarga según el modelo hidráulico correspondería a una crecida de 1:5 años, 326 m<sup>3</sup>/s. Este caudal no representa riesgo para las comunidades aguas abajo, debido a que estas se encuentran distantes del sitio de presa además que la topografía que presenta el Río Chiriquí viejo tiene la capacidad de absorber la energía producida por este evento, pero pueden causar incidentes con las presas aguas abajo, la planta de tratamiento de agua del

distrito del Barú y/o las comunidades en el distrito del Barú, donde desemboca el río.

#### 4. Estudio de Afectación de Ribera de Embalse y Valle

El estudio de afectación de ribera de embalse y valle de la Central Hidroeléctrica Montelirio se basa en los criterios establecidos en Resolución AN N° 3932 de 22 de octubre de 2010, “por la cual se aprueban las Normas para la Seguridad de Presas del Sector Eléctrico”.

Este análisis se realizó utilizando la información suministrada por la empresa EISA, la obtenida de las visitas de campos del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Montelirio y la generada de las simulaciones hidrológicas e hidráulicas. En esta sección se presentará las posibles afectaciones según las diferentes situaciones descritas en la Resolución AN N° 3932 de 22 de octubre de 2010.

Cabe resaltar, que no se prevén afectaciones directas a las comunidades aledañas a las áreas de influencia de la central hidroeléctrica debido a que se localizan distantes del cauce del río; además la propia configuración topográfica impide su desbordamiento como se puede apreciar en las Figuras 4, 5, 6 y 7.

En la Tabla 9 analizan las afectaciones de los escenarios según norma.

Tabla 9. Resumen de los Escenarios de Afectaciones de Riberas de Embalse y Valles.

Escenarios de afectaciones	Escenarios de emergencias	Descripción de las afectaciones
Por la ocurrencia de diferentes ondas de crecida	<p>Por colapso estructural en condición de operación normal.</p> <p>Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias.</p>	<p>Ambas condiciones provocarán ondas de crecidas, que solo afectarán las áreas cercanas al cauce del río. En el caso de Montelirio, dada la fuerza del corriente, en las riberas aguas abajo de la presa, las afectaciones serán de tipo ecológica dado que se prevé pérdida de cobertura vegetal del bosque de galería. Así como la fauna asociada a estos ecosistemas.</p> <p>Según el análisis de tipo de presa (Tablas 15), la rotura de la Presa Montelirio tendrá pocos minutos, aproximadamente 7 minutos, para dar aviso a las Centrales Hidroeléctrica aguas abajo de Montelirio. Además, uno de los daños que se prevé producto de la ruptura de la presa Montelirio estará la inundación de la casa de máquinas de Montelirio.</p>
Por remanso hidráulico.	Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinaria	No es aplicable por que la presa es de vertedero libre y además es un a hidroeléctrica de pasada.
Por probables usos de la estructura de evacuación	<p>Apertura súbita de compuertas en condiciones normales de operación.</p> <p>Por Falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga (Compuerta de fondo)</p>	El uso de estructuras de evacuación (Compuerta de fondo) de la presa Montelirio, producirá afectaciones especialmente por el cambio del régimen del caudal en ese instante, descarga de 326 m <sup>3</sup> /s y se provocará arrastre y perdida material de las riveras del Río Chiriquí Viejo.
Por cambios en las funciones de la presa	<p>Por colapso estructural en condición de operación normal</p> <p>Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias</p>	<p>No se prevé a corto plazo modificaciones o cambios de uso de las funciones de la Presa de Montelirio.</p> <p>La única variación que se prevé en la presa es en los períodos de estación seca, donde se reduce al Nivel Mínimo de Operación Normal (NmiON) o al Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria (NmiOE); y en la estación lluviosa, donde el uso del vertedero libre es mayor por aumentos de los caudales de aporte que ingresan al embalse.</p>

Escenarios de afectaciones	Escenarios de emergencias	Descripción de las afectaciones
Por transporte de sedimento	Todos los escenarios de emergencias generan transporte de sedimento	El transporte de sedimento aguas abajo de la Presa Montelirio variará según los escenarios de simulación que se evalúan. Sin embargo, una condición que agravaría significativamente el tema de transporte de sedimento es rotura de presas; ya que el material que se ha depositado en los embalses será conducido por la crecida en el río Chiriquí Viejo, alterando la geomorfología del cauce y sus respectivos hábitats.

## 5. Estudio Hidrológico y Modelación Hidráulica

### 5.1. Crecidas Máximas de Caudales

Para la estimación de las crecidas máximas de caudales con diferentes periodos de retornos de la Central Hidroeléctrica, se utilizó la metodología desarrollada en la publicación Análisis Regional de Crecidas Máximas De Panamá 1971-2006, publicado en septiembre del 2008 por la Gerencia de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) ahora Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA) la cual es una actualización de la publicación realizada en 1986 por el Departamento de Hidrometeorología del entonces Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), bajo el título de Análisis Regional de Crecidas Máximas.

### 5.2. Aplicación Del Método De Análisis Regional De Crecidas Máximas Presa Montelirio

A continuación, se enumeran los pasos a seguir para el cálculo o determinación del caudal máximo instantáneo o crecida máxima que se pueda presentar en el sitio de Presa Montelirio, para distintos periodos de retorno mediante la utilización del método de Análisis Regional De Crecidas Máximas de Panamá de ETESA:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés, en Km<sup>2</sup>, para el caso de Montelirio es de 274.45 Km<sup>2</sup>.
- Se determina a qué zona hidrológica homogénea pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa del capítulo 4, acápite 4.3, del Resumen Técnico del Análisis Regional de



Crecidas Máximas de Panamá de ETESA. La cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo hasta la Central Hidroeléctrica Montelirio se encuentra localizada dentro de la Región Hidrológica Homogénea 7.

- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando la ecuación correspondiente a la zona hidrológica homogénea, que para el caso de Montelirio corresponde a la Ecuación 7:  $Q_{\text{máx}} = 9A^{0.59}$  por lo que el caudal máximo instantáneo para la cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo hasta el sitio de presa es igual a 247 m<sup>3</sup>/s.
- Se calcula el caudal máximo instantáneo para distintos periodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo al aplicar la ecuación correspondiente a la zona hidrológica homogénea en donde se encuentra el punto o lugar de interés, que en nuestro caso es la Presa Montelirio, por los factores que se presentan en tabla 10. La Tabla 11 es un resumen del Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá de ETESA.

*Tabla 10. Factores de Distribución para diferentes periodos de retorno*

Periodo de Retorno en años	Tabla 4
1.005	0.34
1.05	0.49
1.25	0.67
2	0.93
5	1.30
10	1.55
20	1.78
50	2.10
100	2.33
1,000	3.14
10,000	4.00

Fuente: Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá periodo 1971-2006.

Tabla 11. Caudales máximos instantáneos según el análisis regional de crecidas (10)

Periodo de Retorno en Años	Caudal m <sup>3</sup> /s
1.005	74.1
1.05	111
1.25	158
2	227
5	326
10	395
20	464
50	553
100	625
1,000	872

### 5.3. Cálculo de Hidrogramas de Crecidas Máximas

El método del Análisis Regional de Crecidas proporciona el valor del caudal máximo instantáneo para diferentes periodos de retorno, mas no así los hidrogramas correspondientes. Para calcular el hidrograma de los caudales máximos obtenidos, se utilizó el hidrograma Triangular basado en la pendiente de la cuenca, longitud del cauce al sitio de estudio, tiempo de concentración. El hidrograma adimensional se presenta en la Tabla 15 donde se muestran los coeficientes del hidrograma adimensional obtenido.

Para cada uno de los periodos de retornos y caudales máximos que se presentan en la Tabla 10 se calcularon los hidrogramas correspondientes, multiplicando los coeficientes de la Tabla 11, por el caudal máximo correspondiente que se muestra en la Tabla 13, al igual que la hora de ocurrencia de Caudal Máximo (5 horas).

Tabla 12. Hidrograma de Crecidas Adimensional Río Chiriquí Viejo hasta el Sitio de Presa (Resultados de Modelación Hidráulica. CEDSA 2018).

Tiempo en Hora	$Q/Q_{Max}$
0.00	0
0.32	0.015
0.64	0.075
0.97	0.16
1.29	0.28
1.61	0.43
1.93	0.6
2.25	0.77
2.58	0.89
2.90	0.97
3.22	1

Tiempo en Hora	$Q/Q_{Max}$
3.54	0.98
3.87	0.92
4.19	0.84
4.51	0.75
4.83	0.65
5.15	0.57
5.80	0.43
3.44	0.32
7.09	0.24
7.73	0.18
8.38	0.13
9.02	0.098
9.66	0.075
11.27	0.036
12.89	0.018
14.50	0.009
16.11	0.004

Tabla 13. Hidrograma de Crecida Máxima. Sitio de Presa sobre el Río Chiriquí Viejo (12)

T (hrs)	Periodos de Retorno										
	1.005	1.05	1.25	2	5	10	20	50	100	1,000	10,000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	1.1121	1.6682	2.3725	3.4105	4.8933	5.9313	6.9692	8.3038	9.3788	13.0858	17.0524
1	5.5606	8.3408	11.8625	17.0524	24.4665	29.6563	34.8462	41.5188	46.8940	65.4292	85.2619
1.5	11.8625	17.7938	25.3067	36.3784	52.1951	63.2668	74.3385	88.5735	100.0406	139.5824	181.8920
2	20.7594	31.1391	44.2868	63.6622	91.3414	110.7169	130.0923	155.0036	175.0711	244.2691	318.3110
2.5	31.8805	47.8208	68.0118	97.7670	140.2743	170.0295	199.7847	238.0413	268.8591	375.1276	488.8348
3	44.4845	66.7267	94.9002	136.4190	195.7316	237.2505	278.7693	332.1506	375.1523	523.4338	682.0951
3.5	57.0884	85.6326	121.7886	175.0711	251.1889	304.4714	357.7539	426.2600	481.4454	671.7401	875.3553
4	65.9853	98.9779	140.7686	202.3549	290.3352	351.9215	413.5078	492.6901	556.4759	776.4268	1011.7743
4.5	71.916	107.874	153.4220	220.5441	316.4328	383.5549	450.6770	536.9769	606.4962	846.2180	1102.7203
5	74.140	111.211	158.167	227.365	326.219	395.417	464.615	553.584	625.253	872.389	1136.825
5.5	72.658	108.986	155.003	222.817	319.695	387.509	455.323	542.512	612.748	854.941	1114.088
6	68.209	102.314	145.513	209.175	300.121	363.784	427.446	509.297	575.233	802.598	1045.879
6.5	62.278	93.4174	132.860	190.986	274.024	332.150	390.277	465.010	525.213	732.807	954.9331
7	55.605	83.4084	118.625	170.523	244.664	296.563	348.461	415.188	468.940	654.292	852.6188
7.5	48.191	72.2872	102.808	147.787	212.042	257.021	302.000	359.829	406.415	567.053	738.9363
8	42.260	63.3904	90.1552	129.598	185.945	225.387	264.830	315.543	356.394	497.262	647.9903
8.6	30.000	45.0000	64.0000	92.0000	132.000	160.000	188.000	224.000	253.000	353.000	460.0000
9	25.200	37.8000	53.7600	77.2800	110.880	134.400	157.920	188.160	212.520	296.520	386.4000
9.5	21.900	32.8500	46.7200	67.1600	96.3600	116.800	137.240	163.520	184.690	257.690	335.8000
9.8	19.500	29.2500	41.6000	59.8000	85.8000	104.000	122.200	145.600	164.450	229.450	299.0000
10.5	15.900	23.8500	33.9200	48.7600	69.9600	84.8000	99.6400	118.720	134.090	187.090	243.8000
11	12.000	18.0000	25.6000	36.8000	52.8000	64.0000	75.2000	89.6000	101.200	141.200	184.0000
11.5	9.9000	14.8500	21.1200	30.3600	43.5600	52.8000	62.0400	73.9200	83.4900	116.490	151.8000
12	8.7000	13.0500	18.5600	26.6800	38.2800	46.4000	54.5200	64.9600	73.3700	102.370	133.4000
12.5	8.4000	12.6000	17.9200	25.7600	36.9600	44.8000	52.6400	62.7200	70.8400	98.8400	128.8000
13	6.3000	9.4500	13.4400	19.3200	27.7200	33.6000	39.4800	47.0400	53.1300	74.1300	96.6000

## 5.4. Estudio de la Falla de una Presa

Los mecanismos de falla de una presa, depende fundamentalmente del tipo de material del cual es construida la presa. Tradicionalmente estos mecanismos se clasifican en dos categorías:

- Fallas debido a la remoción de una parte o partes de la estructura de retención como resultado de una condición de esfuerzo excesivo.
- Fallas producidas por la erosión del material de relleno.

El primer mecanismo se refiere a posibles fallas en presas de hormigón, mientras que el segundo mecanismo se refiere a fallas por rebasamiento o erosión interna del material granular que forma

la presa.

Para el análisis de la falla de una presa por ruptura de uno de sus elementos constituyentes, se deben investigar los cuatro elementos críticos que intervienen en este tipo de falla:

- Estimación de los parámetros de la falla. (forma y dimensiones de la brecha, tiempo de falla).
- Caudal máximo que circulará por la falla y determinación del hidrograma de flujo, en la falla.
- Tránsito del hidrograma, del caudal que circula por la falla.
- Estimación de los daños causados por el paso del hidrograma por las diversas partes del cauce.

El más popular de los análisis de ruptura de una presa se basa en ecuaciones desarrolladas por la observación de eventos similares que se han estudiado en el pasado. Los métodos más aceptados para este tipo de análisis son:

- Las ecuaciones derivadas por MacDonald y Langridge - Monopolis (1984)<sup>13</sup>
- Las ecuaciones derivadas por el United States Bureau of Reclamation (USBR), (1988).
- Las ecuaciones derivadas por Von Thun y Gillette, (1990)
- Las ecuaciones derivadas por Froehlich (1995 y 2008).

<sup>13</sup>Colorado Division of Water Resources, Colorado Dam Safety Branch and <http://water.state.co.us>. 10 de Febrero, 2010. *Guidelines for Dam Breach Analysis*.

Estos métodos han mostrada una razonablemente buena correlación cuando se comparan los valores predichos, por estas ecuaciones, con los valores observados en campo.

El más popular de los análisis de ruptura de una presa se basa en ecuaciones desarrolladas por la observación de eventos similares que se han estudiado en el pasado. Los métodos más aceptados para este tipo de análisis son las ecuaciones derivadas por Froehlich (1995 y 2008).

El método de Froehlich (2008) depende del volumen del embalse y las dimensiones de la falla. Este método distingue entre una falla por tubificación o una por rebosamiento de la presa, utilizando un coeficiente denominado Factor de Modo de Falla, Ko. Si todas las variables se mantienen iguales, la falla por rebosamiento produce una falla de dimensiones mayores que una falla por tubificación.

El método de Froehlich no hace distinción entre una falla por rebasamiento o tubificación, al momento de determinar el tiempo que toma la aparición de la falla. El período de tiempo que toma la falla es inversamente proporcional a las dimensiones de la falla y directamente proporcional al volumen del reservorio. Esto significa que las presas de mayores alturas tienden a producir períodos de tiempo más pequeños para un determinado volumen del embalse el cual parece ser una conclusión válida ya que la carga hidráulica que causa la formación de la falla es mayor.

A continuación, en las Tablas 14, se calcularon las diferentes variables para el embalse de la Presa Montelirio.

*Tabla 14. Cálculo de Parámetros de Brecha de acuerdo con el Método de Froehlich (2008), Presa Montelirio.*

Parámetros	Valor	Unidades	Comentarios
Elevación del agua sobre la elevación base de la brecha (Hw):	17.0	Metros	
	55.8	pies	
Volumen del agua almacenada en el embalse en el momento de la falla (Vw):	111000.00	metros cúbicos	
	89.9	acres-pies	
Área de superficie del embalse a Hw (As):	30445.00	metros cuadrados	
	7.52	acres	
Altura de la brecha (Hb):	17.0	Metros	
	55.8	pies	
Factor de modo de falla (Ko)	1.3		
Relación H-V en la brecha (Zb)	0	Z(H):1(V)	
Características	Valor	Unidades	
Promedio del ancho de la brecha (Bavg)=	16.18	metros	
	53.1	pies	
Ancho del fondo de la brecha (Bb)=	16.18	Metros	
	53.1	pies	
Tiempo de formación de la brecha (Tf)=	0.11	horas	
Storage Intensity (SI)=	6529.411	metros cúbicos entre metro	

Flujo pico calculado (Qp)=	1000.47	metros cúbicos por segundo	
Verificación de resultados			
Ancho promedio de la brecha dividido por la altura de la brecha (Bavg/Hb)=	.95		Si (Bavg/Hb)>0.6, Desarrollo de la brecha completa esta anticipado
Velocidad de erosión (ER), Calculado como (Bavg/Tf)=	438.4		
Velocidad de erosión (ER) dividido entre la altura del agua sobre la base de la brecha (ER/Hw)=	8.7		Si $1.6 < (ER/Hw) < 21$ , La velocidad de erosión asumida es razonable

Tabla 15. Caudales con diferentes periodos de retorno de las presas de la Central Hidroeléctrica Montelirio

Escenario	Presa Montelirio Q en m <sup>3</sup> /s
<b>Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias</b>	
1:5 (Q <sub>5</sub> )	326
1:10 (Q <sub>10</sub> )	395
1:50 (Q <sub>50</sub> )	554
1:100 (Q <sub>100</sub> )	625
1:1000 (Q <sub>1000</sub> )	872
1:10000 (Q <sub>10000</sub> )	1137
<b>Por colapso estructural en condición de operación normal</b>	
Caudal de Rotura de Presa (Q <sub>b</sub> )	1000
<b>Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias</b>	
1:10 + Q <sub>b</sub>	1395
1:50+Q <sub>b</sub>	1554
1:100+Q <sub>b</sub>	1625
1:1000+Q <sub>b</sub>	1872
1:10000+Q <sub>b</sub>	2137
<b>Por apertura súbita de compuertas</b>	
Qcompuerta	No Aplica
<b>Por falla en la operación de las estructuras hidráulica de Descarga</b>	
Qcompuerta	No Aplica
<b>Por vaciado Controlado o Vaciado rápido a causa de un problema en la presa</b>	
Qdesfogue	No Aplica



## *5.5. Resultados de la Simulación*

### **5.5.1. Resultado de la simulación para el tramo de estudio desde la Presa Montelirio**

Para el estudio, realizado por CEDSA, se usaron 92 secciones transversales del río Chiriquí Viejo, completando una longitud de 18.4 km. El estudio inició en las coordenadas 973605 Norte y 308166 Este (Presa Montelirio) y finalizando en las coordenadas 968845 Norte y 298321 Este (Presa El Alto.). Ver Mapa 3.

Se estudiaron tres (3) escenarios para esta presa, las cuales son:

- Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias;
- Por colapso estructural en condición de operación normal;
- Por colapso estructural más crecidas extraordinarias;

A solicitud de ASEP se incluyen mayores simulaciones en el ANEXO H– MAPAS DE INUNDACIÓN.

Las simulaciones se realizaron para períodos de retornos de 1:1,000 para colocar el escenario más crítico.

En la Tabla 19 se presentan los resultados para el escenario “**Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias**”.

*Tabla 16. Resultados de la simulación para los diferentes períodos de retorno de la Presa Montelirio bajo la Condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias para un Periodo de Retorno de 1000 años.*

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
18765.16	449.28	945.48	950.15	3.76	134.89
18665.2*	447	937.73	950.05	0.72	622.84
18565.37	443	929.99	950.06	0.28	1609.85
18396.16	PRESA	PRESA	PRESA	PRESA	PRESA
18394.95	871.81	932.4	939.13	2.24	390.04
18318.5*	871.57	932.37	938.86	2.51	348.94
18242.1*	871.33	932.33	938.49	2.84	313.12
18165.68	871.16	932.3	936.22	5.36	163.4
18098.8*	871.03	930.81	934.88	4.64	190.42
18031.9*	870.9	929.33	932.78	5.22	167.49
17965.03	870.7	927.84	931.91	3.75	241.11
17865.0*	870.3	925.92	931.3	3.1	304.58
17765.03	870.03	924	927.44	7.04	132.23
17698.2*	870.03	921.84	926.03	5.71	161.09
17631.3*	870.02	919.69	923.34	6.62	135.38
17564.54	870.01	917.53	923	3.98	227.64
17465.0*	869.96	915.77	921.41	5.22	178.11
17365.51	869.8	914	921.53	2.48	451.1
17278.5*	869.62	911.5	915.19	8.77	104.19
17191.51	869.56	909	913.69	4.56	206.62
17116.2*	869.5	907.92	912.64	4.67	201.79
17040.9*	869.43	906.85	911.8	4.45	212.2
16965.66	869.37	905.77	909.79	5.77	159.76
16898.8*	869.31	904.18	908.27	5.53	163.98
16832.0*	869.26	902.59	906.73	5.47	164.38
16765.21	869.19	901	905.85	4.67	194.65
16665.3*	869.09	899	903.1	5.79	155.54

<b>Estacionamiento</b>	<b>Caudal</b>	<b>Cota de fondo del río</b>	<b>Nivel del Agua</b>	<b>Velocidad de Flujo</b>	<b>Ancho de Huella</b>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
16565.43	868.99	897	901.51	4.69	204.02
16498.6*	868.91	895.85	900.3	4.92	189.44
16431.9*	868.83	894.7	899.2	4.82	190.74
16365.19	868.75	893.55	897.57	5.34	167.88
16298.4*	868.66	892.32	896.13	5.06	174.93
16231.6*	868.66	891.09	895.15	4.37	202.51
16164.81	868.66	889.86	893.54	4.81	182.75
16065.1*	868.65	887.43	891.12	4.9	181.99
15965.56	868.63	885	889.26	4.71	194.99
15865.5*	868.61	882.5	886.86	5.45	165.55
15765.57	868.58	880	885.27	4.89	182.92
15666.1*	868.54	878.5	884.07	4.73	190.21
15566.65	868.5	877	881.72	5.94	150.52
15499.4*	868.48	875.67	880.55	5.48	163.67
15432.2*	868.45	874.33	878.75	5.96	150.29
15365.06	868.43	873	877.54	5.34	175.12
15265.1*	868.38	870.75	874.22	5.86	151.37
15165.21	868.33	868.5	872.27	4.18	211.33
15065.9*	868.26	866.25	870.47	4.74	195.01
14966.76	868.16	864	869.4	4.76	237.2
14899.7*	867.66	863	868.14	5.49	185.59
14832.7*	868.02	862	866.14	6.43	146.9
14765.77	867.98	861	865.48	4.93	193.26
14698.9*	867.68	859.67	863.9	5.55	163.97
14632.1*	867.88	858.33	862.16	5.82	154.1
14565.32	867.83	857	860.91	5.24	172.19
14465.7*	867.69	854.5	858.69	5.43	168.79
14366.13	867.66	852	856.65	5.35	178.71
14299.1*	867.68	850.67	855.66	4.97	196.07
14232.1*	867.62	849.33	855.28	4.11	259.46
14165.1	867.54	848	855.31	2.78	403.06
14076.2*	867.48	846.5	850.65	8.59	104.51
13987.31	867.43	845	850.23	3.69	316.93
13913.3*	867.37	843.67	848.55	5.25	183.63
13839.3*	867.34	842.33	846.96	5.4	170.58
13765.34	867.3	841	845.67	5.07	177.68
13698.5*	867.26	839.55	844.9	4.61	196.83

<b>Estacionamiento</b>	<b>Caudal</b>	<b>Cota de fondo del río</b>	<b>Nivel del Agua</b>	<b>Velocidad de Flujo</b>	<b>Ancho de Huella</b>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
13631.8*	867.23	838.11	842.1	6.85	133.94
13565.06	866.73	836.66	841.51	4.98	203.68
13496.3*	867.12	835.11	839.25	6.36	147.84
13427.6*	866.74	833.55	838.14	5.33	177.61
13358.89	867.03	832	835.97	6.12	151.15
13263.3*	866.74	829.72	834.03	5.11	174.28
13167.89	866.71	827.43	833.66	2.97	301.93
13083.4*	866.68	826.72	833.3	3.09	293.68
12999.08	866.57	826	829.61	7.18	125.69
12920.3*	866.66	824.33	828.04	5.21	171.05
12841.5*	866.66	822.67	825.8	5.15	170.84
12762.83	866.65	821	824.43	3.83	232.05
12665.5*	866.62	819.33	823.05	3.82	238.31
12568.3*	866.6	817.67	821.26	4.71	198.58
12471.03	866.55	816	820.33	4.05	269.36
12396.7*	866.51	814.5	817.5	6	149.72
12322.56	866.48	813	816.5	3.95	220.45
12243.6*	866.46	811.5	815.11	4.31	203.3
12164.66	865.87	810	813.72	4.48	197.82
12065.0*	866.35	807.5	810.77	5.52	161.13
11965.51	865.88	805	808.9	4.43	213.64
11865.8*	847.76	803	807.22	4.45	212.51
11766.12	865.91	801	805.86	4.43	231.11
11699.1*	865.87	799.33	805.05	4.33	217.24
11632.1*	865.77	797.67	804.56	4.21	223.76
11565.19	865.87	796	801.32	7.71	117.44
11465.2*	865.86	793.5	797	7.42	118.89
11365.25	865.85	791	795.56	3.94	228.05
11298.4*	865.84	790	794.83	4.07	223.69
11231.7*	865.83	789	794.08	4.41	211.81
11164.97	865.82	788	792.01	6.36	149.09
11065.2*	865.8	785.5	788.19	6.22	143.3
10965.42	865.77	783	786.12	3.88	230.74
10898.7*	865.74	781.67	785.08	3.96	227.72
10832.0*	865.71	780.33	784.18	4.04	227.41
10765.37	865.68	779	783.02	4.73	198.24
10665.6*	865.64	777.41	780.75	5.1	172.89

<b>Estacionamiento</b>	<b>Caudal</b>	<b>Cota de fondo del río</b>	<b>Nivel del Agua</b>	<b>Velocidad de Flujo</b>	<b>Ancho de Huella</b>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
10565.94	865.61	775.82	779.14	4.04	215.06
10499.1*	865.58	774.62	777.99	4.09	213.04
10432.3*	865.55	773.41	776.75	4.27	206
10365.58	865.52	772.21	775.35	4.47	203.36
10298.7*	865.48	770.81	773.63	4.54	192.53
10231.9*	865.44	769.4	772.27	3.92	221.97
10165.09	865.23	768	771.87	2.34	374.95
10065.2*	865.23	766.64	771.38	2.57	343.68
9965.329	865.22	765.28	769.59	4.93	187.82
9865.33*	865.21	763.53	767.98	4.73	185.29
9765.338	865.2	761.78	765.47	5.46	159.73
9698.49*	865.19	760.52	764.21	4.84	182.1
9631.66*	865.19	759.26	762.37	5.21	170.05
9564.821	865.18	758	761.17	4.39	207.15
9465.22*	865.16	755	758.63	5	176.89
9365.628	865.13	752	757.2	4.08	216.56
9265.67*	865.1	751	756.08	4.05	217.95
9165.717	865.07	750	754.09	4.98	176.3
9082.88*	865.05	748.5	752.19	5.11	170.54
9000.059	865.02	747	751.24	4.01	219.19
8921.92*	864.98	745.33	750.27	4.27	206.84
8843.79*	864.95	743.67	748.41	5.66	159.46
8765.665	864.9	742	748.32	3.33	274.63
8690.02*	864.61	740.67	746.54	5.58	160.92
8614.39*	864.83	739.33	743.6	6.71	129.12
8538.758	864.81	738	742.34	5.04	175.94
8451.93*	864.78	735.83	738.76	5.93	147.45
8365.109	864.62	733.65	737.44	2.86	307.33
8265.47*	864.61	732.33	736.64	3.24	270.98
8165.843	864.61	731	735.23	4.29	202.5
8098.89*	864.6	729.84	734.33	4.39	198.79
8031.94*	864.6	728.69	733.44	4.46	196.23
7964.989	864.59	727.53	731.99	5.21	167.72
7865.67*	864.58	725.77	729.52	5.43	160.19
7766.351	864.56	724	728.18	4.07	214.7
7699.40*	864.55	722.67	727.37	4.11	212.51
7632.45*	864.53	721.33	726.6	4.3	204.37



<b>Estacionamiento</b>	<b>Caudal</b>	<b>Cota de fondo del río</b>	<b>Nivel del Agua</b>	<b>Velocidad de Flujo</b>	<b>Ancho de Huella</b>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
7565.502	864.51	720	725.05	5.52	159.37
7498.18*	864.5	718.67	723.34	6.01	146.76
7430.87*	864.48	717.33	722.32	5.4	165.85
7363.557	864.45	716	719.9	6.63	136.22
7264.55*	864.44	714.5	718.09	4.71	187.91
7165.558	864.38	713	717.12	3.2	277.11
7098.78*	864.33	711.83	716.64	3.1	292.13
7032.01*	864.27	710.66	716.2	3.32	281.43
6965.244	864.23	709.49	715.44	4.41	224.4
6865.34*	864.19	706.74	711.25	7.41	124.62
6765.437	864.14	704	710.21	4.14	228.05
6665.95*	864.07	702.5	709.31	4.37	218.54
6566.477	863.98	701	708.08	5.01	194.02
6499.55*	863.97	700.67	707.39	4.91	195.56
6432.62*	863.97	700.33	706.81	4.76	200.51
6365.695	863.96	700	704.46	6.9	134.2
6298.96*	863.96	699	703.34	5.78	156.64
6232.23*	863.96	698	702.43	4.95	180.65
6165.498	863.95	697	701.25	4.82	183.81
6065.69*	863.94	695	698.85	5.29	167.27
5965.898	863.93	693	697.25	4.68	191.02
5893.22*	863.91	691.82	696.1	4.82	186.65
5820.55*	863.9	690.65	694.83	4.99	182.23
5747.885	863.89	689.47	693.36	5.22	179.68
5656.49*	863.87	687.24	690.87	5.31	168.37
5565.108	863.85	685	689.34	3.96	223.7
5465.74*	863.8	683.12	688.03	3.9	230.68
5366.388	863.76	681.24	686.08	5.07	178.68
5299.41*	863.74	680.16	684.81	5.12	175.9
5232.43*	863.71	679.08	683.98	4.58	197.77
5165.456	863.66	678	683.66	3.7	247.88
5066.37*	863.59	676.5	682.78	4.09	221.69
4967.298	863.55	675	680.13	6.12	143.92
4899.38*	863.34	673.81	679.53	4.85	185.37
4831.47*	863.45	672.63	676.48	6.8	129.09
4763.562	863.34	671.44	675.58	4.78	190.64
4664.25*	863.36	669.22	674.04	4.85	188.97

<b>Estacionamiento</b>	<b>Caudal</b>	<b>Cota de fondo del río</b>	<b>Nivel del Agua</b>	<b>Velocidad de Flujo</b>	<b>Ancho de Huella</b>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
4564.941	863.34	667	672.14	5.45	168.78
4465.04*	863.24	664.19	668.29	6.58	133.18
4365.14	863.32	661.37	666.49	4.41	197.62
4265.67*	863.31	659.69	664.84	4.72	185.85
4166.2	863.3	658	663.4	4.83	193.76
4098.93*	863.29	656.67	662.52	4.92	189.16
4031.66*	863.27	655.33	661.64	5.03	183.25
3964.391	863.26	654	660	6.01	148.37
3864.69*	863.24	652.5	657.21	6.63	137.38
3765.007	863.22	651	656.17	4.74	192.06
3665.20*	863.19	649.3	655.17	4.53	204.15
3565.404	863.16	647.59	653.14	5.77	158.5
3498.64*	863.14	647.06	652.25	5.35	175.07
3431.89*	863.12	646.53	651.02	5.51	172.14
3365.139	863.1	646	650.12	4.97	198.75
3296.16*	863.07	645	648.83	4.91	192.03
3227.19*	863.04	644	647.91	4.28	217.36
3158.217	862.69	643	647.39	3.43	271.3
3061.74*	862.67	641.5	646.62	3.47	263.81
2965.267	862.64	640	646.17	3.38	293.58
2865.37*	862.6	638.5	645.62	3.64	262.21
2765.485	862.58	637	640.86	8.4	114.69
2666.10*	862.58	634.63	639.44	4.76	185.95
2566.719	862.56	632.25	637.87	4.23	204.29
2499.66*	862.55	631.48	636.82	4.1	213
2432.60*	862.53	630.7	636.11	3.96	227.27
2365.553	862.51	629.93	634.25	5.71	159.43
2298.28*	862.5	628.66	632.9	5.34	166.2
2231.01*	862.48	627.39	632.24	4.27	207.59
2163.745	862.45	626.12	632.02	3.17	279.52
2064.72*	862.4	625.56	631.27	3.62	245.91
1965.709	862.36	625	629.93	4.8	192.91
1866.20*	861.93	623	629	4.56	203.79
1766.707	862.25	621	626.16	6.62	140.31
1699.81*	862.23	620	624.86	5.79	154.91
1632.91*	862.2	619	623.37	5.53	158.28
1566.019	862.18	618	622.53	4.52	192.45

<b>Estacionamiento</b>	<b>Caudal</b>	<b>Cota de fondo del río</b>	<b>Nivel del Agua</b>	<b>Velocidad de Flujo</b>	<b>Ancho de Huella</b>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
1499.26*	862.14	616.67	621.48	4.64	189.63
1432.50*	862.12	615.33	620.61	4.64	193.55
1365.754	861.11	614	619.97	4.49	206.25
1298.89*	858.9	613.11	619.55	4.3	233.22
1232.04*	862.04	612.21	616.39	7.77	136.04
1165.187	862.02	611.32	616.11	3.81	291.4
1079.00*	861.88	609.55	612.77	6.08	151.21
992.826*	861.98	607.77	611.04	4.19	210.48
906.6456	861.95	606	610.65	2.1	416.99
835.921*	861.92	605.01	610.22	2.76	317.11
765.1968	861.9	604.01	609.07	4.51	202.92
698.477*	861.88	603.25	608.36	4.26	215.66
631.757*	861.87	602.49	607.69	4.1	222.93
565.0385	861.85	601.73	606.71	4.44	202.67
465.268*	861.81	600.91	605.82	3.81	244.76
365.4979	861.77	600.09	603.26	5.38	177.88
265.838*	861.72	597.54	601.8	3.54	247.91
166.178	861.64	595	601.5	1.81	486.11

Tabla 17. Resultados del Tiempo de recorrido de la onda de crecida de la Presa Montelirio bajo la Condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias para un Periodo de Retorno de 1000 años

Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.00	0.00	0	0	0	3.73
0.00	0.00	0	0	0.01	8.64
0.04	0.04	0	2	0.23	3.85
0.01	0.05	0	3	0.43	5.65
0.02	0.07	0	4	0.63	3.39
0.01	0.08	0	5	0.84	6.73
0.02	0.10	0	6	1.03	4.43
0.01	0.11	0	7	1.21	4.93
0.01	0.12	0	7	1.43	4.28
0.01	0.13	0	8	1.63	4.11
0.01	0.14	0	9	1.83	4.5
0.01	0.16	0	9	2.03	4.13
0.01	0.17	0	10	2.24	3.8
0.01	0.18	0	11	2.43	3.94
0.01	0.19	0	11	2.63	5.16
0.01	0.20	0	12	2.83	6.24
0.01	0.21	0	13	3.03	3.82
0.01	0.22	0	13	3.23	3.97
0.01	0.24	0	14	3.43	4.65
0.01	0.25	0	15	3.63	4.44
0.01	0.26	0	15	3.83	3.56
0.01	0.27	0	16	4.03	5.19
0.01	0.28	0	17	4.23	4.28
0.01	0.29	0	17	4.41	4.93
0.02	0.30	0	18	4.63	4.3
0.01	0.31	0	19	4.83	4.23
0.01	0.32	0	19	5.04	4.24
0.01	0.33	0	20	5.23	7.46
0.02	0.35	0	21	5.40	3.58
0.01	0.36	0	22	5.64	4.61
0.03	0.39	0	24	5.93	3.25
0.01	0.40	0	24	6.08	3.93
0.01	0.41	0	25	6.24	3.11
0.01	0.42	0	25	6.43	3.75
0.01	0.44	0	26	6.63	6.22
0.02	0.46	0	28	6.83	4.96
0.01	0.47	0	28	7.03	7.48

Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.03	0.49	0	30	7.24	3.17
0.01	0.50	0	30	7.43	3.61
0.02	0.52	0	31	7.63	3.34
0.01	0.53	0	32	7.83	3.89
0.02	0.55	0	33	8.03	2.76
0.01	0.56	0	33	8.23	4.22
0.03	0.59	0	35	8.43	4.21
0.01	0.60	0	36	8.63	3.87
0.01	0.61	0	37	8.84	2.76
0.01	0.62	0	37	9.03	5.78
0.02	0.64	0	38	9.23	3.75
0.01	0.65	0	39	9.40	3.81
0.02	0.66	0	40	9.63	7.23
0.02	0.69	0	41	9.86	3.2
0.01	0.69	0	42	10.03	3.81
0.02	0.71	0	43	10.23	5.13
0.02	0.73	0	44	10.44	3.87
0.01	0.74	0	44	10.63	4.63
0.02	0.76	0	45	10.83	4.66
0.01	0.77	0	46	11.04	4.25
0.01	0.78	0	47	11.23	5.86
0.03	0.80	0	48	11.43	3.91
0.01	0.81	0	49	11.63	6.12
0.01	0.83	0	50	11.83	7.11
0.01	0.84	0	50	12.03	5.09
0.01	0.85	0	51	12.23	3.83
0.01	0.86	0	52	12.43	5.22
0.02	0.88	0	53	12.65	3.33
0.01	0.88	0	53	12.83	4.44
0.02	0.90	0	54	13.03	4.77
0.01	0.91	0	55	13.23	6.69
0.02	0.93	0	56	13.43	4.63
0.01	0.94	0	56	13.64	5.87
0.02	0.96	0	58	13.84	4.03
0.01	0.97	0	58	14.03	4.87
0.01	0.98	0	59	14.23	6.23
0.02	0.99	0	60	14.44	5.12
0.01	1.00	1	0	14.63	5.17
0.01	1.02	1	1	14.83	5.72



Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.01	1.03	1	2	15.03	3.78
0.01	1.04	1	2	15.24	4.35
0.02	1.05	1	3	15.43	6.34
0.02	1.07	1	4	15.63	4.13
0.01	1.08	1	5	15.83	6.18
0.02	1.10	1	6	16.03	4.06
0.01	1.11	1	6	16.24	5.87
0.02	1.13	1	8	16.43	5.63
0.01	1.14	1	8	16.63	4.93
0.01	1.15	1	9	16.83	4.28
0.01	1.16	1	10	17.03	5.6
0.01	1.17	1	10	17.23	3.3
0.01	1.19	1	11	17.49	4.57
0.02	1.21	1	12	17.63	4.96
0.01	1.22	1	13	17.83	5.35
0.02	1.23	1	14	18.03	3.17
0.01	1.24	1	15	18.23	6.28

En la Tabla 18 se presentan los resultados para el escenario “**Por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal**”.

*Tabla 18. Resultados de la simulación por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal*

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
18765.16	1000	945.48	950.99	6.76	170.11
18565.37	1000	929.99	951.61	0.55	1809.65
18396.16	PRESA	PRESA	PRESA	PRESA	PRESA
18394.95	1000	932.4	939.36	2.46	406.51
18165.68	1000	932.3	936.55	5.51	184.2
17965.03	1000	927.84	932.45	3.61	300.42
17765.03	1000	924	928.35	6.21	176.32
17564.54	1000	917.53	922.6	5.02	206.45
17365.51	1000	914	919.32	5.79	238.68
17191.51	1000	909	914.28	4.5	242.91
16965.66	1000	905.77	910.33	5.68	189.26
16765.21	1000	901	905.42	6.01	172.52
16565.43	1000	897	901.91	4.8	232.1
16365.19	1000	893.55	897.89	5.58	186.38
16164.81	1000	889.86	894.07	4.62	220.19
15965.56	1000	885	889.09	5.72	184.62
15765.57	1000	880	886.05	4.77	217.86
15566.65	1000	877	882.1	6.25	165.59
15365.06	1000	873	877.73	5.79	186.93
15165.21	1000	868.5	872.66	4.27	239.13
14966.76	1000	864	869.1	6.01	215.86
14765.77	1000	861	865.64	5.44	202.44
14565.32	1000	857	861.03	5.83	178.66
14366.13	1000	852	857.24	5.17	217.47
14165.1	1000	848	852.83	6.38	181.32
13987.31	1000	845	850.28	4.17	322.77
13765.34	1000	841	845.69	5.81	178.88
13565.06	1000	836.66	841.27	6.14	189.96
13358.89	1000	832	836.6	5.86	187.57
13167.89	1000	827.43	833.78	3.34	309.68
12999.08	1000	826	830.51	6.5	162.22

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
12762.83	1000	821	824.94	3.69	280.56
12471.03	1000	816	819.92	5.47	230.66
12322.56	1000	813	816.99	3.93	256.51
12164.66	1000	810	813.58	5.4	189.04
11965.51	1000	805	808.87	5.17	211.1
11766.12	1000	801	806.86	3.33	402.42
11565.19	1000	796	802.29	7.33	144.69
11365.25	1000	791	796.37	3.72	280.26
11164.97	1000	788	792.44	6.56	167.92
10965.42	1000	783	786.83	3.52	294.45
10765.37	1000	779	782.73	5.92	182.58
10565.94	1000	775.82	779.63	4	251.81
10365.58	1000	772.21	775.4	5.08	206.74
10165.09	1000	768	772.42	2.31	439.26
9965.329	1000	765.28	770.05	5	214.98
9765.338	1000	761.78	765.97	5.48	185.15
9564.821	1000	758	761.12	5.17	202.95
9365.628	1000	752	757.84	4.01	257.03
9165.717	1000	750	754.28	5.46	186.62
9000.059	1000	747	750.98	4.97	203.6
8765.665	1000	742	747.33	4.86	219.56
8538.758	1000	738	742.24	5.99	170.97
8365.109	1000	733.65	737.94	2.89	353.7
8165.843	1000	731	736.05	4.11	245.86
7964.989	1000	727.53	731.95	6.08	166.16
7766.351	1000	724	729.03	3.81	266.62
7565.502	1000	720	725.31	6.03	169.28
7363.557	1000	716	720.6	6.33	166.44
7165.558	1000	713	718.01	2.85	363.14
6965.244	1000	709.49	714.47	6.42	175.35
6765.437	1000	704	710.79	4.25	259.44
6566.477	1000	701	708.8	5.01	228.49
6365.695	1000	700	705.55	6.24	174.27
6165.498	1000	697	701.21	5.64	181.48
5965.898	1000	693	697.74	4.8	216.92
5747.885	1000	689.47	693.49	5.78	187.9
5565.108	1000	685	690.16	3.51	297.88

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
5366.388	1000	681.24	685.99	6.01	173.69
5165.456	1000	678	684.29	3.77	283.97
4967.298	1000	675	680.47	6.56	156.69
4763.562	1000	671.44	676.37	4.45	244.25
4564.941	1000	667	672.14	6.32	168.81
4365.14	1000	661.37	666.57	5	202.2
4166.2	1000	658	664.61	4.22	264.93
3964.391	1000	654	659.92	7.06	146.06
3765.007	1000	651	656.92	4.66	229.66
3565.404	1000	647.59	653.77	5.78	187.44
3365.139	1000	646	650.16	5.68	201.78
3158.217	1000	643	647.65	3.67	294.84
2965.267	1000	640	645.99	4.07	281.25
2765.485	1000	637	642.21	6.87	167
2566.719	1000	632.25	638.76	3.72	272.06
2365.553	1000	629.93	634.61	5.99	177.97
2163.745	1000	626.12	632.62	3.24	319.92
1965.709	1000	625	630.61	4.8	226.91
1766.707	1000	621	626.89	6.37	173.5
1566.019	1000	618	623.09	4.54	224.18
1365.754	1000	614	619.61	5.65	188.94
1165.187	1000	611.32	615.23	5.88	208.32
906.6456	1000	606	611.13	2.17	470.9
765.1968	1000	604.01	609.6	4.62	231.53
565.0385	1000	601.73	607.18	4.53	232.88
365.4979	1000	600.09	603.8	4.99	232.7
166.178	1000	595	601.9	1.92	534.25

Tabla 19. Resultados del tiempo de recorrido de la onda de crecida de la Presa Montelirio por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal

Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.00	0.00	0	0	0	3.73
0.00	0.00	0	0	0.0	3.78
0.01	0.01	0	1	0.2	4.24
0.01	0.02	0	1	0.4	3.59
0.01	0.03	0	2	0.6	4.33
0.01	0.04	0	3	0.8	3.93
0.01	0.05	0	3	1.0	5.31
0.01	0.06	0	4	1.2	3.83
0.01	0.07	0	4	1.4	4.41
0.01	0.08	0	5	1.6	4.43
0.01	0.09	0	5	1.8	4.36
0.01	0.10	0	6	2.0	4.23
0.01	0.11	0	6	2.2	3.83
0.01	0.12	0	7	2.4	4.1
0.01	0.13	0	8	2.6	4.84
0.01	0.14	0	8	2.8	4.92
0.01	0.14	0	9	3.0	4.74
0.01	0.15	0	9	3.2	3.29
0.01	0.16	0	10	3.4	5.03
0.01	0.17	0	10	3.6	4.23
0.01	0.18	0	11	3.8	4.03
0.01	0.19	0	11	4.0	4.88
0.01	0.20	0	12	4.2	4.82
0.01	0.21	0	12	4.4	4.42
0.01	0.22	0	13	4.6	4.46
0.01	0.23	0	14	4.8	4.58
0.01	0.24	0	14	5.0	4.54
0.01	0.25	0	15	5.2	4.27
0.01	0.25	0	15	5.4	4.51
0.01	0.26	0	16	5.6	3.15
0.02	0.28	0	17	5.9	3.93
0.01	0.29	0	17	6.1	3.05
0.01	0.30	0	18	6.2	3.51
0.01	0.31	0	18	6.4	3.87
0.01	0.32	0	19	6.6	5.09
0.01	0.33	0	20	6.8	6.28
0.01	0.34	0	20	7.0	3.07
0.01	0.34	0	21	7.2	4.43

Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.01	0.35	0	21	7.4	2.52
0.01	0.36	0	22	7.6	3.64
0.01	0.37	0	22	7.8	3.06
0.01	0.38	0	23	8.0	3.18
0.01	0.39	0	24	8.2	2.59
0.01	0.41	0	24	8.4	4.27
0.01	0.42	0	25	8.6	3.95
0.01	0.42	0	25	8.8	3.12
0.01	0.44	0	26	9.0	4.61
0.01	0.45	0	27	9.2	4.09
0.01	0.45	0	27	9.4	3.57
0.01	0.46	0	28	9.6	4.5
0.01	0.48	0	29	9.9	4.23
0.01	0.48	0	29	10.0	2.41
0.01	0.49	0	30	10.2	3.67
0.01	0.50	0	30	10.4	4.43
0.01	0.51	0	31	10.6	3.64
0.01	0.52	0	31	10.8	4.96
0.01	0.53	0	32	11.0	4.61
0.01	0.54	0	32	11.2	3.39
0.01	0.55	0	33	11.4	4.98
0.01	0.56	0	34	11.6	4.76
0.01	0.57	0	34	11.8	6.43
0.01	0.58	0	35	12.0	5.11
0.01	0.58	0	35	12.2	4.22
0.01	0.59	0	36	12.4	3.91
0.01	0.60	0	36	12.7	4.02
0.01	0.61	0	37	12.8	4.09
0.01	0.62	0	37	13.0	4.75
0.01	0.63	0	38	13.2	4.36
0.01	0.64	0	39	13.4	5.48
0.01	0.65	0	39	13.6	3.93
0.01	0.66	0	40	13.8	5.13
0.01	0.67	0	40	14.0	4.41
0.01	0.68	0	41	14.2	5.16
0.01	0.69	0	41	14.4	5.94
0.01	0.69	0	42	14.6	4.66
0.01	0.70	0	42	14.8	5.75
0.01	0.71	0	43	15.0	4.15



Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.01	0.72	0	43	15.2	3.64
0.01	0.73	0	44	15.4	4.48
0.01	0.74	0	45	15.6	5.2
0.01	0.75	0	45	15.8	5.32
0.01	0.76	0	46	16.0	4.68
0.01	0.77	0	46	16.2	4.37
0.01	0.78	0	47	16.4	4.43
0.01	0.79	0	47	16.6	5.89
0.01	0.80	0	48	16.8	4.17
0.01	0.81	0	48	17.0	5.11
0.01	0.82	0	49	17.2	3.9
0.01	0.83	0	50	17.5	2.74
0.01	0.84	0	50	17.6	4.54
0.01	0.85	0	51	17.8	4.64
0.01	0.86	0	51	18.0	3.72
0.01	0.87	0	52	18.2	4.08

En la Tabla 20 se presentan los resultados para el escenario “**Por Colapso Estructural en Condiciones de Crecidas Extraordinarias**”.

Tabla 20. Resultados de la simulación bajo la Condiciones de Colapso Estructural en Condiciones de Crecidas Extraordinarias (15)

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
18765.16	1832	945.48	953.16	8	274.52
18565.37	1832	929.99	953.19	0.91	2021.31
18396.16	PRESA	PRESA	PRESA	PRESA	PRESA
18394.95	1832	932.4	941.25	3.35	562.64
18165.68	1832	932.3	938.18	6.27	315.46
17965.03	1832	927.84	934.27	3.95	529.68
17765.03	1832	924	930.31	7.28	287.57
17564.54	1832	917.53	924.02	6.81	282.93
17365.51	1832	914	920.46	7	346.59
17191.51	1832	909	916.2	5.47	371.43
16965.66	1832	905.77	911.97	7.08	287.44
16765.21	1832	901	907.3	7	278.79
16565.43	1832	897	903.49	5.92	353.45
16365.19	1832	893.55	899.55	6.69	298.38
16164.81	1832	889.86	895.22	6.2	303.05
15965.56	1832	885	890.96	6.53	304.31
15765.57	1832	880	888.45	5.85	336.08
15566.65	1832	877	884.06	7.85	245.49
15365.06	1832	873	879.45	6.85	301.03
15165.21	1832	868.5	873.79	5.85	322.25
14966.76	1832	864	871.12	6.42	372.82
14765.77	1832	861	867.17	7.04	292.82
14565.32	1832	857	862.82	6.94	284.98
14366.13	1832	852	858.53	6.76	314.76
14165.1	1832	848	854.85	6.63	357.05
13987.31	1832	845	852.27	4.09	583.98
13765.34	1832	841	847.39	7.33	260.32
13565.06	1832	836.66	842.87	7.59	287.98
13358.89	1832	832	838.46	6.63	330.53
13167.89	1832	827.43	836.34	4.03	479.43

<sup>15</sup> Resultados de Modelación Hidráulica. CEDSA 2013.

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m²)
12999.08	1832	826	832.59	7.86	252.44
12762.83	1832	821	826.36	4.56	421.37
12471.03	1832	816	821	6.84	336.39
12322.56	1832	813	818.55	4.98	377.19
12164.66	1832	810	815.13	6.51	296.63
11965.51	1832	805	810.19	6.19	332.44
11766.12	1832	801	809.65	2.61	904.15
11565.19	1832	796	805.13	8.57	238.41
11365.25	1832	791	798.65	4.49	432.53
11164.97	1832	788	794.45	7.93	261.47
10965.42	1832	783	788.69	4.08	471.74
10765.37	1832	779	784.32	7.44	269.55
10565.94	1832	775.82	780.94	5.27	351.48
10365.58	1832	772.21	776.68	6.12	317.66
10165.09	1832	768	774.48	2.73	688.7
9965.329	1832	765.28	771.95	6	337.17
9765.338	1832	761.78	767.51	7.01	268.92
9564.821	1832	758	762.45	6.24	313.62
9365.628	1832	752	759.75	5.02	384.87
9165.717	1832	750	755.83	6.83	280.67
9000.059	1832	747	752.69	6.1	310.07
8765.665	1832	742	749.25	5.87	327.53
8538.758	1832	738	744.05	7.25	262.38
8365.109	1832	733.65	740.18	3.35	565.8
8165.843	1832	731	738.05	5.27	356.69
7964.989	1832	727.53	733.91	7.23	264.55
7766.351	1832	724	731.61	4.39	431.76
7565.502	1832	720	727.13	7.88	241.66
7363.557	1832	716	722.58	7.68	256.97
7165.558	1832	713	720.17	3.31	582.47
6965.244	1832	709.49	716.43	7.64	277.9
6765.437	1832	704	713.2	5.1	405.42
6566.477	1832	701	711.54	5.71	383.34
6365.695	1832	700	707.52	8.11	254.63
6165.498	1832	697	702.86	6.8	281.91
5965.898	1832	693	699.31	6.4	304.76

Estacionamiento	Caudal	Cota de fondo del río	Nivel del Agua	Velocidad de Flujo	Ancho de Huella
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )
5747.885	1832	689.47	695.09	6.97	290.91
5565.108	1832	685	691.59	4.48	442.7
5366.388	1832	681.24	688.03	6.45	327.82
5165.456	1832	678	686.84	4.6	438.46
4967.298	1832	675	682.67	7.84	248.78
4763.562	1832	671.44	678.33	5.12	425.23
4564.941	1832	667	674.23	7.42	275.64
4365.14	1832	661.37	668.42	6.1	307.81
4166.2	1832	658	667.23	4.74	462.47
3964.391	1832	654	662.57	8.38	243.56
3765.007	1832	651	659.28	5.63	359.46
3565.404	1832	647.59	655.5	7.48	276.94
3365.139	1832	646	651.62	6.87	310.41
3158.217	1832	643	649.77	4.06	503.92
2965.267	1832	640	648.5	4.59	483.43
2765.485	1832	637	644.43	8.18	265.98
2566.719	1832	632.25	640.38	4.63	413.14
2365.553	1832	629.93	636.65	6.78	318.95
2163.745	1832	626.12	634.98	3.97	490
1965.709	1832	625	632.51	6.2	332.38
1766.707	1832	621	628.99	7.41	290.26
1566.019	1832	618	625.36	5.25	368.6
1365.754	1832	614	621.24	7.46	271.73
1165.187	1832	611.32	616.77	6.49	365.22
906.6456	1832	606	613.45	2.57	735.54
765.1968	1832	604.01	611.58	5.68	348.88
565.0385	1832	601.73	608.41	6.21	318.86
365.4979	1832	600.09	605.02	5.84	378.06
166.178	1832	595	603.92	2.42	782.17

Tabla 21. Resultados del tiempo de recorrido de la onda de crecida de la Presa Montelirio por Condiciones de Colapso Estructural en Condiciones de Crecidas Extraordinaria.

Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.00	0.00	0	0	0	3.73
0.00	0.00	0	0	0.0	5.25
0.01	0.01	0	1	0.2	5.89
0.01	0.02	0	1	0.4	4.47
0.01	0.03	0	2	0.6	6.31
0.01	0.03	0	2	0.8	5.2
0.01	0.04	0	2	1.0	6.45
0.01	0.05	0	3	1.2	5.74
0.01	0.06	0	3	1.4	6.2
0.01	0.06	0	4	1.6	6.04
0.01	0.07	0	4	1.8	5.95
0.01	0.08	0	5	2.0	6
0.01	0.09	0	5	2.2	5.22
0.01	0.10	0	6	2.4	5.68
0.01	0.11	0	6	2.6	6.87
0.01	0.11	0	7	2.8	7.07
0.01	0.12	0	7	3.0	5.8
0.01	0.13	0	8	3.2	4.77
0.01	0.13	0	8	3.4	6.54
0.01	0.14	0	9	3.6	6
0.01	0.15	0	9	3.8	5.83
0.01	0.16	0	9	4.0	6.29
0.01	0.17	0	10	4.2	6.65
0.01	0.17	0	10	4.4	5.2
0.01	0.18	0	11	4.6	6.34
0.01	0.19	0	11	4.8	6.2
0.01	0.20	0	12	5.0	6.1
0.01	0.20	0	12	5.2	5.66
0.01	0.21	0	13	5.4	6.58
0.01	0.22	0	13	5.6	3.67
0.01	0.23	0	14	5.9	5.01
0.01	0.24	0	14	6.1	4.5
0.01	0.24	0	15	6.2	5.12
0.01	0.25	0	15	6.4	4.77
0.01	0.26	0	16	6.6	6.12
0.01	0.27	0	16	6.8	9.12
0.01	0.28	0	17	7.0	3.68

Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.01	0.28	0	17	7.2	6.45
0.01	0.29	0	17	7.4	3.12
0.01	0.29	0	18	7.6	5.33
0.01	0.30	0	18	7.8	4.4
0.01	0.31	0	19	8.0	4.46
0.01	0.32	0	19	8.2	3.6
0.01	0.33	0	20	8.4	5.97
0.01	0.34	0	20	8.6	5.73
0.01	0.35	0	21	8.8	4.13
0.01	0.35	0	21	9.0	6.24
0.01	0.36	0	22	9.2	5.84
0.01	0.37	0	22	9.4	5.21
0.01	0.38	0	23	9.6	6.22
0.01	0.39	0	23	9.9	6.05
0.01	0.39	0	24	10.0	3.01
0.01	0.40	0	24	10.2	5.39
0.01	0.41	0	25	10.4	6.37
0.01	0.42	0	25	10.6	5.03
0.01	0.42	0	25	10.8	7.14
0.01	0.43	0	26	11.0	6.37
0.01	0.44	0	26	11.2	4.3
0.01	0.45	0	27	11.4	6.95
0.01	0.45	0	27	11.6	6.3
0.01	0.46	0	28	11.8	8.67
0.01	0.47	0	28	12.0	7.52
0.01	0.47	0	28	12.2	5.4
0.01	0.48	0	29	12.4	5.73
0.01	0.49	0	29	12.7	5.62
0.01	0.50	0	30	12.8	4.97
0.01	0.51	0	30	13.0	6.79
0.01	0.51	0	31	13.2	6.1
0.01	0.52	0	31	13.4	7.67
0.01	0.53	0	32	13.6	4.85
0.01	0.54	0	32	13.8	7.23
0.01	0.54	0	33	14.0	5.4
0.01	0.55	0	33	14.2	6.91
0.01	0.56	0	33	14.4	8.56
0.01	0.57	0	34	14.8	7.91



Tiempo de viaje de la Onda				Distancia(km)	Tirante(m)
hrs	horas	min			
0.01	0.58	0	35	15.0	5.35
0.01	0.59	0	35	15.2	4.96
0.01	0.60	0	36	15.4	6.27
0.01	0.60	0	36	15.6	7.44
0.01	0.61	0	37	15.8	6.08
0.01	0.62	0	37	16.0	6.72
0.01	0.63	0	38	16.2	5.75
0.01	0.63	0	38	16.4	6.52
0.01	0.64	0	38	16.6	7.99
0.01	0.65	0	39	16.8	5.33
0.01	0.66	0	39	17.0	7.25
0.01	0.66	0	40	17.2	5.01
0.01	0.67	0	40	17.5	3.85
0.01	0.68	0	41	17.6	6.32
0.01	0.69	0	41	17.8	6.39
0.01	0.70	0	42	18.0	4.92
0.01	0.70	0	42	18.2	5.17

En la **Figura 4, y 5** (ver Anexo de Figuras) presentan el perfil longitudinal para el área de estudio del río Chiriquí Viejo, correspondiente a los escenarios simulados. En el eje “x” de las figuras se indican las secciones transversales en donde se localizan los lugares de interés: comunidades, presa El Alto y Casa de Máquinas de Montelirio que se verían afectados por las crecidas.

## 5.6. Vinculación con el Sistema de Protección Civil. Planes de Evacuación

Una situación de emergencia que se genere en la Presa de Montelirio podrá causar daños y pérdidas aguas abajo. EISA trabajará en forma coordinada con las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, radioaficionados, e instituciones públicas, que por sus funciones participan en la prevención y mitigación de riesgo, en la preparación y atención de emergencia; con el objetivo de salvaguardar la vida y bienes aguas abajo de la presa.

Por esta razón, EISA establecerá lo siguiente:

- Estrategia de imagen y comunicación;
- Identificación, gestión y firma de los acuerdos con las instituciones y organizaciones que forman parte del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Instituir protocolos de avisos, actualización de la lista de contactos y diagrama de avisos para cada categoría de emergencia; códigos y validación.
- Definir responsabilidades de los colaboradores para el mantenimiento de la documentación técnica entregada y la distribución del PADE.

A continuación, la lista de ubicaciones de los diagramas de aviso impresos, establecidos en la sección 4.3. Diagramas de Aviso (Tabla 23).

Tabla 22. Lista de Ubicaciones de los Diagramas de Avisos Impresos

<i>Ubicaciones en la Central Hidroeléctrica</i>	
1.	Sala de Control
2.	Oficina del Gerente
<i>Ubicaciones en Entidades Públicas</i>	
1.	Fuerza Pública de Volcán
2.	Cuerpo de Bomberos de Volcán
3.	Oficina Regional de SINAPROC
4.	Centro Nacional de Despacho

Para iniciar con este proceso de vinculación, se hará una presentación y distribución del PADE, a todas las autoridades locales, gubernamentales y no gubernamentales que participaran en forma efectiva ante la ocurrencia de una situación de emergencia citada en este PADE. Cada una de estas autoridades se les invita a participar de los simulacros.

La planificación de la alerta y evacuación son las responsabilidades de las autoridades locales (Representantes), con apoyo del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). En todos los niveles de alerta, tanto las autoridades locales como el SINAPROC serán responsables de estudiar y coordinar las áreas afectadas y de desarrollar planes de notificación y evacuación. No obstante, EISA se reunirá con las partes interesadas; representantes de corregimiento, ONG's y las instituciones de seguridad pública para suministrarles y explicarles los diferentes escenarios que contempla este PADE y sus respectivos planos de inundación (**Mapas 4, 5 y 6**).

Las autoridades locales y SINAPROC son responsables de la terminación de actividades de acciones de emergencia o de la evacuación (según sea el caso), incluyendo la publicación de notas de prensa para la radio, televisión, o medios impresos. Las autoridades y la policía local serán responsables de la seguridad dentro de las áreas afectadas durante y después de una emergencia; esto último para asegurar la entrada apropiada a las áreas afectadas para proteger al público.

El personal de EISA será responsable de monitorear la presa durante una situación de emergencia y mantendrá informados, según los diagramas de aviso, de las condiciones de la presa desde el momento de inicio de una emergencia hasta que se concluya la misma. Se usarán todos los medios de comunicación disponibles. El principal medio de comunicación será el teléfono. También se pueden usar celulares, radio, e internet.

El PADE contemplará acciones que serán implementadas por el Gerente de Planta o el Supervisor de Operaciones y su equipo de trabajo. La organización de las comunidades, de haber, que se ubican aguas abajo de la presa dentro de la planicie de inundación son responsabilidad de las autoridades locales y las instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Protección Civil. Estas acciones deberán contemplar como mínimo: seguridad del área afectada, la evaluación de los daños y análisis de necesidad y la rehabilitación de los servicios básicos.

## *5.7. Simulacros de Emergencia*

El Coordinador del PADE conducirá una sesión anual de simulacro de emergencia del PADE, para habituar y disciplinar el comportamiento del personal de EISA, en todas las situaciones de emergencia contempladas en la sección 7 “Situaciones de Emergencia” de este documento. El

coordinador del PADE será el responsable de programar, coordinar y dirigir <sup>17</sup> el simulacro de la situación de emergencia correspondiente.

El coordinador del PADE presentará los diferentes escenarios de forma detalladas, al personal de EISA, con la finalidad de evaluar los conocimientos de todo el personal de la Central Hidroeléctrica Montelirio, sobre los procedimientos y protocolos que se deben seguir ante una situación de emergencia descrita en el PADE.

El coordinador del PADE presentará, las acciones a desarrollar según sea el caso al personal, quienes deberán tomar decisiones al respecto. Los resultados obtenidos en el simulacro, permitirá hacer los ajustes en los procedimientos o implementar procesos de capacitación del personal.

El objetivo general que se quiere con la capacitación del personal es que adquieran los conocimientos y capacidad de reacción para que, en el momento que sea necesario, activar y dar seguimiento a las diferentes situaciones de emergencia presentadas en este Plan de Acción Durante Emergencias.

Los simulacros se ejecutarán a diferentes niveles según los siguientes criterios:

**Bajo:** Verificación de los sistemas de comunicaciones, los números telefónicos, nombres y cargos de los responsables en la cadena de avisos.

**Medio:** Seminarios-Taller en donde se discutan las acciones a seguir en caso una de las situaciones de una emergencia con personal de la empresa, miembros de la comunidad y estamentos de seguridad involucrados en estas acciones.

**Alto:** Incluye desde simulaciones o ejercicios de gabinete hasta la simulación a escala real de una emergencia. Los simulacros deben incluir múltiples fallas. En cada simulacro debe plantearse un escenario de emergencia diferente. Debe abarcar todas las fases contempladas en una situación de emergencia real.

Para todas las situaciones de emergencia, EISA hará un simulacro de nivel bajo o medio que se llevará a cabo mediante un ejercicio en el que se ensayaran las medidas a seguir ante una situación hipotética de emergencia. Dicho simulacro se diseñará de manera que sea realista. El Coordinador

---

<sup>17</sup> El simulacro podrá ser dirigido por un proveedor

del PADE escogerá la situación y hora; además, la asignación de un observador el cual verificará las acciones y notificaciones subsecuentes (quién, cuándo y los medios de comunicación), y determinará si todos los participantes tienen la versión actualizada del PADE.

La coordinación de este simulacro se extenderá hasta las instituciones, según los diagramas de aviso. Se involucrará en este simulacro a personal interno de EISA y a las instituciones que tienen responsabilidades en el PADE. En el caso de la Presa Montelirio, donde existen presas aguas arriba y aguas abajo durante la planificación de los simulacros se coordinará con el personal de las presas correspondientes, para que ellos puedan participar de los mismos.

Durante este simulacro se abarcarán todas las fases contempladas en una situación de emergencia real:

- Detección del Evento
- Determinación del Nivel de Emergencia
- Niveles de Comunicación y Notificación
- Acciones Durante la Emergencia
- Terminación

Los simulacros y/o simulaciones se ejecutarán bajo los siguientes criterios:

- No debe realizarse un nivel de ejercitación si no se han comprendido las consignas y procedimientos del anterior.
- Se realizarán 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.
- Se interrumpirán cuando durante su desarrollo surja alguna situación extraordinaria o de emergencia real o sea imprescindible la atención del personal para garantizar la operación normal de la central.
- No se permitirá el tráfico de personas o vehículos salvo que sean imprescindibles dentro del ejercicio del simulacro.
- La duración del ejercicio del simulacro dependerá del nivel del simulacro.
- Se involucrará a todo el personal necesario para llevar a cabo las tareas a realizar de acuerdo con la situación de emergencia en simulacro.
- Las comunicaciones deberán estar disponibles para el ejercicio.

Durante el desarrollo del ejercicio del simulacro, el observador asignado controlará y registrará en una 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.

Durante el ejercicio de simulación o simulacro se evaluarán los siguientes aspectos: (i) tratará sobre preocupaciones respecto a los contactos telefónicos, (ii) evaluará el tiempo para completar el simulacro e identificará maneras de acortar el tiempo, (iii) tratará sobre las pruebas de energía y equipos, (para apertura o cierre, tales como vertederos y otras estructuras hidráulicas de descarga) y (iv) indicará si los participantes tenían el PADE más reciente.

Se verificará 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 el simulacro:

- Cierre automático de los equipos de operación en caso de sismos.
- Puesta a salvo del personal de operación de la presa.
- Comunicación de la Situación de Emergencia a las autoridades con jurisdicción aguas abajo de la presa indicando que tipo de emergencia se ha producido, constatando que se desarrolle el operativo de emergencia a cargo de otras Autoridades.
- Verificación 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 disponen 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.



Dentro de los 45 días después del simulacro, el Coordinador del PADE, emitirá un informe Final del ejercicio del simulacro a SINAPROC que contendrá la siguiente información:

- Desarrollo detallado del ejercicio.
- Objetivos buscados con el ejercicio.
- Grado de preparación individual del personal.
- Nivel de coordinación entre el personal y con terceros.
- Dificultades presentadas.
- Problemas de los sistemas de comunicación.
- Adecuación de los medios materiales disponibles.
- Grado de cumplimiento de los objetivos buscados con el ejercicio.
- Fallas del PADE y modificaciones propuestas para la siguiente actualización.

## 6. Actualización del PADE

Este documento presenta una revisión, adecuación y actualización del PADE de la Empresa Electron Investment, S.A. al PADE de la Central Hidroeléctrica Montelirio.

Esta versión incluye solicitudes específicas de la Autoridad de los Servicios Públicos a la versión anterior. En cuanto a su alcance y limitándolo solamente a eventos en la presa Montelirio según la norma vigente. De igual forma, se actualizan personas o entidades con responsabilidad específica, direcciones, números telefónicos y toda otra información crítica para la eficacia de las acciones previstas.

De esta forma, EISA enviará este documento a la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos: (i) una declaración que el PADE ha sido revisado completamente, (ii) la última fecha en que fue aprobado, y (iii) cualquier modificación actualización.

EISA hará cualquier actualización el próximo año y una revisión completa del PADE en el 2026. La revisión completa identificará cualquier nuevo desarrollo u otros cambios aguas arriba o aguas abajo los cuales podrían necesitar la modificación del PADE. Si ocurren tales cambios

EISA informará rápidamente al director de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos de los cambios requeridos, determinará en consulta con agencias y otros si las modificaciones son necesarias, y distribuirá cualquier modificación resultante.

Los contratistas disponibles para apoyar durante catástrofes o recuperar la operación de la Central serán enviados por nota.

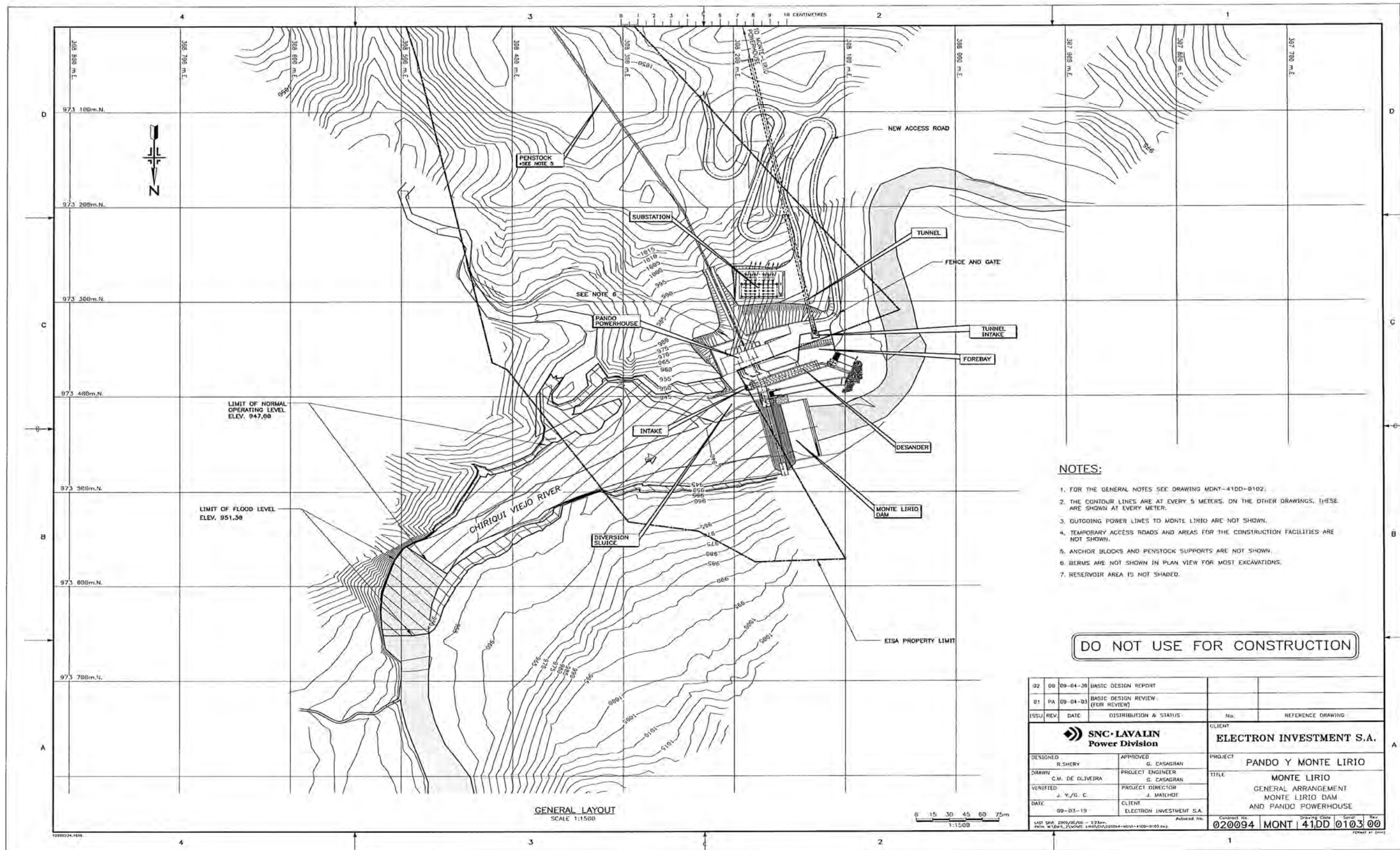
## Bibliografía

- Resolución AN 3932-ELEC Normas para la Seguridad de Presas. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos. 2010
- Resumen Técnico del Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Período 1971- 206- Hidrometeorología. ETESA. 2008
- Volumen I: Lugares Poblados de la Republica, INEC, Contralora General de la Republica. 2011
- Estudio de Impacto Ambiental Categoría III de la Central Hidroeléctrica Pando. Electron Investment, S.A. 2002
- Estudio de prefactibilidad de los proyectos hidroeléctricos Pando y Montelirio. Electron Investment, S.A. 2007
- Feasibility Study. Basic Design Report. Pando y Montelirio Hydroelectric Project. Electron Investment, S.A. 2009
- Guidelines for Dam Breach Analysis. Office of the State Engineer Dam Safety Branch. State of Colorado. Department of Natural Resource. 2010

## ANEXOS

## ANEXO A - PLANOS

Planos de detalles de: Presa Montelirio



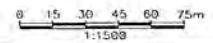
**NOTES:**

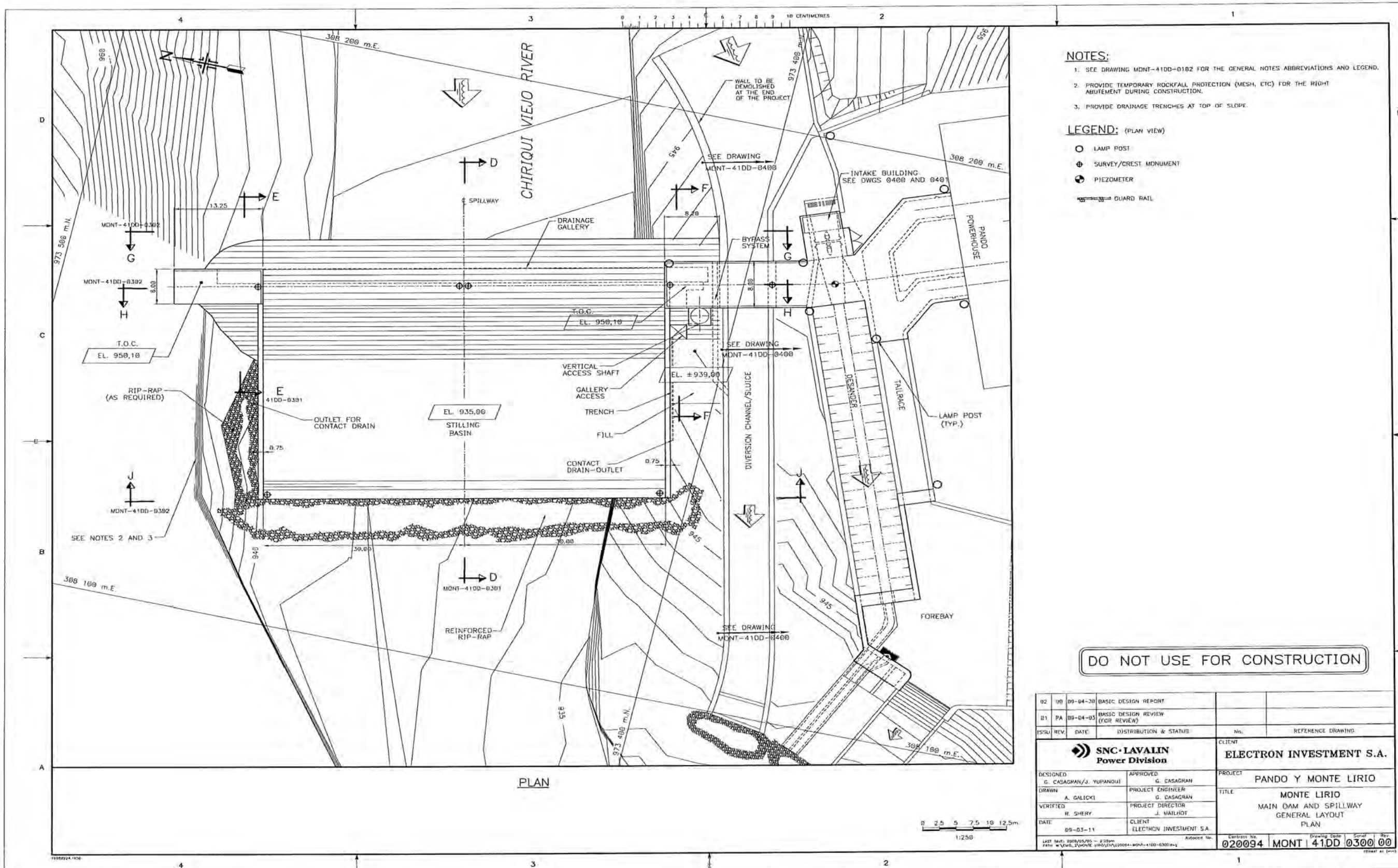
1. FOR THE GENERAL NOTES SEE DRAWING MONT-41DD-0102.
2. THE CONTOUR LINES ARE AT EVERY 5 METERS. ON THE OTHER DRAWINGS, THESE ARE SHOWN AT EVERY METER.
3. OUTGOING POWER LINES TO MONTE LIRIO ARE NOT SHOWN.
4. TEMPORARY ACCESS ROADS AND AREAS FOR THE CONSTRUCTION FACILITIES ARE NOT SHOWN.
5. ANCHOR BLOCKS AND PENSTOCK SUPPORTS ARE NOT SHOWN.
6. BERMS ARE NOT SHOWN IN PLAN VIEW FOR MOST EXCAVATIONS.
7. RESERVOIR AREA IS NOT SHADED.

DO NOT USE FOR CONSTRUCTION

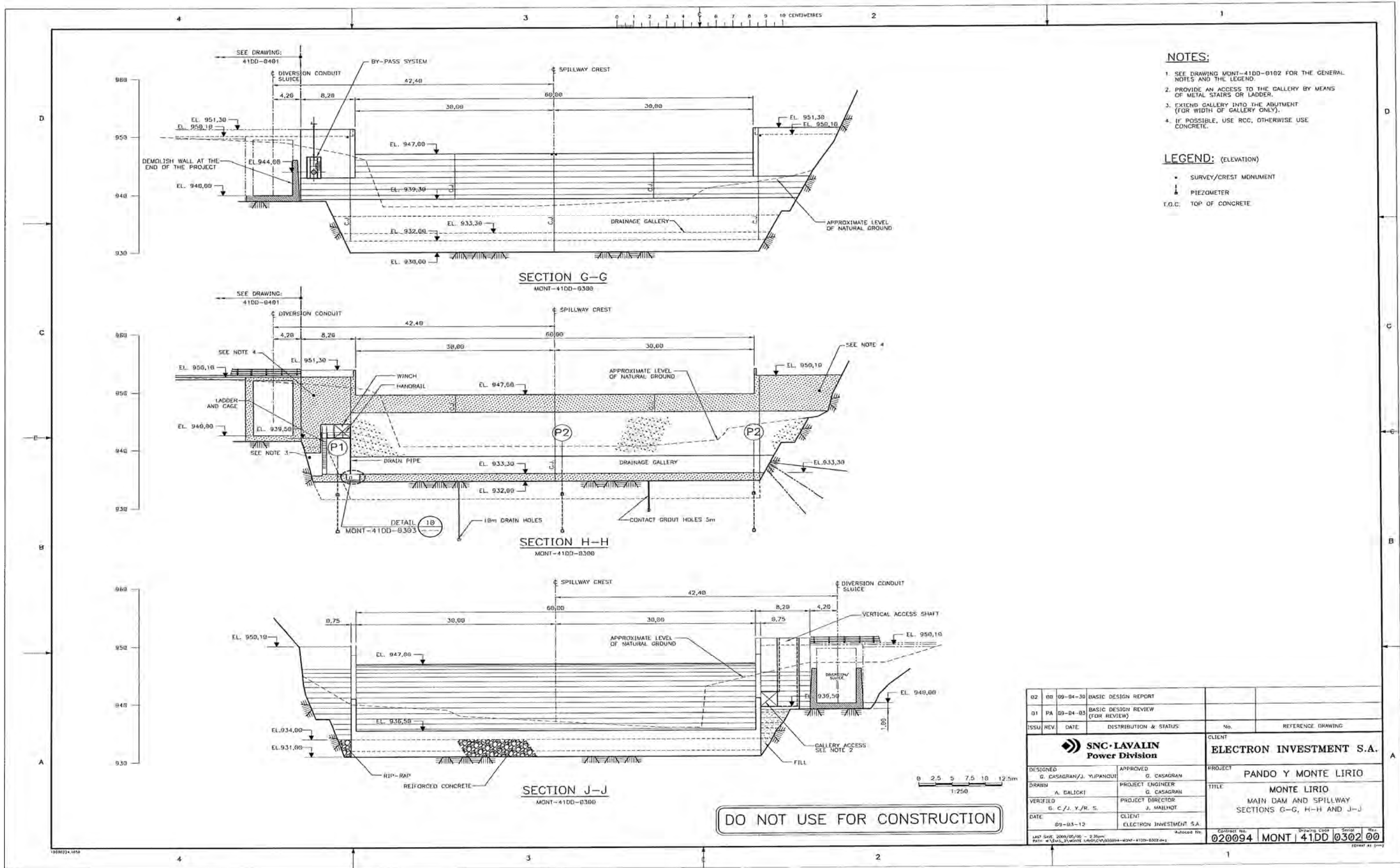
02	09-04-26	BASIC DESIGN REPORT		
01	09-04-03	BASIC DESIGN REVIEW (FOR REVIEW)		
ISSU. REV.	DATE	DISTRIBUTION & STATUS	No.	REFERENCE DRAWING
<b>SNC-LAVALIN Power Division</b>			CLIENT <b>ELECTRON INVESTMENT S.A.</b>	
DESIGNED	R. SHERY	APPROVED	PROJECT <b>PANDO Y MONTE LIRIO</b>	
DRAWN	C.M. DE OLIVEIRA	PROJECT ENGINEER	TITLE <b>MONTE LIRIO GENERAL ARRANGEMENT MONTE LIRIO DAM AND PANDO POWERHOUSE</b>	
VERIFIED	J. Y./G. C.	PROJECT DIRECTOR		
DATE	09-03-19	CLIENT	ELECTRON INVESTMENT S.A.	
<small>LAST SAVE 2009/05/05 - 2:23pm  <small>FILE: M:\VIA_2\WORKING\41DD\0420094-MONT-41DD-0103.dwg</small> </small>			Contract No.	020094
			Drawing Code	MONT   41DD
			Serial	0103
			Rev.	00

GENERAL LAYOUT  
SCALE 1:1500







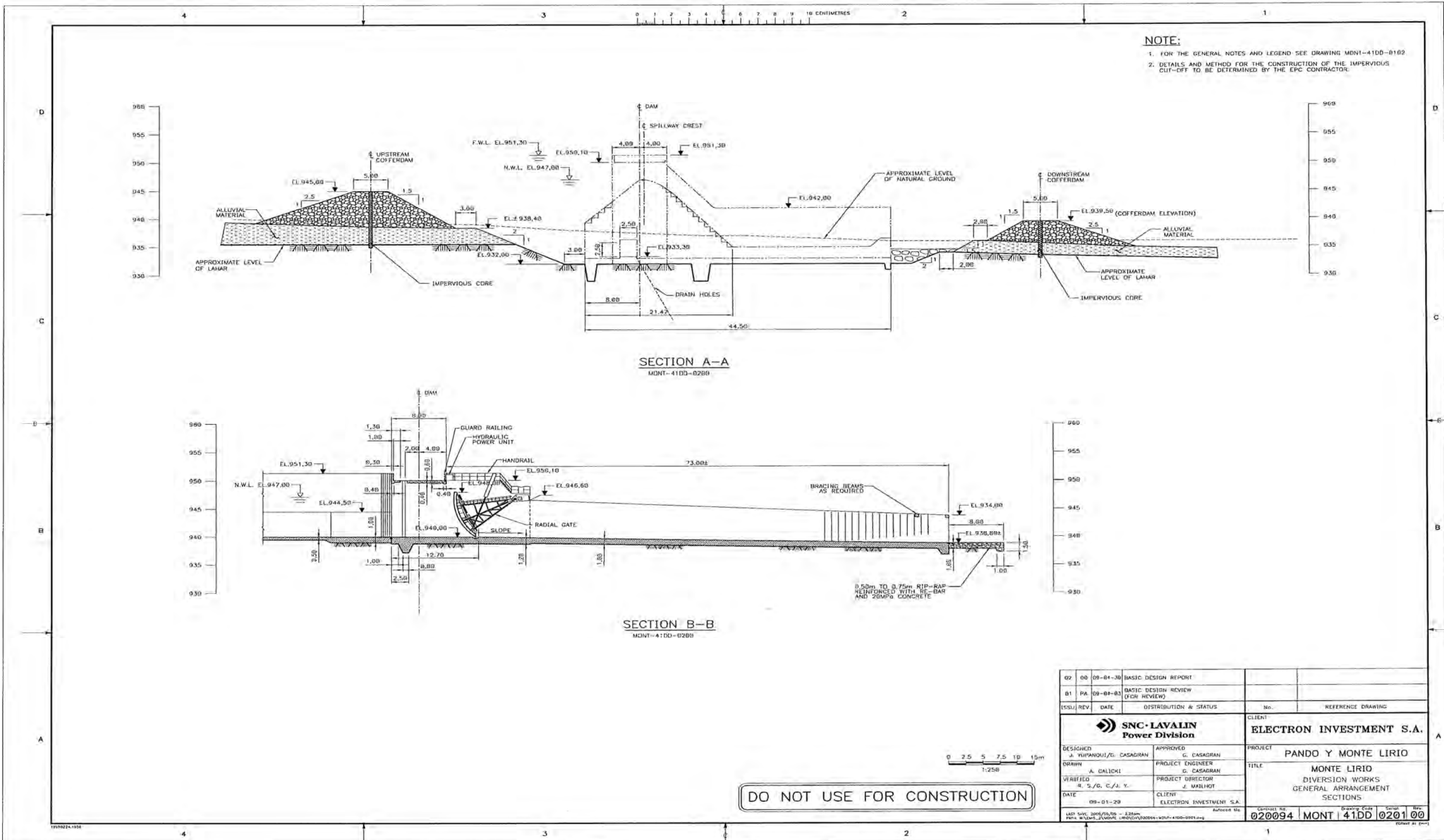


- NOTES:**
- SEE DRAWING MONT-41DD-0102 FOR THE GENERAL NOTES AND THE LEGEND.
  - PROVIDE AN ACCESS TO THE GALLERY BY MEANS OF METAL STAIRS OR LADDER.
  - EXTEND GALLERY INTO THE ABUTMENT (FOR WIDTH OF GALLERY ONLY).
  - IF POSSIBLE, USE RCC, OTHERWISE USE CONCRETE.

- LEGEND: (ELEVATION)**
- SURVEY/CREST MONUMENT
  - ▲ PIEZOMETER
  - T.O.C: TOP OF CONCRETE

02	00	09-04-30	BASIC DESIGN REPORT		
01	PA	09-04-03	BASIC DESIGN REVIEW (FOR REVIEW)		
ISSU	REV.	DATE	DISTRIBUTION & STATUS	No.	REFERENCE DRAWING
			<b>SNC-LAVALIN</b> Power Division		
			<b>ELECTRON INVESTMENT S.A.</b>		
DESIGNED	G. CASAGRAN/J. YIPANQUI		APPROVED	G. CASAGRAN	
DRAWN	A. CALICKI		PROJECT ENGINEER	G. CASAGRAN	
VERIFIED	G. C.J. Y.J.R. S.		PROJECT DIRECTOR	J. MAILHOT	
DATE	09-03-12		CLIENT	ELECTRON INVESTMENT S.A.	
LAST DATE: 2009/05/05 - 2:30pm			Autocad No.		
PART: 4 (EMAS_3) MONTE LIRIO (CV) 030204-0302-0100-0302-01			Contract No.	020094	
			Drawing Code	MONT   41DD   0302   00	





**NOTE:**  
 1. FOR THE GENERAL NOTES AND LEGEND SEE DRAWING MONT-41DD-0102  
 2. DETAILS AND METHOD FOR THE CONSTRUCTION OF THE IMPERVIOUS CUT-OFF TO BE DETERMINED BY THE EPC CONTRACTOR.

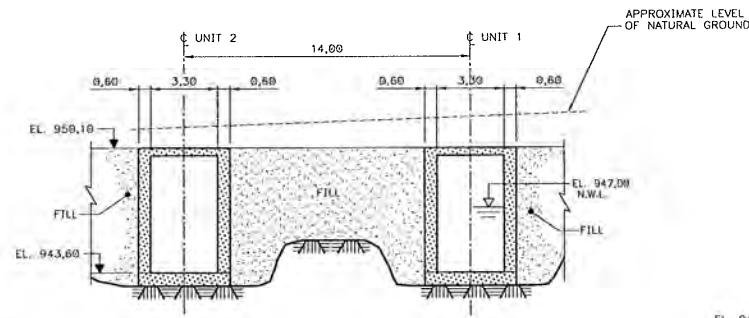
**SECTION A-A**  
 MONT-41DD-0200

**SECTION B-B**  
 MONT-41DD-0200

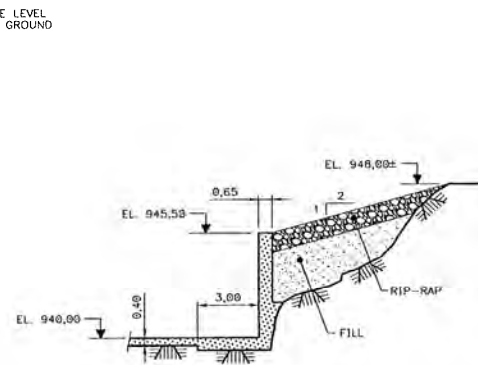
**DO NOT USE FOR CONSTRUCTION**

0 2.5 5 7.5 10 15m  
 1:250

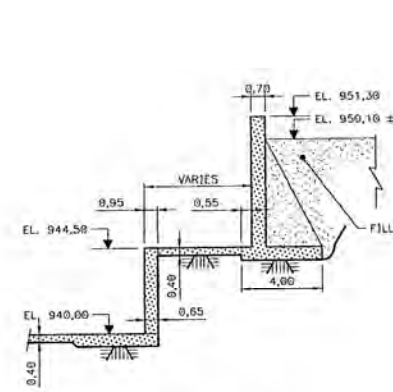
02	00	09-01-30	BASIC DESIGN REPORT		
01	PA	09-07-03	BASIC DESIGN REVIEW (FOR REVIEW)		
ISSU	REV	DATE	DISTRIBUTION & STATUS	No.	REFERENCE DRAWING
			CLIENT: ELECTRON INVESTMENT S.A.		
			PROJECT: PANDO Y MONTE LIRIO		
DESIGNED	A. YUPANQUI/G. CASAGRAN		APPROVED	G. CASAGRAN	
DRAWN	A. GALICKI		PROJECT ENGINEER	G. CASAGRAN	
VERIFIED	R. S./G. C./J. Y.		PROJECT DIRECTOR	J. MAILHOT	
DATE	09-01-29		CLIENT	ELECTRON INVESTMENT S.A.	
<small>LAST DATE: 2009/01/29 - 13:00        PATH: W:\DMS_2\GATE LIRIO\GATE\2009-01-29\41DD-0200.dwg</small>			Contract No.	020094	MONT   41DD   0201   00



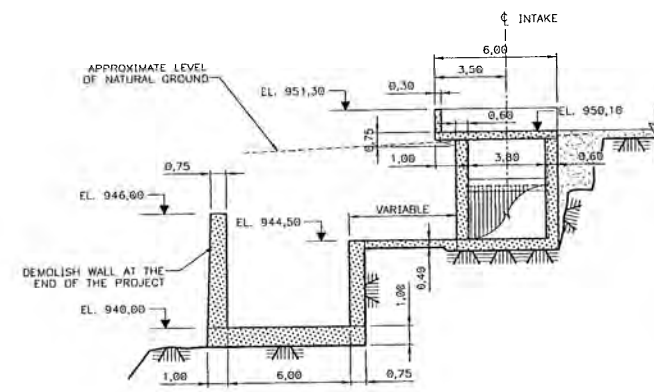
SECTION D-D  
MONT-41DD-0401



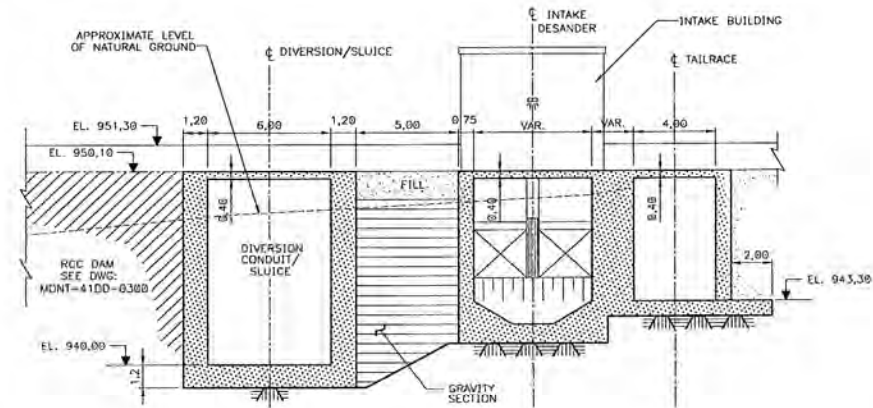
SECTION E-E  
MONT-41DD-0401



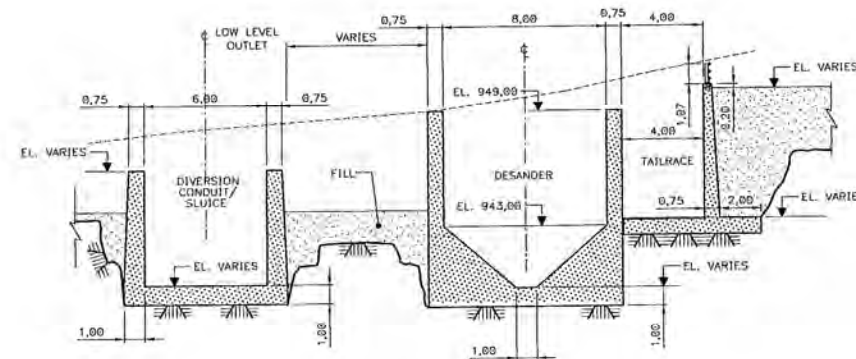
SECTION F-F  
MONT-41DD-0401



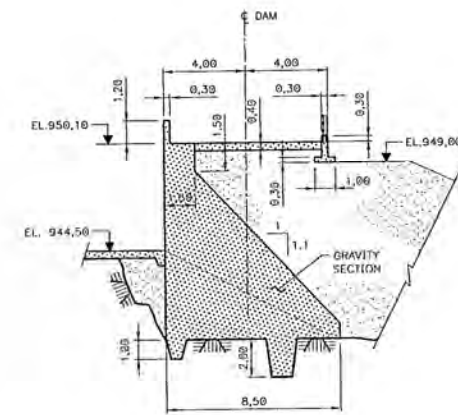
SECTION G-G  
MONT-41DD-0401



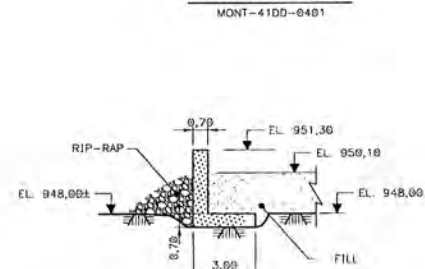
SECTION H-H  
MONT-41DD-0401



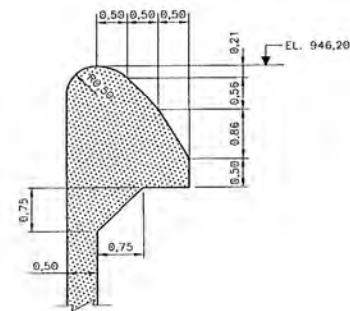
SECTION J-J  
MONT-41DD-0401



SECTION L-L  
MONT-41DD-0401



SECTION M-M  
MONT-41DD-0401



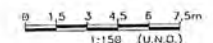
DETAIL 1  
1 : 50

NOTES:

1. SEE DRAWING 41DD-0102 FOR THE GENERAL NOTES AND THE LEGEND.

02	09-04-30	BASIC DESIGN REPORT		
01	PA 09-04-03	BASIC DESIGN REVIEW (FOR REVIEW)	MONT-41DD-0402	INTAKE - SECTIONS
ISSU	REV	DATE	DISTRIBUTION & STATUS	No. REFERENCE DRAWING
			CLIENT	
DESIGNED R. SHERY			ELECTRON INVESTMENT S.A.	
APPROVED G. CASAGRAN			PROJECT	
DRAWN C.M. DE OLIVEIRA/A. GALICKI			PANDO Y MONTE LIRIO	
PROJECT ENGINEER G. CASAGRAN			TITLE	
VERIFIED G. C./R. S./J. Y.			MONTE LIRIO	
PROJECT DIRECTOR J. MAILHOT			INTAKE, DIVERSION AND DESANDER	
DATE 09-03-16			SECTIONS AND DETAIL	
CLIENT ELECTRON INVESTMENT S.A.			Contract No. 020094	
Autocad No.			Drawing Code MONT 41DD	
LAST DATE: 2009/05/05 - 2.37m			Serial 0403	
PATH: N:\DATAL\MONTE_LIRIO\41DD\0401\MONT-41DD-0403.dwg			Rev 00	

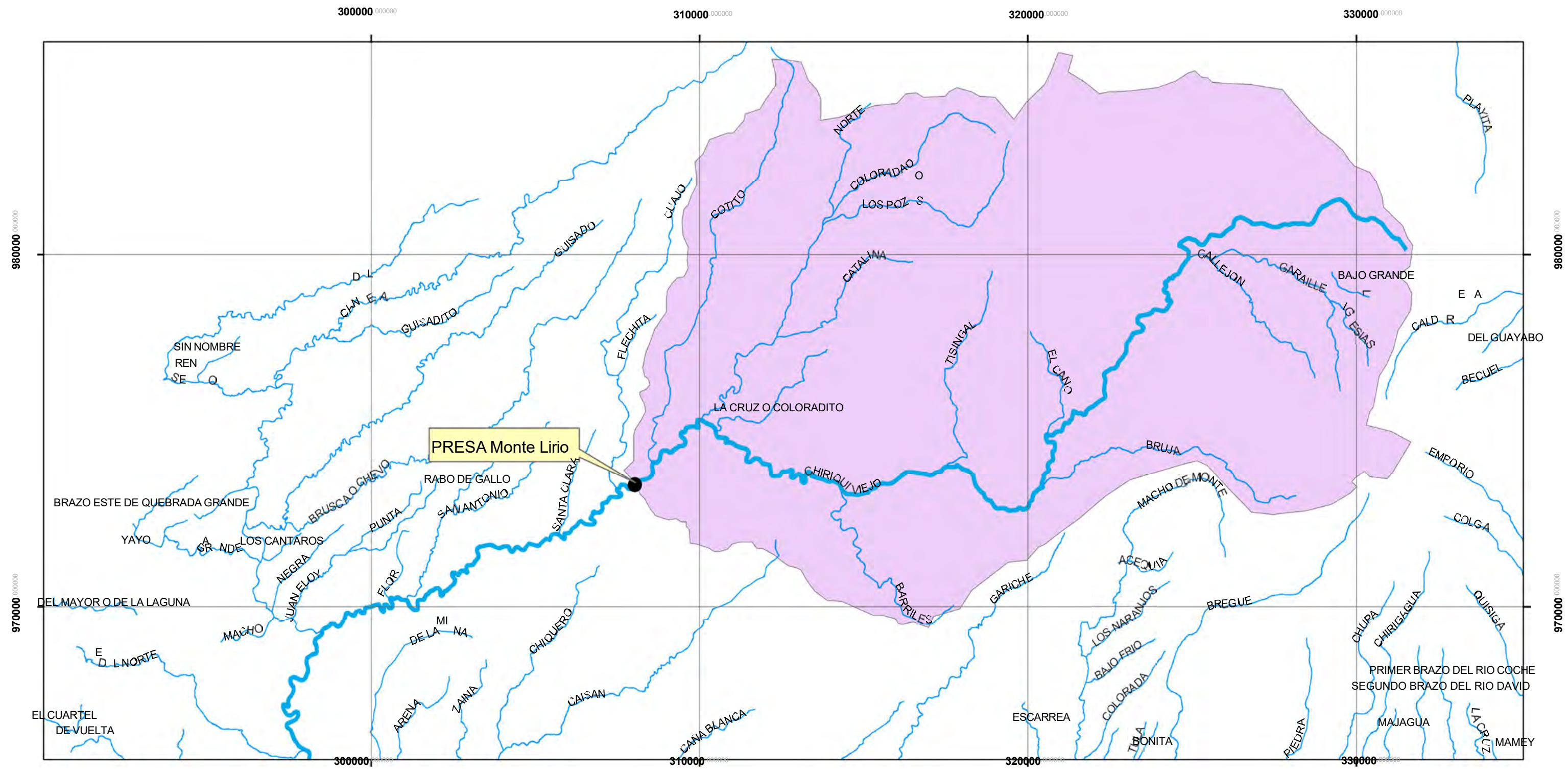
DO NOT USE FOR CONSTRUCTION



## ANEXO B - MAPAS

Mapas generados para representar las huellas de inundación del tramo Presa Montelirio-El Alto del cauce del río Chiriquí Viejo, obtenido de la simulación hidráulica de los escenarios de: colapso estructural de presa en condiciones de operación normal; colapso estructural de presa con crecidas extraordinarias





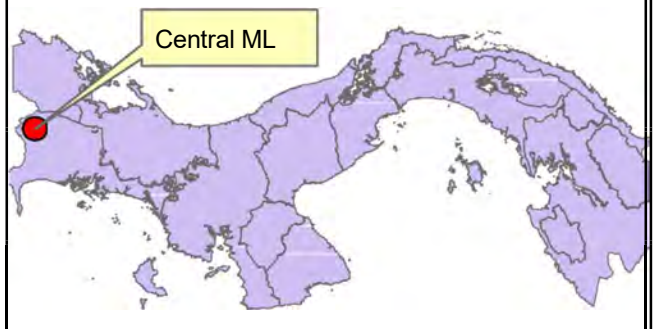
**CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A**  
 VIA RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑON No 1  
 Tel. 387-4498  
 correo electrónico: cedsaproyectos@gmail.com  
 www.cedsa-panama.com

**Leyenda**

- Río y Quebradas
- CHIRIQUI VIEJO
- Cuenca de Monte Lirio

**CARACTERISTICAS DE LA CUENCA**

Area de la cuenca: 274.45 km<sup>2</sup>  
 Coordenadas de la Presa Monte Lirio :  
 ESTE: 308166 m  
 NORTE: 973605 m  
 ELEVACIÓN: 947 msnm  
 Elevación Mínima: 597 msnm  
 Elevación Máxima: 930 msnm  
 Longitud del Cauce Principal hasta la Presa El Alto : 18.4 Km

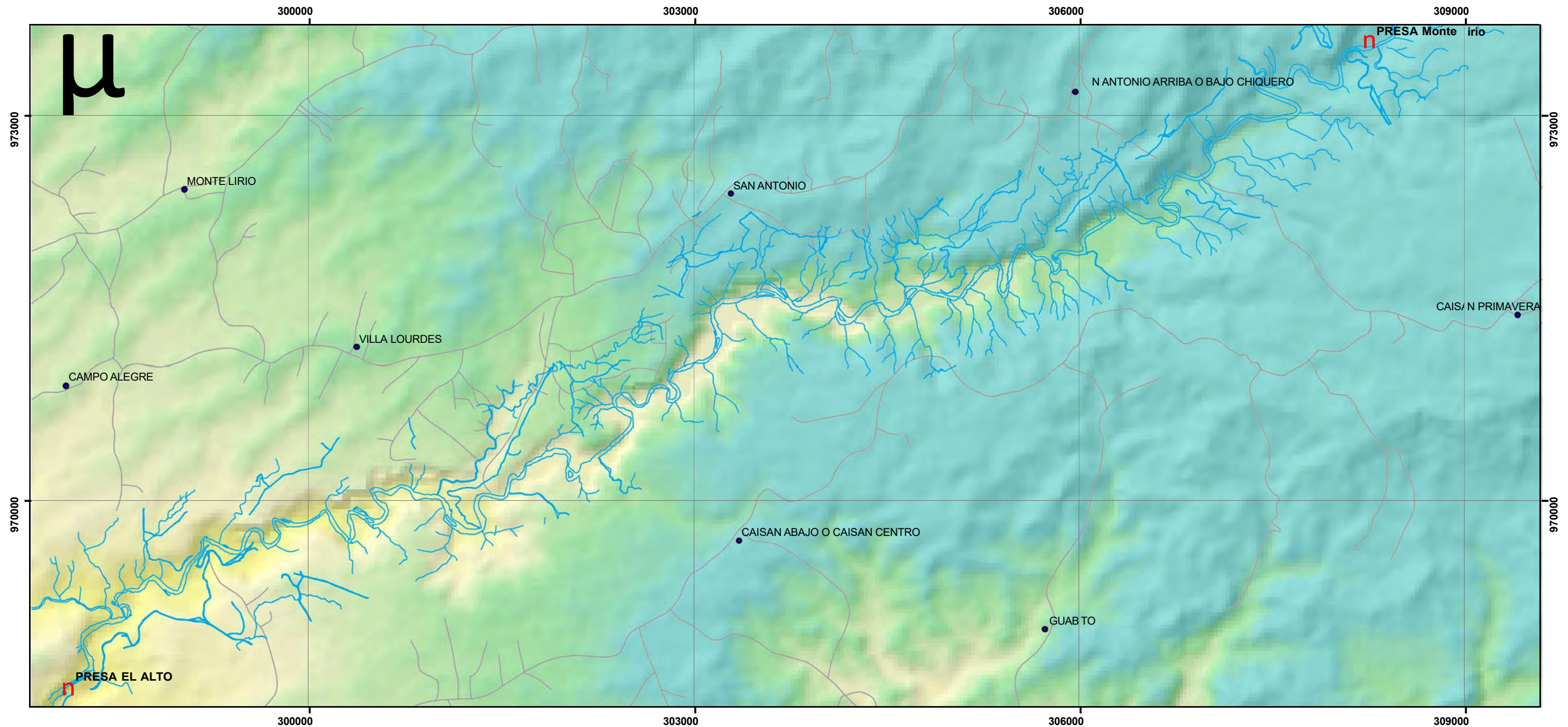


PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO

PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)  
 ESCALA: 1:115.000  
 CECSA-EISA-CH-CC-PADE  
 PROYECCIÓN: UTM WGS 84

MAPA 1  
 CENTRAL HIDROELECTRICA PANDO  
 CUENCA DE MONTE LIRIO  
 Octubre de 2024






**CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A**  
 VIA RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑÓN No1  
 Tel. 387-4498  
 correo electrónico: cedsaproyectos@gmail.com  
 www.cedsa-panama-com

PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO

PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)

ESCALA: 1:30,000      PROYECCIÓN: UTM WGS 84

MAPA 2  
 MAPA DE UBICACIÓN DE LUGARES POBLADOS

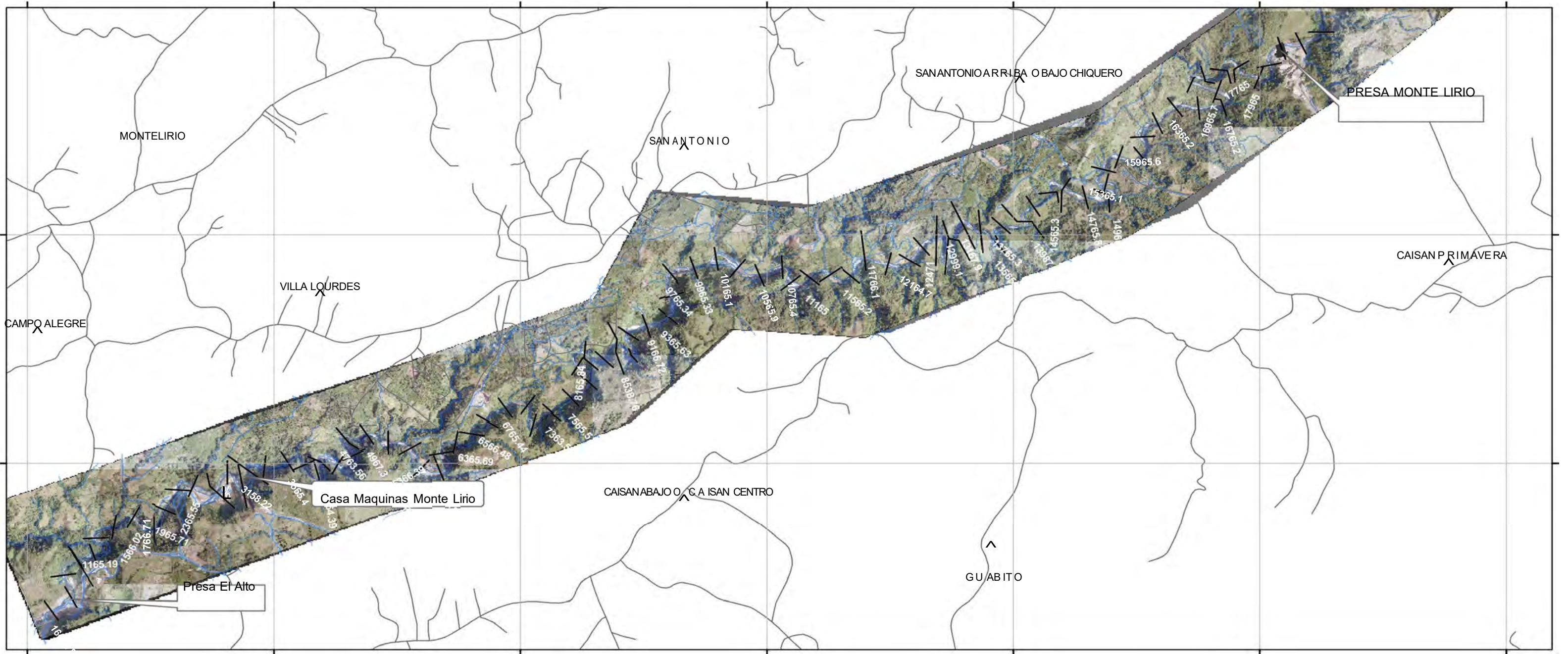
**Leyenda**

- n Puntos\_Presa
- Poblados
- Hidrografia
- Calles y Caminos

Corregimiento	Lugar Poblado	Viviendas totales Censo 2010	Población Total Censo 2010	Coordenadas UTM (WGS- 84)		
				Norte	Este	Elev. msn
Monte Lirio	Campo Alegre	83	336	970897	298102	841
	Villa Lourdes	38	183	971192	300365	884
	Monte Lirio	208	715	972441	299161	853
	San Antonio Arriba	43	183	973182	305957	1012
Plaza Caisán	San Antonio	147	589	972393	303856	997
	La Fila de Caisán	1	6	971914	312142	1338
	Caisán Primavera	94	344	971443	309406	1191
	Caisán Centro	128	521	970772	305622	1036
	Caisán Arriba	23	93	973182	308968	1140
	Caisán Abajo	2	21	969478	303098	955
	Plaza Caisán	331	1363	969578	299778	807



972000  
970000



298000 300000 302000 304000 306000 308000 310000

**CEDSA**  
 CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A  
 VIA RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑÓN No1  
 Tel. 387-4498  
 correo electrónico: cedsaproyectos@gmail.com  
 www.cedsa-panama-com

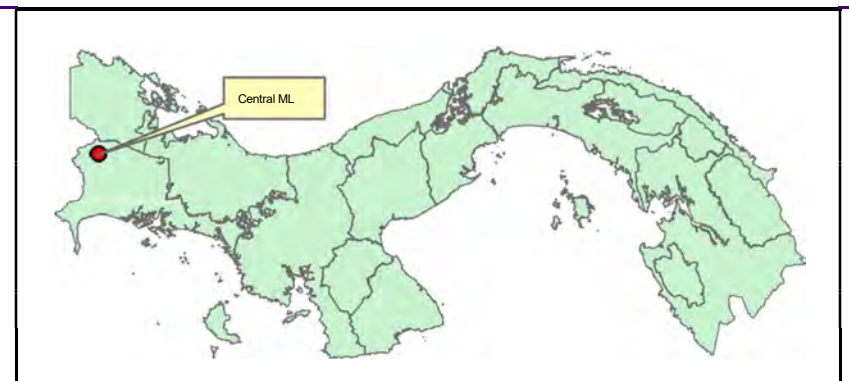
PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO

PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)  
 ESCALA: 1:30,000 PROYECCIÓN: UTM WGS 84

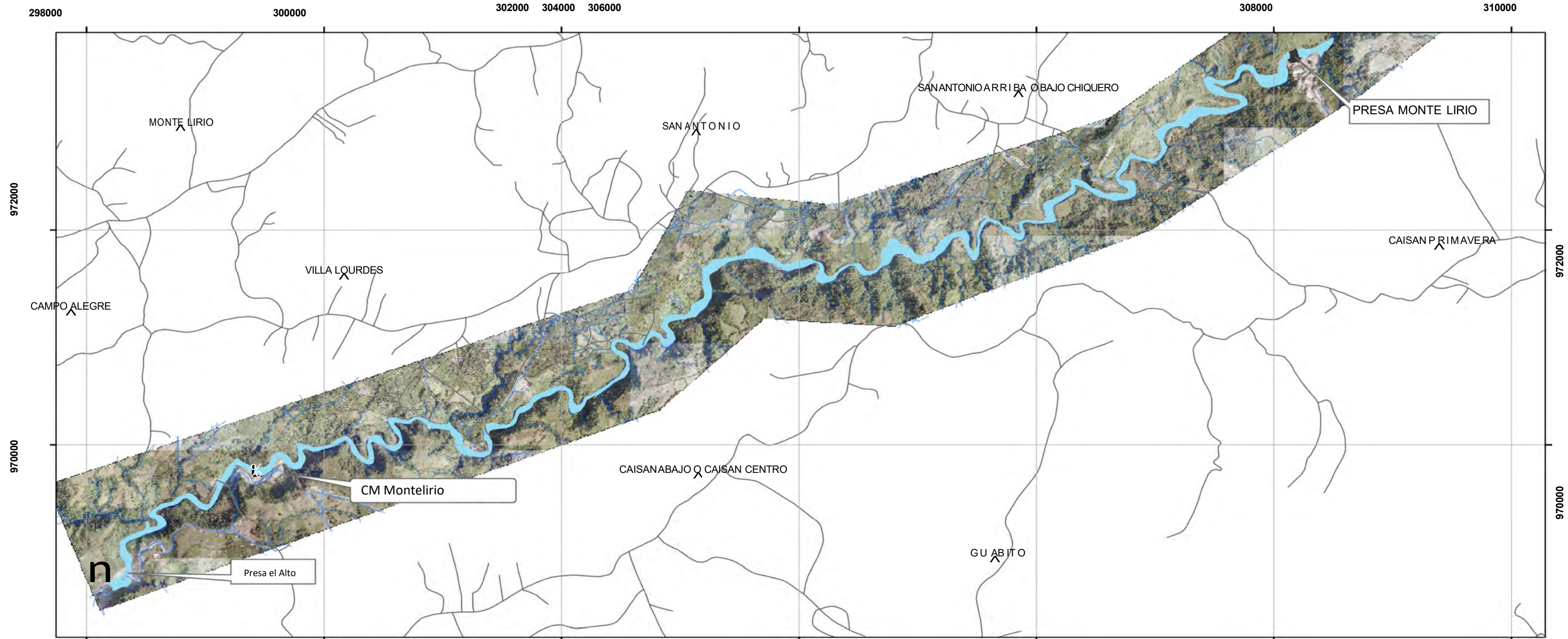
MAPA 3  
 CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO  
 SECCIONES TRANSVERSALES






**Leyenda**

- Secciones\_Monte\_Lirio
- Presa Monte Lirio
- Calles y Accesos
- Hidrografias

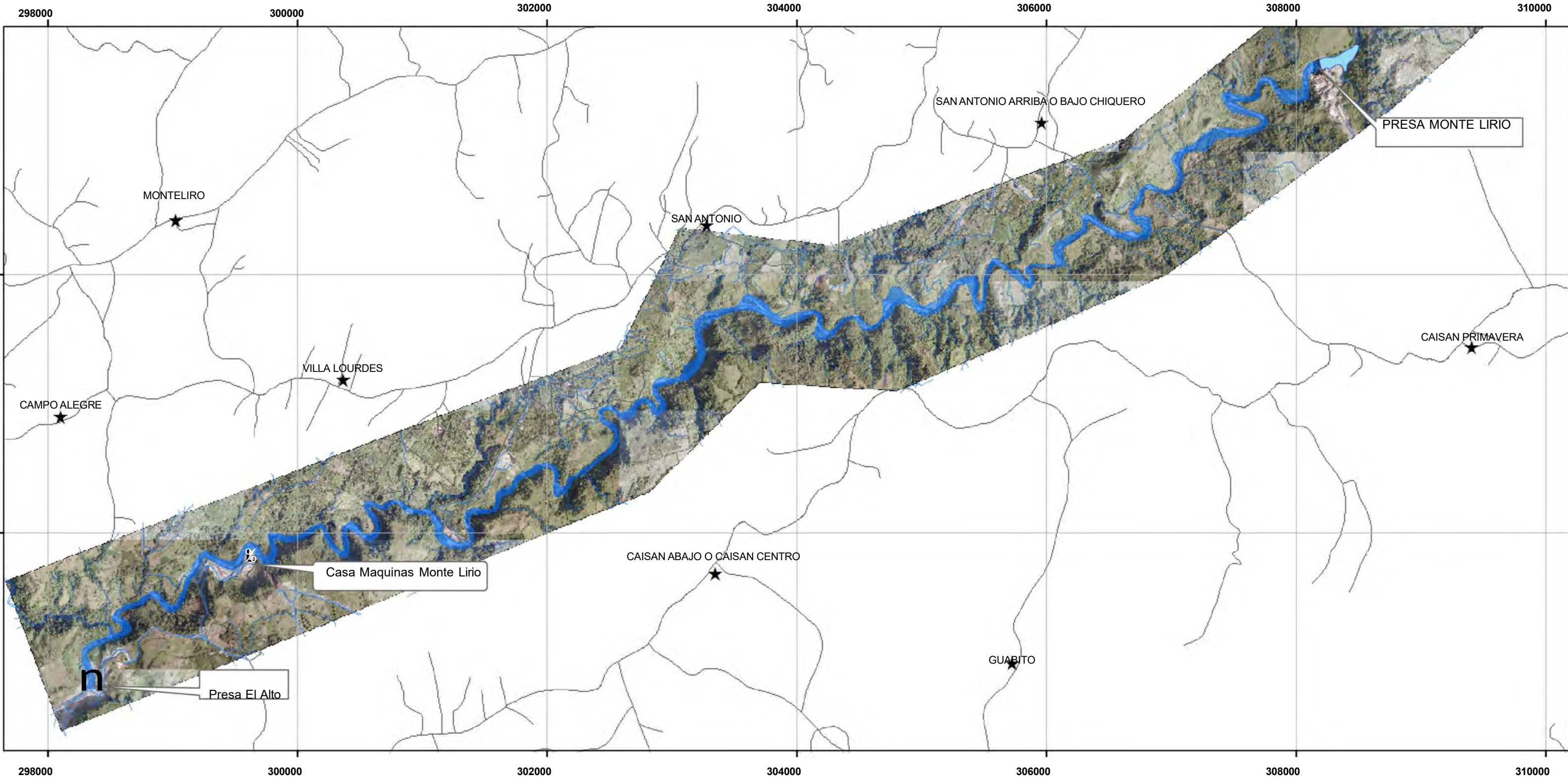






	<b>CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A</b> VIA RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑON No1 Tel. 387-4498 correo electrónico: cedsaproyectos@gmail.com www.cedsa-panama-com	<b>Leyenda</b> — Presa Monte Lirio  Puente * Poblados — Calles y Accesos  Máxima Crecida Extraordinaria  Hidrografías	
PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO			
<b>PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)</b> ESCALA: 1:30,000	PROYECCIÓN: UTM WGS 84	<b>MAPA 4</b> CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO PLANICIE DE CRECIDA EXTRAORDINARIA	





**CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A**  
 VIA RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑÓN No1  
 Tel. 387-4498  
 correo electrónico: cedsaproyectos@gmail.com  
 www.cedsa-panama-com

PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO

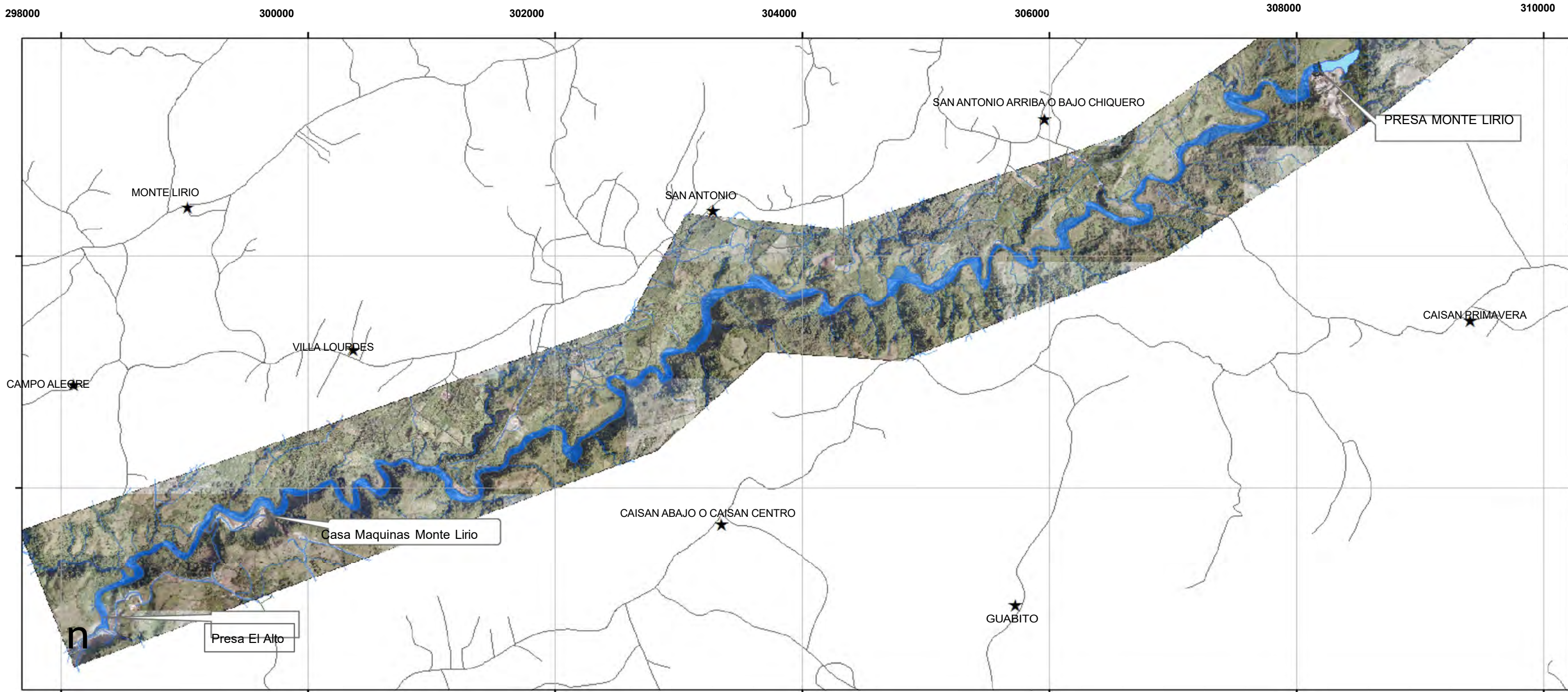
**PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)**  
 ESCALA: 1:30,000      PROYECCIÓN: UTM WGS 84

MAPA 5  
 CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO  
 PLANICIE DE INUNDACION POR ROMPIMIENTO DE PRESA EN CONDICIONES NORMALES


- Leyenda**
- Embalse Monte Lirio
  - NMON
  - Presa Monte Lirio
  - Puente
  - Poblados
  - Calles y Accesos
  - Hidrografías











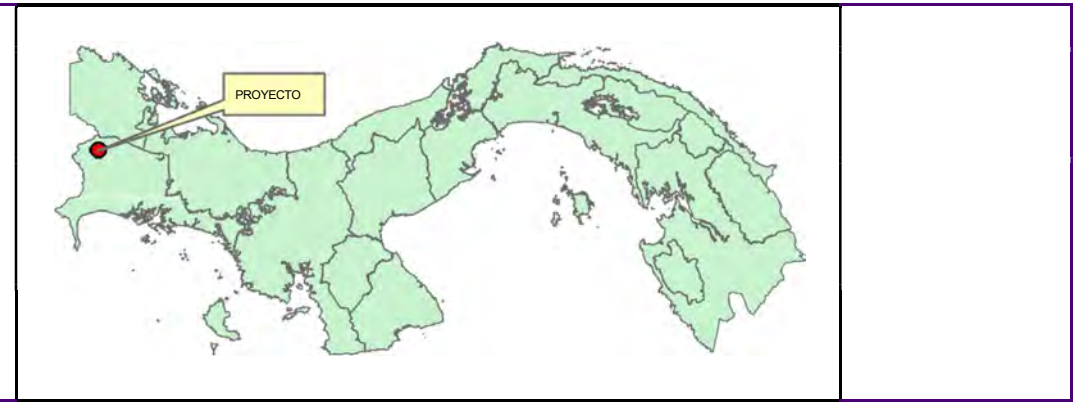


298000 300000 302000 304000 306000 308000 310000

 <p><b>CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A</b>          VIA RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑÓN No1          Tel. 387-4498          correo electrónico: cedsaproyectos@gmail.com          www.cedsa-panama-com</p>	<p>PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO</p>
	<p><b>PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)</b></p> <p>ESCALA: 1:30,000      PROYECCIÓN: UTM WGS 84</p>

**Leyenda**

-  RPCE
-  Embalse Monte Lirio
-  Presa Monte Lirio
-  Poblados
-  Calles y Accesos
-  Hidrografías





298000

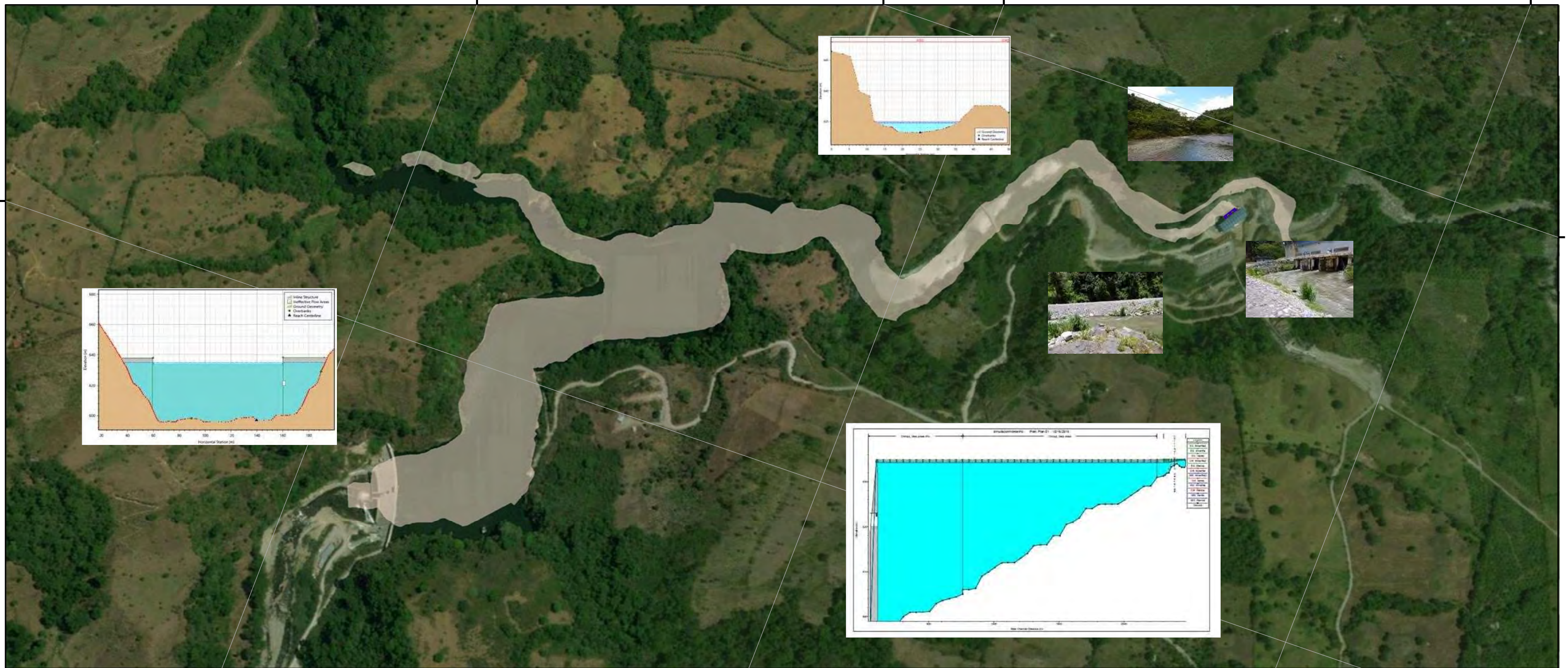
970000

299000

300000

969000

970000



298000

299000

300000

969000



CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. (CEDSA)  
 SAN MIGUELITO, RICARDO J. ALFARO, TORRE AVIÑON, PISO 10, APT. 06  
 TELÉFONO: 387-4498  
 CORREO: cedsa-panama@cableonda.net  
 www.cedsa-panama.com

**Leyenda**

Planicie Inundacion-Verde



PROYECTO: PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS PARA EL COMPLEJO HIDROELECTRICO PANDO Y COMPLEJO HIDROELECTRICO MONTE LIRIO-ADECUACION

PROMOTOR: Electron Investment S.A. (EISA)

MAPA

ESCALA: 1:8,000

PROYECCIÓN: UTM WGS 84

PLANICIE DE INUNDACION  
LA PRESA EL ALTO



## ANEXO C - FIGURAS

Figuras de secciones longitudinales y transversales del cauce del río Chiriquí Viejo con resultados de simulación de los escenarios de: colapso estructural de presa en condiciones de operación normal; colapso estructural de presa con crecidas extraordinarias

Figura 4. Perfil Longitudinal del Escenario de Colapso Estructural bajo condiciones de Operación Normal

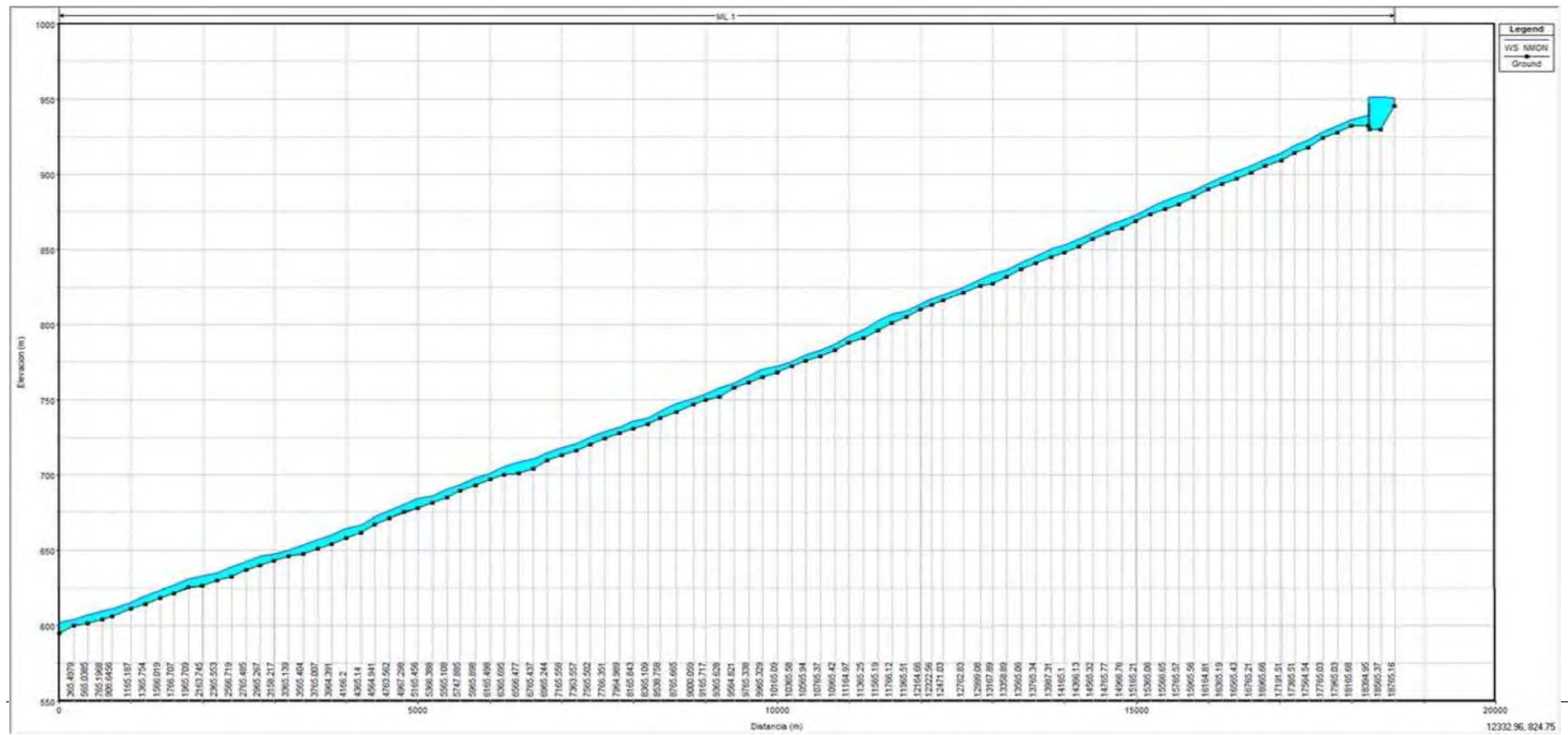


Figura 5. Sección transversal – Estación 765

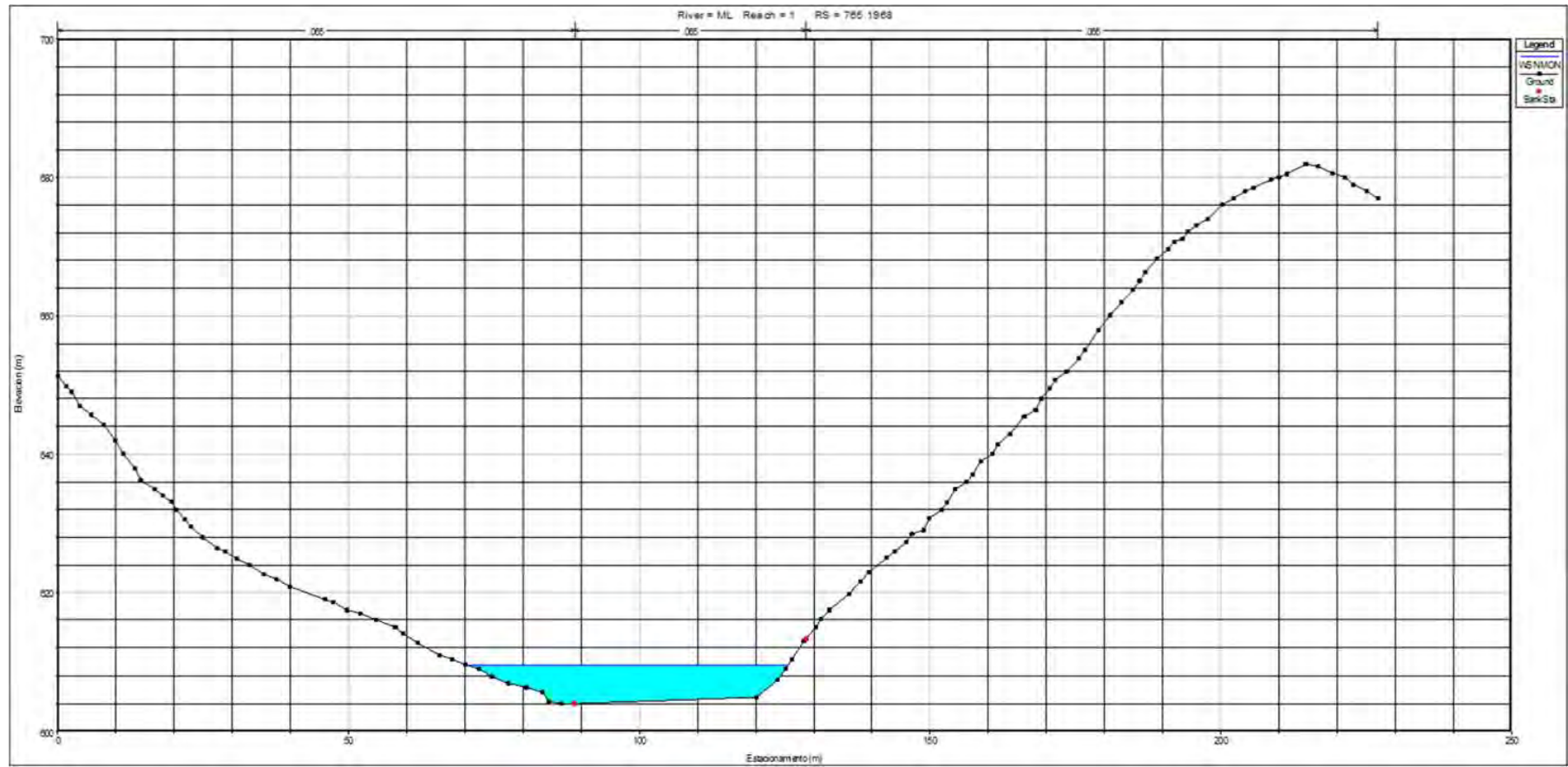


Figura 6. Sección transversal – Estación 2765

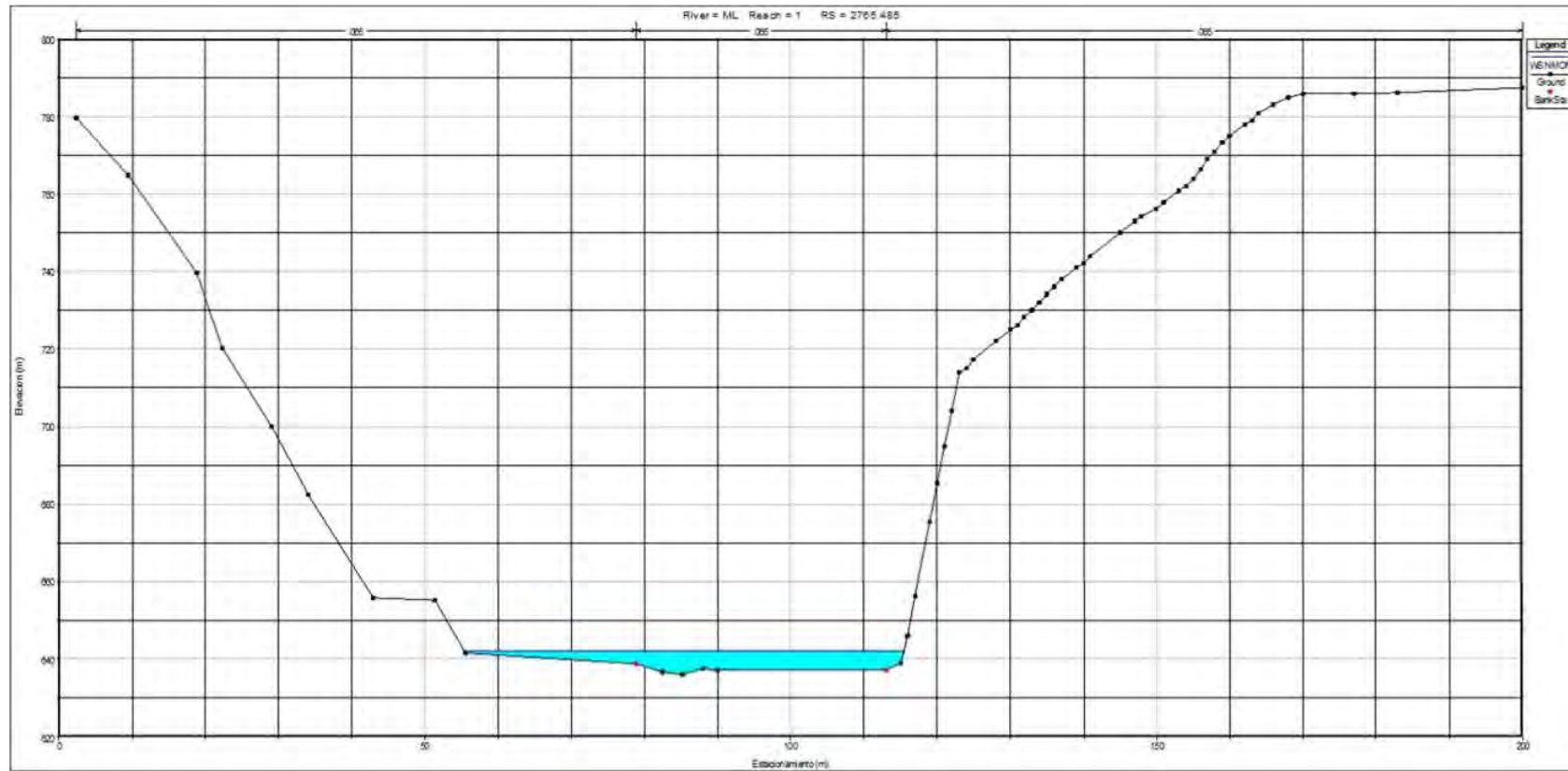
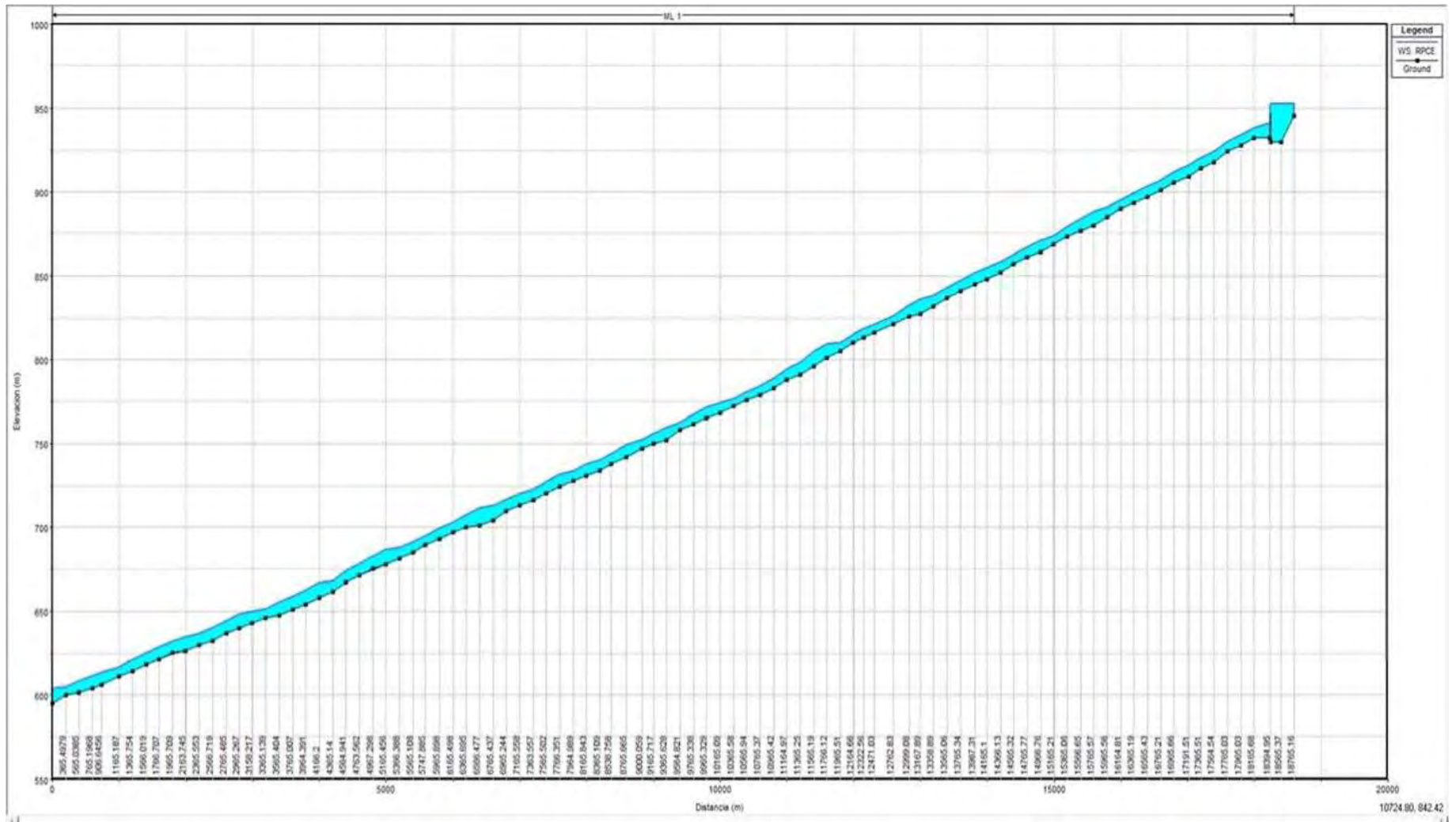




Figura 7. Perfil Longitudinal del Escenario de Colapso Estructural bajo condiciones de Crecidas Extraordinarias



## ANEXO D - FOTOGRAFÍAS

Figura 8. Fotos de las instalaciones

 A wide-angle photograph showing a large concrete dam structure in a lush, green, hilly landscape. The dam is situated in a valley with dense vegetation on the surrounding hillsides.	 A photograph of the entrance to the powerhouse. It features a yellow metal gate and a sign that reads 'hidroeléctrica monte lirio'. The area is surrounded by green grass and trees.
<p>Vista de la Presa de la Central Monte Lirio</p>	<p>Entrada a la Casa de Maquina de la Central Monte Lirio</p>
 A photograph of the control room. It shows a large desk with multiple computer monitors displaying various data and graphs. The room is filled with electrical control panels and equipment.	 A photograph of the powerhouse interior, showing several large, red, cylindrical generators. The floor is blue, and there are various pipes and mechanical components visible.
<p>Cuarto de Control de la Central Montelirio</p>	<p>Generadores de la Central Montelirio</p>

## **ANEXO E - DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES Y UMBRALES DE ALERTA**

**Tabla B.1.- Determinación de los Niveles de Alerta e Índice de Fichas de Acciones**

Evento/ Observación General	Descripción del evento	Tipo de Alerta	Diagra ma de AV
Falla Inesperada	La presa comienza a fallar sin ninguna señal o aviso previo.	<b>ROJA</b>	<b>FICHA #1</b>
Descarga del  Vertedero, incremento en el nivel del embalse	El nivel del embalse alcanza la cota 948 msnm. Sin Apertura de compuerta (102 m <sup>3</sup> /s)	<b>BLANC A</b>	<b><u>FICHA A1</u></b>
	El nivel del embalse alcanza la cota 948.5 msnm. y descargas en el vertedero libre asociadas a este nivel (187.3 m <sup>3</sup> /s). Con compuerta abierta hasta 15%	<b>VERDE</b>	<b><u>FICHA A2</u></b>
	El nivel del embalse alcanza la cota 950.57 msnm. y descargas en el vertedero libre asociadas a este nivel (830 m <sup>3</sup> /s)	<b>AMARILL A</b>	<b><u>FICHA A3</u></b>
	El nivel del embalse alcanza la cota 951.30 msnm. y descargas en el vertedero libre asociadas a este nivel (>1200 m <sup>3</sup> /s)	<b>ROJA</b>	<b><u>FICHA A4</u></b>
	Nuevas grietas menores en la estructura (mayores a ¼ cm. de ancho y considerable longitud), sin filtraciones a través de ellas.	<b>BLANCA</b>	<b><u>FICHA B1</u></b>
	Se detectan grietas menores en la estructura (mayores a ¼ cm. de ancho y considerable longitud), con filtraciones menores a través de la grieta.	<b>VERDE</b>	<b><u>FICHA B2</u></b>

Grietas en el cuerpo de la Presa	-		
	Se evidencia un proceso de ensanchamiento en grietas nuevas u existentes (mayores ½ cm. de ancho y considerable longitud) junto con movimientos activos en la estructura de concreto/bloques, filtraciones importantes a través de las grietas.	<b>AMARILLA</b>	<b><u>FICHA B3</u></b>
	Grietas con proceso de ensanchamiento continuo y movimientos/ desplazamientos repentinos en la estructura de concreto. Filtraciones severas que no pueden ser controladas	<b>ROJA</b>	<b><u>FICHA B4</u></b>
Instrumentación	Valores de Instrumentación por encima de los valores de alerta establecidos.	<b>BLANCA</b>	<b><u>FICHA C1</u></b>
	Se ha registrado un sismo cercano a la presa con una aceleración menor a 0.20g. No existen daños aparentes a la estructura de la presa.	<b>BLANCA</b>	<b><u>FICHA D1</u></b>
Sismo o Terremoto	Se ha registrado un sismo cercano a la presa con una aceleración entre 0.20g y 0.30 g. Algunos daños visibles pueden ser detectados que pudieran originar una situación peligrosa.	<b>VERDE</b>	<b><u>FICHA D2</u></b>
	Se ha registrado un sismo cercano a la presa con una aceleración entre 0.3 y 0.40 g. Daños significativos pueden ser fácilmente detectados que ponen en peligro la estabilidad de la presa	<b>AMARILLA</b>	<b><u>FICHA D3</u></b>

Evento/ Observación General	Descripción del evento	Tipo de Alerta	Ficha De Acciones
	de la presa. Se detectan grietas con filtraciones controlables a través de ellas.		
	Se ha detectado un sismo cercano a la presa con una aceleración mayor a 0.40g. Daños severos son observados. Los daños han provocado una descarga incontrolable de agua a través de las grietas de la estructura o filtraciones a través de los estribos.		<b>ROJA</b> <u>FICHA D4</u>
	Se ha reportado una amenaza de bomba no confirmada o se ha registrado un daño intencional por terceros a las instalaciones de la Presa, no existe impacto aparente a la operación de la presa.		<b>BLANCA</b> <u>FICHA E1</u>
	Se ha verificado una amenaza de bomba real, que de ser detonada pudiera dañar severamente la estructura de la presa y/o sus componentes operativos; y/o se han reportado daños por vandalismo que están impactando la operación normal.		<b>VERDE</b> <u>FICHA E2</u>
Amenaza a la Seguridad/ Sabotaje/ Vandalismo	-		
	Se ha detonado una bomba en las instalaciones, lo cual ha causado daños severos a la estructura de la presa y/o sus componentes operativos, sin embargo, no se evidencia descargas incontroladas de agua; y/o se han reportado daños por vandalismo que han detenido por completo la operación normal de la Central.		<b>AMARILLA</b> <u>FICHA E3</u>
	Se ha detonado una bomba en las instalaciones, lo cual ha causado daños severos a la estructura de la presa y/o sus componentes operativos, produciendo una descarga incontrolada de agua; y/o se han reportado daños por vandalismo que han detenido por completo la operación normal de la central.		<b>ROJA</b> <u>FICHA E4</u>



<b>ALERTA ROJA</b>	<b><u>Descripción</u></b> FALLO / ROMPIMIENTO INESPERADO DE LA PRESA	<b>FICHA #1</b>
------------------------	---	-----------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**COORDINADOR DEL PADE**

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta Roja", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Activar la sala de control.
3. Comunicar a SINAPROC para que se active el COE y se dé la **EVACUACIÓN INMEDIATA** de las áreas afectadas aguas abajo según el plan de evacuación de la presa. La actividad consistirá en monitorear la existencia de personas en las riberas del río afectadas, debido a que no se esperan afectaciones en viviendas ni en infraestructuras.
4. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público aguas abajo.
5. Reportar por escrito toda la información, observaciones y acciones llevadas a cabo en un formulario de registro de eventos.
6. Desalojar la casa de máquinas de Monte Lirio.

**OPERADOR / EQUIPO DE MANTENIMIENTO (sitio de presa)**

7. Permanecer a una distancia y sitio seguro lejos de la Presa.
8. Observar y monitorear las condiciones en forma periódica y proveer soporte al Coordinador del PADE en la toma de decisiones.
9. **UTESEP**
10. Mantenerse informados y en comunicación con las autoridades nacionales y regionales.
11. Proveer soporte técnico en la toma de decisiones al Coordinador del PADE.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la Tabla B.1, Y determinar si:

- A. El evento requiere una degradación si ya no existe una amenaza de rompimiento de la presa Y no existe pronóstico de lluvia adicional, sin embargo, aún existe daño en la presa que impide el llenado en forma segura.
- B. El evento puede ser terminado solo si:
  - Ya no existe una amenaza inminente de falla de la presa, no se dan más lluvias y el personal de Mantenimiento Civil de la presa y/o Consultores, ha determinado que es seguro contener el agua o;
  - La presa ha fallado.

*Todos los contactos del diagrama de aviso deberán ser notificados de los cambios.*

**En base al proceso de Reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación del Nivel de Alerta</b>	<b>B) Culminación</b>	
Monitorear las condiciones hasta que el daño sea reparado.	Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.	

<b>ALERTA BLANCA</b>	<b><u>Descripción de la alerta</u></b> El nivel del embalse alcanza la cota 948 msnm. Con compuerta cerrada	<b>FICHA A1</b>
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>		
<p><b><u>Coordinador del PADE</u></b> <i>(Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Implementar el Diagrama de aviso de “Alerta Blanca”, usando las notificaciones de aviso predefinidas.</li> <li>Solicitar al Operador que se comuniquen con el CND, le informe de la alerta y la apertura de la compuerta radial a un 5% como mínimo dependiendo de los aportes del río.</li> <li>Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (ingenieros en sitio) que lleven a cabo estas tareas. Se debe monitorear el nivel del agua en el embalse y el área del vertedero para observar si se ha dado alguna condición inusual cada dos (2) horas.</li> <li>Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.</li> <li>Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones. Si las condiciones cambian significativamente, vaya a la sección de reevaluación / toma de decisiones, y siga los pasos relevantes de inmediato.</li> </ol> <p><b><u>Operador</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dirigir el plan de manejo del embalse en alerta blanca.</li> </ol> <p><b><u>Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Observe/inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.</li> <li>Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario.</li> </ol> <p><b><u>UTESEP</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mantenerse informados y dar seguimiento.</li> </ol>		
<b>REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la <u>Tabla B.1</u></b>		
<p>Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la <b><u>Tabla B.1</u></b>, determinar si:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El evento se puede terminar cuando cesan las descargas del vertedero libre.</li> <li>El evento cambia a alerta verde cuando el nivel del embalse alcanza la cota 948 msnm (Ver la <b><u>Tabla B.1</u></b>), Determinación de los niveles de alerta.</li> </ol>		
<b>En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes</b>		
	<b>B) Culminación</b>	<b>C) Intensificación del nivel de alerta</b>
	Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.	Ir a <b>FICHA A2</b> (Alerta verde)

<b>ALERTA VERDE</b>	<b><u>Descripción de la alerta:</u></b> El nivel del embalse alcanza la cota 950 msnm. y la compuerta abierta hasta un 25% (con tendencia al alza)	<b>FICHA A2</b>
-------------------------	---	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. **APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN**)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta Verde", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (ingenieros en sitio) que lleven a cabo estas tareas. Se debe monitorear el nivel del agua en el embalse y el área del vertedero para observar si se han generado fisuras, cada (1) hora.
3. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.
4. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, al menos diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones. Si las condiciones cambian significativamente, vaya a la sección de reevaluación / decisión, y siga los pasos relevantes de inmediato.

**Operador**

5. Dirigir el plan de manejo del embalse en alerta verde. Dirigir los procedimientos de apertura/cierre de compuerta de descarga de fondo.

**Equipos de Mantenimiento Civil/Electromecánico**

6. Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.
7. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario.

**UTESEP/ETESA/CND**

8. Mantenerse informados y dar seguimiento.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta requerirá una degradación a alerta BLANCA si el nivel del embalse desciende a la cota 947 msnm, Y si no existen pronósticos de lluvia adicional.
- B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación
- C. El evento cambia a alerta AMARILLA cuando el nivel del embalse alcanza la cota 950.57 msnm. Ver la **Tabla B.1**, Determinación de los niveles de alerta

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación del nivel de la alerta</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación en el nivel de alerta</b>
Monitoree las condiciones hasta que cese la operación del vertedero libre	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA A3</b> (Alerta amarilla)

<b>ALERTA AMARILLA</b>	<b><u>Descripción de la alerta:</u></b> El nivel del embalse alcanza la cota 950.57 msnm. y descargas en el vertedero libre asociadas a este nivel (830 m <sup>3</sup> /s). con compuerta abierta a un 35%	<b>FICHA A3</b>
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>		
<b><u>Coordinador del PADE</u></b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta AMARILLA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.</li> <li>Identifique las áreas que podrían verse afectadas por los eventos de emergencia en base a los mapas de inundación del PADE.</li> <li>Recomendar a las autoridades y a SINAPROC dar seguimiento a las zonas indicadas en la mancha de inundación para percatarse de que no existan personas en las márgenes del río realizando actividades de pesca o de otro tipo, ya que, no se afectan residencias ni estructuras en este escenario.</li> <li>Se debe monitorear el nivel del agua en el embalse y el área del vertedero para observar si se ha generado grietas con filtraciones importantes, cada treinta (30) min. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público aguas abajo.</li> <li>Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.</li> </ol>		
<b><u>Operador</u></b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Dirigir el plan de manejo del embalse en alerta AMARILLA. Dirigir los procedimientos de apertura/cierre de la compuerta de descarga de fondo (de ser necesario).</li> <li>Coordinar con el CND el potencial aumento de frecuencia de las turbinas para disminuir los niveles de embalse.</li> </ol>		
<b><u>Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico</u></b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.</li> <li>Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario.</li> </ol>		
<b><u>UTESEP/ETESA/CND</u></b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.</li> </ol>		
<b>REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la <u>Tabla B.1</u></b>		
Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la <b><u>Tabla B.1</u></b> , determinar si:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>La alerta requerirá una degradación a alerta VERDE si el nivel del embalse desciende a la cota 948 msnm, y si no existen pronósticos de lluvia adicional.</li> <li>La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación.</li> <li>El evento cambia a alerta ROJA cuando el nivel del embalse alcanza la cota 951.30 msnm. Ver la <b><u>Tabla B.1</u></b>, Determinación de los niveles de alerta.</li> </ol>		
<b>En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes</b>		
<b>A) Degradación del nivel de la alerta</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación en el nivel de alerta</b>
Monitoree las condiciones hasta que cese la operación del vertedero libre	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA A4</b> (Alerta ROJA)

<b>ALERTA ROJA</b>	<b><u>Descripción de la alerta:</u></b> El nivel del embalse alcanza la cota 951.30 msnm. y descargas en el vertedero libre asociadas a este nivel (>1200 m <sup>3</sup> /s) con la compuerta radial a un 60%	<b>FICHA A4</b>
------------------------	--	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE**

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta ROJA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que serán afectadas por el evento en base a los mapas de inundación del PADE
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC dar seguimiento a las zonas indicadas en la mancha de inundación para percatarse de que no existan personas en las márgenes del río realizando actividades de pesca o de otro tipo, ya que, no se afectan residencias ni estructuras en este escenario.
4. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público agua abajo
5. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.

**Operador**

6. Dirigir el plan de manejo del embalse en alerta ROJA. Dirigir los procedimientos de apertura/cierre de compuerta de la descarga de fondo (de ser necesario).
7. Coordinar con el CND el potencial aumento de frecuencia de las turbinas para disminuir los niveles de embalse

**Equipos de Mantenimiento Civil y Electromecánico**

8. Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente, al menos cada 30 min., y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.

**UTESEP/ETESA/CND**

9. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta requerirá una degradación a alerta AMARILLA si el nivel del embalse alcanza la cota 950.57 msnm, [y] si no existen pronósticos de lluvia adicional.
- B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación
- C. El evento podrá ser declarado como terminado bajo alguno de los siguientes escenarios:
  - El vertedero libre ha dejado de verter Y no existe pronóstico de lluvia adicional [y] la UTESEP determina que la presa es segura.
  - Cuando la presa ha fallado Y ya no existe una amenaza a la población aguas abajo.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación del nivel de la alerta</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Culminación</b>
Monitoree las condiciones hasta que cese la operación del vertedero libre	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.

<b>ALERTA BLANCA</b>	<b><u>Descripción de la alerta</u></b> Nuevas grietas menores en la estructura (mayores a 0.25 cm. de ancho y considerable longitud), sin filtraciones a través de ellas.	<b>FICHA B1</b>
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>		
<p><b><u>Coordinador del PADE</u></b> (Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. <b>APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN</b>)</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar el Diagrama de aviso de “Alerta Blanca”, usando las notificaciones de aviso predefinidas.</li> <li>2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (ingenieros en sitio) que lleven a cabo estas tareas.</li> <li>3. Monitorear el nivel del agua en el embalse y el ancho de las grietas producto de filtraciones o movimientos</li> <li>4. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.</li> <li>5. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, al menos diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones. Si las condiciones cambian significativamente, vaya a la sección de reevaluación / toma de decisiones, y siga los pasos relevantes de inmediato.</li> </ol>		
<p><b><u>Equipos de Mantenimiento Civil/Soporte Técnico</u></b></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Fotografíar y registrar la localización, dirección (longitudinal, vertical, diagonal, transversal), profundidad, longitud, ancho y distancia entre cada grieta que ha sido descubierta. Las estacas deben colocarse en los extremos de las grietas, y la distancia entre las estacas debe medirse y registrarse. Compare las observaciones con los resultados anteriores.</li> <li>7. Monitorear de cerca la grieta para detectar cambios y aberturas.</li> <li>8. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario.</li> </ol>		
<p><b><u>UTESEP</u></b></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Mantenerse informados y dar seguimiento.</li> </ol>		
<b>REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la <u>Tabla B.1</u></b>		
<p>Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la <b><u>Tabla B.1</u></b>, determinar si:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. El evento se puede terminar si se determina que las grietas en la presa no representan una amenaza inmediata para aguas abajo [y/o] si las mismas han sido reparadas.</li> <li>B. El nivel de Alerta se mantiene cuando no se dan cambios en la situación</li> <li>C. El evento cambia a alerta VERDE cuando se detecta un progreso en el tamaño/ancho de las grietas [y] se observan filtraciones a través de ellas. Ver la <b><u>Tabla B.1</u></b>, Determinación de los niveles de alerta.</li> </ol>		
<b>En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes</b>		
<b>A) Culminación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación del nivel de alerta</b>
Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA B2</b> (Alerta verde)

<b>ALERTA VERDE</b>	<b><u>Descripción de la alerta:</u></b> Se detectan grietas menores en la estructura (mayores a 0.25 cm. de ancho y considerable longitud), con filtraciones menores a través de la grieta.	<b>FICHA B2</b>
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>		
<p><b><u>Coordinador del PADE</u></b> (Puede delegar responsabilidades)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta Verde", usando las notificaciones de aviso predefinidas.</li> <li>Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (ingenieros en sitio) que lleven a cabo estas tareas.</li> <li>Monitorear el nivel del agua en el embalse y el ancho de las grietas producto de filtraciones o movimientos.</li> <li>Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.</li> <li>Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones. Si las condiciones cambian significativamente, vaya a la sección de reevaluación / decisión, y siga los pasos relevantes de inmediato.</li> </ol> <p><b><u>Equipo de Mantenimiento Civil/Soporte Técnico</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Observe las condiciones en el sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.</li> <li>Dar seguimiento al tamaño y ubicación de las grietas. Monitorear y señalar la existencia de nuevas grietas y registrar la progresión de las filtraciones a través de ellas.</li> <li>Mantener una documentación y registro organizado de todas las grietas</li> <li>Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario.</li> </ol> <p><b><u>UTESEP</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mantenerse informados y dar seguimiento.</li> </ol>		
<b>REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la <u>Tabla B.1</u></b>		
<p>Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la <b><u>Tabla B.1</u></b>, determinar si:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La alerta podrá ser degradada a Alerta BLANCA si se identifica la causa de las grietas [y] se ha detenido su progreso [y] las filtraciones pueden ser controladas con facilidad.</li> <li>La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación.</li> <li>El evento cambia a alerta AMARILLA cuando se evidencia un incremento en el tamaño de la grieta (más de ½ cm) junto con movimientos activos en la estructura de concreto [y/o] las filtraciones a través de las grietas incrementan significativamente.</li> </ol>		
<b>En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes</b>		
<b>A) Degradación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación en el nivel de alerta</b>
<p>Monitoree las condiciones hasta que cesen los asentamientos/deslizamientos o hayan sido reparados</p>	<p>Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA</p>	<p>Ir a <b>FICHA B3</b> (Alerta amarilla)</p>



<b>ALERTA AMARILLA</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b>          Se evidencia un proceso de ensanchamiento en grietas nuevas u existentes (mayores ½ cm. de ancho y considerable longitud) junto con movimientos activos en la estructura de concreto/bloques, filtraciones importantes a través de las grietas.</p>	<b>FICHA B3</b>
----------------------------	---	-----------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** *(Puede delegar responsabilidades)*

1. Implementar el Diagrama de aviso de “Alerta AMARILLA”, usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que podrían verse afectadas por los eventos de emergencia en base a los mapas de inundación del PADE.
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC la **EVACUACIÓN PREVENTIVA** de las áreas afectadas según el plan de Evacuación de la presa. Esta actividad consistirá en monitorear si en las riberas del río existe la presencia de personas, ya que, no se afectarán viviendas ni infraestructuras.
4. Se debe monitorear nivel del agua en el embalse y el desarrollo de nuevas grietas y movimientos **cada una (1) hora**. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público aguas abajo.
5. Evalúe junto con el Operador la posibilidad de disminución del nivel de embalse, independientemente de los datos de generación y/o descargas por el vertedero.
6. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.

**Operador**

7. Coordine junto con el CND y el Gerente de Planta la posibilidad de incrementar la frecuencia de las turbinas y la apertura de emergencia de las compuertas de la descarga de fondo para reducir los niveles de embalse.

**Ingenieros de Mantenimiento Civil**

8. Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.
9. Registre los movimientos diferenciales, desplazamientos o inclinación de las estructuras.
10. Si las condiciones lo permiten: intente cubrir el paramento o talud aguas arriba de la presa con geotextil/geomembrana para lograr disminuir las filtraciones. Seguidamente, intente la inyección de las grietas con lechada. Si hay movimientos de la estructura intente colocar rocas de gran tamaño al pie de presa para resistir el movimiento
11. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario.

**UTESEP/ETESA/CND**

12. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta requerirá una degradación a alerta VERDE si las filtraciones logran reducirse [y/o] las grietas han podido ser inyectadas [o] se ha logrado reducir el nivel del embalse por debajo del nivel de la filtración. Se deberá notificar a todos los contactos del diagrama de aviso la degradación del nivel de alerta.
- B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación
- C. El nivel de alerta requerirá intensificación a alerta ROJA si se acelera el ensanchamiento de las grietas de forma notable [y] si las filtraciones ya no pueden ser controladas por ningún medio [y] se evidencian desplazamientos /movimientos considerables y repentinos en la estructura.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación del nivel de la alerta</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) intensificación en el nivel de alerta</b>
Monitoree las condiciones hasta que cesen las filtraciones y se reparen las grietas	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA B4</b> (Alerta ROJA)

<b>ALERTA ROJA</b>	<b><u>Descripción de la alerta:</u></b> Grietas con proceso de ensanchamiento continuo y movimientos/ desplazamientos repentinos en la estructura de concreto. Filtraciones severas que no pueden ser controladas	<b>FICHA B4</b>
------------------------	--	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. **APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN**)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta ROJA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que serán afectadas por el evento en base a los mapas de inundación del PADE
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC la **EVACUACIÓN INMEDIATA** de las áreas afectadas según el plan de Evacuación de la presa. Esta actividad consistirá en monitorear si en las riberas del río existe la presencia de personas, ya que, no se afectarán viviendas ni infraestructuras.
4. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público aguas abajo.
5. Evalúe junto con el Operador la posibilidad de disminución urgente del nivel de embalse, independientemente de los datos de generación y/o descargas por el vertedero
6. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos. **Operador**
7. Coordine junto con el CND y el Gerente de Planta la posibilidad de incrementar la frecuencia de las turbinas y la apertura de emergencia de la compuerta de descarga de fondo para reducir los niveles de embalse. **Ingenieros de Mantenimiento Civil**
8. Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda. **UTESEP/ETESA/CND**
9. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar DIARIAMENTE las condiciones o cuando se registren cambios significativos, usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. El evento se mantiene en el nivel de alerta ROJA si no hay cambio en la situación.
- B. El evento podrá ser declarado como terminado en alguno de los siguientes escenarios:
  - El nivel de embalse ha sido llevado a niveles seguros [y] los movimientos, agrietamiento, y filtraciones han cesado.
  - La presa ha fallado y ya no existe amenaza para la población aguas abajo, lo cual ha sido confirmado por SINAPROC y autoridades locales.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

	<b>A) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>B) Culminación</b>
	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.

<b>ALERTA BLANCA</b>	<b><u>Descripción de la alerta</u></b> Valores de Instrumentación por encima de los valores de alerta establecidos.	<b>FICHA C1</b>
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>		
<p><b><u>Coordinador del PADE</u></b> (Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. <b>APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN</b>)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar el Diagrama de aviso de “Alerta Blanca”, usando las notificaciones de aviso predefinidas.</li> <li>2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (ingenieros en sitio) que lleven a cabo estas tareas.</li> <li>3. Monitorear el nivel del agua en el embalse y la variación en la lectura de la instrumentación (detectar anomalías y tendencias en la instrumentación mediante análisis estadísticos)</li> <li>4. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.</li> <li>5. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones. Si las condiciones cambian significativamente, vaya a la sección de reevaluación / toma de decisiones, y siga los pasos relevantes de inmediato. <b><u>Ingenieros de Mantenimiento Civil</u></b></li> <li>6. Informar sobre las anomalías en las lecturas instrumentales al Departamento de monitoreo y aseguramiento de la calidad.</li> <li>7. De ser posible elabore un modelo estadístico de predicción con los datos históricos registrados por el instrumento para detectar las bandas de confiabilidad y efectos de variables como el nivel de embalse, precipitaciones y efectos irreversibles.</li> <li>8. Supervisar de cerca e incrementar la frecuencia de las lecturas instrumentales para determinar si se está desarrollando alguna situación negativa o peligrosa. <b><u>UTESEP</u></b></li> <li>9. Mantenerse informados y dar seguimiento.</li> </ol>		
<b>REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la <u>Tabla B.1</u></b>		
<p>Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la <b><u>Tabla B.1</u></b>, determinar si:</p> <p>A. El evento se puede terminar si las lecturas registradas vuelven a la normalidad [o] si se determina que el equipo se encuentra en mal estado y sus lecturas son inválidas [o] si se llevan a cabo medidas correctivas en base a las recomendaciones de los resultados del modelo estadístico de predicción. B. El evento se mantiene cuando no se dan cambios en la situación.</p> <p>C. El evento se intensifica sólo cuando los registros anómalos de instrumentación se traducen en alguna de las observaciones de la <b><u>Tabla B.1</u></b>. De ser el caso, reevalúe la situación según el caso específico.</p>		
<b>En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes</b>		
<b>A) Culminación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación del nivel de alerta</b>
Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a la <b><u>Tabla B.1</u></b> , para identificar el siguiente nivel de alerta según la situación

<b>ALERTA BLANCA</b>	<b><u>Descripción de la alerta</u></b> Se ha registrado un sismo con una aceleración menor a 0.20g en el sismógrafo ubicado a 6km. No existen daños aparentes a la estructura de la presa.	<b>FICHA D1</b>
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>		
<p><b><u>Coordinador del PADE</u></b> <i>(Puede delegar responsabilidades)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar el Diagrama de aviso de “Alerta Blanca”, usando las notificaciones de aviso predefinidas.</li> <li>2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (operadores e ing. de mantenimiento civil/electromecánico) que lleven a cabo estas tareas.</li> <li>3. Estar preparado por réplicas del sismo.</li> <li>4. Si se evidencian daños significativos en la estructura de la presa, diríjase a la <b>Tabla B.1</b>, reevalúe la situación y tome las acciones pertinentes según se indica.</li> <li>5. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.</li> <li>6. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones.</li> </ol> <p><b><u>Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Realice una inspección detallada de toda la presa y obras anexas y prepare un reporte con los aspectos más importantes encontrados.</li> <li>8. Monitoree y supervise cualquier trabajo de rehabilitación/repación e Informe al Coordinador del PADE acerca del progreso de éstas.</li> <li>9. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario. <b><u>UTESEP</u></b></li> <li>10. Mantenerse informados y dar seguimiento.</li> </ol>		
<b>REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la <u>Tabla B.1</u></b>		
<p>Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la <b>Tabla B.1</b>, determinar si:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. El evento se puede terminar si se determina que la presa es estable [y] ha pasado un periodo de tiempo considerable en el que no se esperan replicas adicionales.</li> <li>B. El nivel de Alerta se mantiene cuando no se dan cambios en la situación.</li> <li>C. El evento se intensifica a nivel de Alerta VERDE o AMARILLA si la inspección determina una situación potencialmente peligrosa, según las observaciones indicadas en la <b>Tabla B.1</b>.</li> </ol>		
<b>En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes</b>		
<b>A) Culminación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación del nivel de alerta</b>
Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a la <b>Tabla B.1</b> para reevaluación en base a los daños encontrados

<b>ALERTA VERDE</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b> Se ha registrado un sismo con una magnitud de 0.20g y 0.30 g. en el acelerómetro situado a 6 kilómetros de la presa. Algunos daños visibles pueden ser detectados que pudieran originar una situación peligrosa.</p>	<b>FICHA D2</b>
-------------------------	---	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta Verde", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (operadores e ing. de mantenimiento civil/electromecánico) que lleven a cabo estas tareas.
3. Estar preparado para posibles réplicas.
4. Monitorear el nivel del agua en el embalse **cada una (1) hora** y determinar si la carga actual de volumen de agua podría representar una amenaza para la estructura. Monitoree potenciales movimientos/inclinación de las estructuras y descarte filtraciones.
5. Si se evidencian daños severos en la estructura de la presa luego de la inspección, diríjase a la **Tabla B.1**, reevalúe la situación y tome las acciones pertinentes según se indica.
6. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.
7. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones.

**Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico**

8. Si las condiciones lo permiten, realice una inspección detallada de toda la presa y obras anexas y prepare un reporte con los hallazgos más importantes.
9. Monitoree potenciales movimientos/inclinación de las estructuras y descarte filtraciones. Informe al Coordinador del PADE sobre cualquier hallazgo.
10. Monitoree y supervise cualquier trabajo de rehabilitación/repación e Informe al Coordinador del PADE acerca del progreso de éstas.
11. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario. **UTESEP**
12. Mantenerse informados y dar seguimiento.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar las condiciones al menos **dos (2) veces al día**, o cuando existan cambios significativos en las condiciones.

Usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta podrá ser degradada a Alerta BLANCA si se determina que la presa es estable, sin embargo, el evento no puede declararse como terminado hasta que los daños no hayan sido reparados. B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación.
- C. El evento cambia a alerta AMARILLA si se detectan filtraciones a través de las grietas de la estructura, aun cuando estas puedan ser controladas [y/o] las réplicas del sismo generan mayores daños a la estructura.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación en el nivel de alerta</b>
Monitoree las condiciones hasta que los daños hayan sido reparados	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA D3</b> (Alerta amarilla)



<b>ALERTA AMARILLA</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b></p> <p>Se ha registrado un sismo en el acelerómetro más cercano entre 0.30g y 0.40 g. Daños significativos pueden ser fácilmente detectados que ponen en peligro la estabilidad de la presa. Se detectan grietas con filtraciones controlables a través de ellas.</p>	<b>FICHA D3</b>
----------------------------	--	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta AMARILLA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que podrían verse afectadas por los eventos de emergencia en base a los mapas de inundación del PADE
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC la **EVACUACIÓN PREVENTIVA** de las áreas potencialmente a ser afectadas según el plan de Evacuación de la presa. Esta actividad consistirá en monitorear si en las riberas del río existe la presencia de personas, ya que, no se afectarán viviendas ni infraestructuras.
4. Este preparado para réplicas del sismo.
5. Monitorear el nivel del agua en el embalse **cada treinta (30) minutos** y determinar si la carga actual de volumen de agua podría representar una amenaza adicional para la estructura.
6. Evalué junto con el Operador la posibilidad de disminución del nivel de embalse, independientemente de los datos de generación y/o descargas por el vertedero.
7. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.
8. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, al menos cada hora para informar las últimas observaciones y condiciones. **Operador**
9. Coordine junto con el CND y el Gerente de Operaciones la posibilidad de incrementar la frecuencia de las turbinas para potencial vaciado o reducción de los niveles de embalse. Evalué igualmente la apertura de la compuerta de descarga de fondo para reducir el nivel del embalse. **Ingenieros de Mantenimiento Civil/ Electromecánico**
10. Observe las condiciones en sitio periódicamente y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.
11. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario. **UTESEP/ETESA/CND**
12. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta requerirá una degradación a alerta VERDE si el embalse ha sido vaciado por completo [o] por debajo de los niveles donde se observan filtraciones/daños. No se podrá declarar el evento como terminado [y] proceder al llenado del embalse hasta que los daños no hayan sido reparados.
- B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación.
- C. El nivel de alerta requerirá intensificación a alerta ROJA si una [o] varios de las siguientes condiciones ocurren: descarga incontrolada de caudal a través de la presa, agrietamiento rápido y progresivo de la estructura con filtraciones que no pueden ser controladas.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación del nivel de la alerta</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) intensificación en el nivel de alerta</b>
Monitoree las condiciones hasta que cesen las descargas por el vertedero	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA D4</b> (Alerta Roja)

<b>ALERTA ROJA</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b> Se ha detectado un sismo en el acelerómetro más cercano a de.40 g. Daños severos son observados. Los daños han provocado una descarga incontrolable de agua a través de las grietas de la estructura o filtraciones a través de los estribos.</p>	<b>FICHA D4</b>
------------------------	--	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. **APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN**)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta ROJA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que serán afectadas por el evento en base a los mapas de inundación del PADE.
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC la **EVACUACIÓN INMEDIATA** de las áreas afectadas según el plan de Evacuación de la presa. Esta actividad consistirá en monitorear si en las riberas del río existe la presencia de personas, ya que, no se afectarán viviendas ni infraestructuras.
4. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público aguas abajo.
5. Evalúe junto con el Operador la posibilidad de disminución urgente del nivel de embalse, independientemente de los datos de generación y/o descargas por el vertedero
6. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos. **Operador**
7. Coordine junto con el CND y el Gerente de Operaciones la necesidad de incrementar la frecuencia de las turbinas y la apertura de emergencia de la compuerta de descarga de fondo para bajar el nivel del embalse. **Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico**
8. Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente desde un sitio seguro y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda. **UTESEP/ ETESA/CND**
9. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar DIARIAMENTE las condiciones o cuando se registren cambios significativos, usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. El evento se mantiene en el nivel de alerta ROJA si no hay cambio en la situación
- B. El evento podrá ser declarado como terminado en alguno de los siguientes escenarios:
  - El nivel de embalse ha sido llevado a niveles seguros [y] los movimientos, inclinación, agrietamiento, y filtraciones han cesado, lo cual ha sido confirmado por la UTESEP.
  - La presa ha fallado y ya no existe amenaza para la población aguas abajo, lo cual ha sido confirmado por SINAPROC y autoridades locales.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

	<b>A) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>B) Culminación</b>
	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.

<b>ALERT A BLANC A</b>	<b><u>Descripción de la alerta</u></b> Se ha reportado una amenaza de bomba no confirmada o se ha registrado un daño intencional por terceros a las instalaciones de la Presa, no existe impacto aparente a la operación de la presa	<b>FICHA E1</b>
------------------------------------	---	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta Blanca", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (operadores e ing. de mantenimiento civil/electromecánico) que lleven a cabo estas tareas
3. Verificar o validar la existencia de la bomba/amenaza.
4. Si se confirma la existencia de la bomba [o] situación potencialmente peligrosa [y/o] se evidencian daños significativos en la estructura de la presa, diríjase a la **Tabla B.1**, reevalúe la situación y tome las acciones pertinentes según se indica.
5. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.
6. Póngase en contacto con el Gerente Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones.

**Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico**

7. Acceder a la presa solo si la misma ha sido despejada por las autoridades competentes (en caso de amenaza de bomba). **UTESEP**
8. Brindar apoyo técnico y asistencia en la toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. El evento se puede terminar si se determina que es una falsa alarma/amenaza (en caso de amenaza de bomba) [o] si se determina que la presa es estable y los daños han sido reparados.
- B. El nivel de Alerta se mantiene cuando no se dan cambios en la situación.
- C. El evento se intensifica a nivel de Alerta VERDE si la inspección determina una situación potencialmente peligrosa, según las observaciones indicadas en la **Tabla B.1**. [o] si la amenaza de bomba es confirmada.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Culminación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación del nivel de alerta</b>
Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA E2</b> (Alerta Verde)

<b>ALERTA VERDE</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b></p> <p>Se ha verificado una amenaza de bomba real, que de ser detonada pudiera dañar severamente la estructura de la presa y/o sus componentes operativos; y/o se han reportado daños por vandalismo que están impactando la operación normal.</p>	<b>FICHA E2</b>
---------------------	---	-----------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** *(Puede delegar responsabilidades)*

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta Verde", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (operadores e ing. de mantenimiento civil/electromecánico) que lleven a cabo estas tareas.
3. Si se evidencian daños severos en la estructura de la presa luego de la inspección, diríjase a la **Tabla B.1**, reevalúe la situación y tome las acciones pertinentes según se indica.
4. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.
5. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, diariamente para informar las últimas observaciones y condiciones.

**Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico**

6. Acceder a la presa solo si la misma ha sido despejada por las autoridades competentes (en caso de amenaza de bomba)
7. Si las condiciones lo permiten: realizar una inspección intensiva en la presa y en sus estructuras anexas y preparar un reporte con los hallazgos más importantes.
8. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario. **UTESEP**
9. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar las condiciones CONTINUAMENTE usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta podrá ser degradada a Alerta Blanca si se sospecha no es una amenaza real (en caso de amenaza de bomba) [o] si se empiezan a llevar a cabo las obras de reparación de los daños, ya que, la presa es estable.
- B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación.
- C. El evento cambia a alerta AMARILLA si la amenaza de bomba es real y la misma ha sido detonada, aun cuando no se observan daños importantes a la estructuras ni descarga incontrolada de caudal [y/o] los daños causados por vandalismo han detenido por completo la operación normal de la presa.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

<b>A) Degradación</b>	<b>B) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>C) Intensificación en el nivel de alerta</b>
Monitoree las condiciones hasta que los daños hayan sido reparados	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA E3</b> (Alerta Amarilla)

<b>ALERTA AMARILLA</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b></p> <p>Se ha detonado una bomba en las instalaciones, lo cual ha causado daños severos a la estructura de la presa y/o sus componentes operativos, sin embargo, no se evidencia descargas incontroladas de agua; y/o se han reportado daños por vandalismo que han detenido por completo la operación normal de la Central</p>	<b>FICHA E3</b>
------------------------	---	-----------------

### ACCIONES RECOMENDADAS

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta AMARILLA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que podrían verse afectadas por los eventos de emergencia en base a los mapas de inundación del PADE
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC la **EVACUACIÓN PREVENTIVA** de las áreas potencialmente a ser afectadas según el plan de Evacuación de la presa. Esta actividad consistirá en monitorear si en las riberas del río existe la presencia de personas, ya que, no se afectarán viviendas ni infraestructuras.
4. Evalúe junto con el Operador la posibilidad de disminución del nivel de embalse, independientemente de los datos de generación y/o descargas por el vertedero.
5. Inspeccionar y observar cuidadosamente todas las partes de la presa. Esto debe hacerse sin comprometer la seguridad de las personas (ing. de mantenimiento civil/electromecánico) que lleven a cabo estas tareas.
6. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos.
7. Póngase en contacto con el Gerente de Operaciones y con el Gerente General, cada hora para informar las últimas observaciones y condiciones.

**Operador**

8. Coordine junto con el CND y el Gerente de Planta la posibilidad de incrementar la frecuencia de las turbinas para potencial vaciado o reducción de los niveles de embalse. Evalúe igualmente la apertura de la compuerta de descarga de fondo para disminuir los niveles del embalse. **Ingenieros de Mantenimiento Civil/ Electromecánico**
9. Ingresar a la presa solo si las obras has sido despejadas por las autoridades competentes (en caso de bomba detonada).
10. Observe las condiciones periódicamente desde un sitio seguro y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda.
11. Coordinar con potenciales contratistas y supervisar las acciones correctivas según sea necesario. **UTESEP/ETESA/CND**
12. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

### REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1

Evaluar CONTINUAMENTE las condiciones usando la **Tabla B.1**, determinar si:

- A. La alerta requerirá una degradación a alerta VERDE si el embalse ha sido vaciado por completo [o] por debajo de los niveles donde se observan daños. **No se podrá declarar el evento como terminado [y] proceder al llenado del embalse hasta que los daños no hayan sido reparados.**
- B. La alerta permanece en el nivel de alerta actual si no hay cambios en la situación.
- C. El nivel de alerta requerirá intensificación a alerta ROJA si una [o] varios de las siguientes condiciones ocurren: descarga incontrolada de caudal a través de la presa, agrietamiento rápido y progresivo de la estructura con filtraciones que no pueden ser controladas.

### En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes

A) Degradación del nivel de la alerta	B) Nivel de alerta se Mantiene	C) intensificación en el nivel de alerta
Monitoree las condiciones hasta que cesen las descargas por el vertedero	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Ir a <b>FICHA E4</b> (Alerta Roja)



<b>ALERTA ROJA</b>	<p><b><u>Descripción de la alerta:</u></b> Se ha detonado una bomba en las instalaciones, lo cual ha causado daños severos a la estructura de la presa y/o sus componentes operativos, produciendo una descarga incontrolada de agua; y/o se han reportado daños por vandalismo que han detenido por completo la operación normal de la central.</p>	<b>FICHA E4</b>
------------------------	--	---------------------

**ACCIONES RECOMENDADAS**

**Coordinador del PADE** (Puede delegar responsabilidades, es decir, contar con una persona que maneje las acciones en el sitio de presa y otra persona distinta que pueda hacer las notificaciones. **APLICABLE PARA TODAS LAS FICHAS DE ACCIÓN**)

1. Implementar el Diagrama de aviso de "Alerta ROJA", usando las notificaciones de aviso predefinidas.
2. Identifique las áreas que serán afectadas por el evento en base a los mapas de inundación del PADE.
3. Recomendar a las autoridades y a SINAPROC la **EVACUACIÓN INMEDIATA** de las áreas afectadas según el plan de Evacuación de la presa. Esta actividad consistirá en monitorear si en las riberas del río existe la presencia de personas, ya que, no se afectarán viviendas ni infraestructuras.
4. Permanecer a una distancia segura de la presa. La prioridad principal es la seguridad del público aguas abajo.
5. Evalúe junto con el Operador la posibilidad de disminución urgente del nivel de embalse, independientemente de los datos de generación y/o descargas por el vertedero.
6. Registre toda la información, observaciones y acciones en un formulario de registro de eventos. **Operador**
7. Coordine junto con el CND y el Gerente de Operaciones la necesidad de incrementar la frecuencia de las turbinas y la apertura de emergencia de la compuertas de descarga de fondo con la intención de disminuir el nivel del embalse.

**Ingenieros de Mantenimiento Civil/Electromecánico**

8. Observe/Inspeccione las condiciones en el sitio periódicamente desde un sitio seguro y brinde apoyo para la toma de decisiones según corresponda. **UTESEP/ ETESA/CND**
9. Brindar apoyo técnico y asistencia en toma de decisiones al Coordinador del PADE, según corresponda.

**REEVALUACIÓN / TOMA DE DECISIÓN en base a la Tabla B.1**

Evaluar DIARIAMENTE las condiciones o cuando se registren cambios significativos, usando la **Tabla B.1**, determinar si:

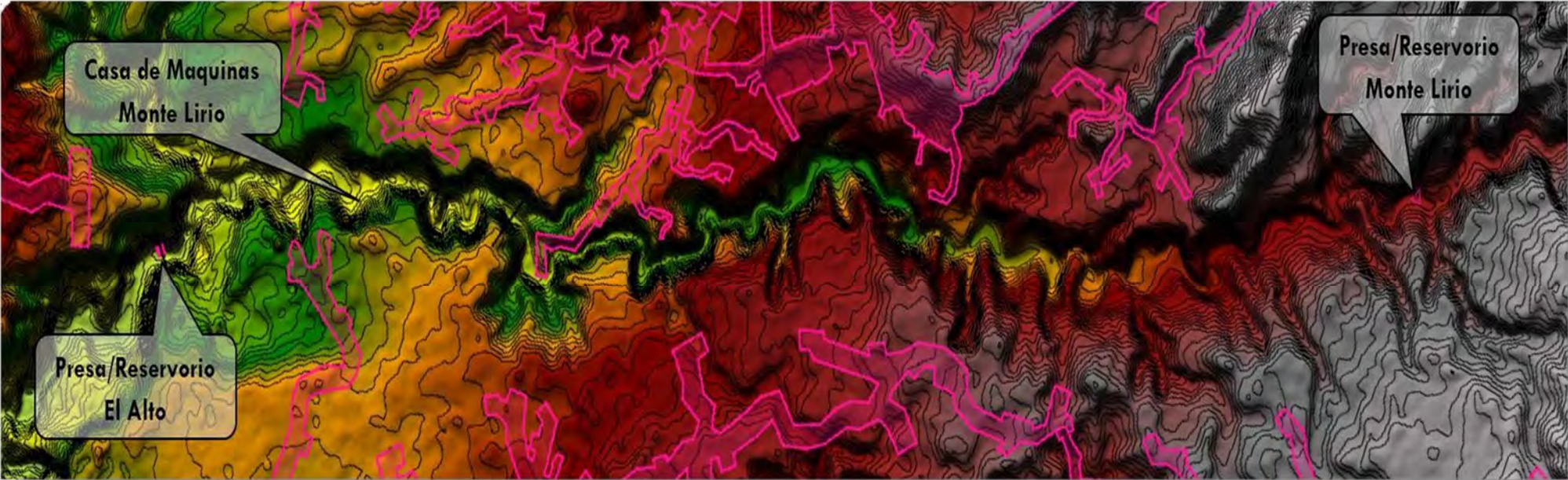
- C. El evento se mantiene en el nivel de alerta ROJA si no hay cambio en la situación.
- D. El evento podrá ser declarado como terminado en alguno de los siguientes escenarios:
  - El nivel de embalse ha sido llevado a niveles seguros [y] ya no existe amenaza a la población aguas abajo.
  - La presa ha fallado y ya no existe amenaza para la población aguas abajo, lo cual ha sido confirmado por SINAPROC y autoridades locales.

**En base a la reevaluación, tome las acciones correspondientes**

	<b>A) Nivel de alerta se Mantiene</b>	<b>B) Culminación</b>
	Continúe con las acciones recomendadas de esta FICHA	Culminar el evento de acuerdo con lo indicado en el PADE y dar seguimiento.

ANEXO F- MODELO DIGITAL DEL TERENO (MDT) PARA LA CH MONTE LIRIO

**CENTRAL HIDROELÉCTRICA MONTE LIRIO**



*ANEXO G – TABLAS CON RESULTADOS HIDRÁULICOS*

**Table 5-1 RESULTADOS HIDRAULICOS PARA LOS ESCENARIO DE ROTURA**

Lugar Poblado	¿Se Inunda la población?	Distancia desde la Presa (km) <sup>a</sup>	Distancia más corta al río Chiriquí Viejo (m) <sup>b</sup>	Elev. mínima del Terreno (msnm) <sup>c</sup>	Rotura durante Crecidas			Rotura Operación Normal		
					Profundidad Máxima <sup>d</sup>	Elevación máxima del Agua	Tiempo Min. de Llegada <sup>e</sup>	Profundidad Máxima	Elevación máxima del Agua	Tiempo Min. de Llegada <sup>e</sup>
CAISAN PRIMAVERA	NO	3.3	975	1032	4.0	897.0	00:10	1.7	894.7	00:15
SAN ANTONIO ARRIBA O CHIQUERO	NO	3.8	318	965	3.1	886.8	00:10	1.7	885.3	00:15
CAISAN ABAJO O CAISAN CENTRO	NO	4.7	513	847	3.3	813.7	00:25	1.0	811.2	01:20
GUABITO	NO	4.7	927	935	6.1	819.2	00:20	1.8	814.8	00:45
SAN ANTONIO	NO	6.5	146	924	3.6	808.2	00:25	0.8	805.1	01:25
LA FUENTE	NO	8.6	3	692	4.6	714.4	00:40	2.5	706.1	02:50
VILLA LOURDES	NO	13.2	770	821	4.0	663.9	00:50	0.5	660.3	03:05
PLAZA DE CAISAN	NO	15.1	284	740	10.6	637.2	00:55	1.6	628.3	03:20
CASA DE MAQUINAS ML	SI	15.1	2	652	5.4	649.8	00:50	1.5	645.3	03:10
CAMPO ALEGRE	NO	15.7	362	777	4.9	637.3	00:50	1.0	634.0	03:15
ALTO CERRON	NO	17.1	736	805	39.3	637.1	00:55	30.4	628.2	03:25

**Notas**

<sup>a</sup> Distancia medida a lo largo del eje central del río Chiriquí Viejo

<sup>b</sup> Distancia más corta que separa el punto más cercano de la Población al eje del río en línea recta <sup>c</sup> Elevación mínima del terreno dentro de los límites asumidos de la población

<sup>d</sup> Profundidad máxima más cercana a la población (NO SE REFIERE A LOS VALORES DENTRO DE LA POBLACION)

<sup>e</sup> Tiempo de viaje de la onda de rotura contado desde el momento del inicio de la brecha hasta el punto más cercano a la población



**Table 5-2 RESULTADOS HIDRAULICOS PARA CRECIDAS EXTRAORDINARIAS (10,000 Y 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO)**

Lugar Poblado	¿Se Inunda la población?	Distancia desde la Presa (km) <sup>a</sup>	Distancia más corta al río Chiriquí Viejo (m) <sup>b</sup>	Elev. mínima del Terreno (msnm) <sup>c</sup>	Crecida de 10,000 años			Crecida de 100 años		
					Profundidad Máxima <sup>d</sup>	Elevación máxima del Agua	Tiempo Min. de Llegada <sup>e</sup>	Profundidad Máxima	Elevación máxima del Agua	Tiempo Min. de Llegada <sup>e</sup>
CAISAN PRIMAVERA	NO	3.3	975	1032	3.5	896.5	01:00	2.3	895.3	01:10
SAN ANTONIO ARRIBA O CHIQUERO	NO	3.8	318	965	2.8	886.5	01:05	2.1	885.8	01:15
CAISAN ABAJO O CAISAN CENTRO	NO	4.7	513	847	3.2	813.6	02:00	2.5	812.7	02:20
GUABITO	NO	4.7	927	935	5.8	818.8	01:40	4.3	817.3	02:00
SAN ANTONIO	NO	6.5	146	924	3.6	808.0	02:05	2.4	807.0	02:25
LA FUENTE	NO	8.6	3	692	4.5	714.1	02:40	3.7	713.2	03:05
VILLA LOURDES	NO	13.2	770	821	4.0	663.9	02:50	2.8	662.7	03:20
PLAZA DE CAISAN	NO	15.1	284	740	11.1	637.7	02:55	10.0	636.6	03:25
CASA DE MAQUINAS ML	SI	15.1	2	652	5.4	649.9	02:50	4.0	648.4	03:20
CAMPO ALEGRE	NO	15.7	362	777	5.4	637.8	02:55	4.4	636.7	03:25
ALTO CERRON	NO	17.1	736	805	39.7	637.5	03:00	38.8	636.6	03:30

**Notas**

<sup>a</sup> Distancia medida a lo largo del eje central del río Chiriquí Viejo

<sup>b</sup> Distancia más corta que separa el punto más cercano de la Población al eje del río en línea recta <sup>c</sup> Elevación mínima del terreno dentro de los límites asumidos de la población

<sup>d</sup> Profundidad máxima más cercana a la población (NO SE REFIERE A LOS VALORES DENTRO DE LA POBLACION)

<sup>e</sup> Tiempo de viaje de la onda de rotura contado desde el momento del inicio de la brecha hasta el punto más cercano a la población

**Table 5-3 RESULTADOS HIDRÁULICOS PARA CRECIDA ORDINARIA DE 2,33 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO**

Lugar Poblado	¿Se Inunda la población?	Distancia desde la Presa (km) <sup>a</sup>	Distancia más corta al río Chiriquí Viejo (m) <sup>b</sup>	Elev. mínima del Terreno (msnm) <sup>c</sup>	Rotura durante Crecidas		
					Profundidad Máxima <sup>d</sup>	Elevación máxima del Agua	Tiempo Min. de Llegada <sup>e</sup>
CAISAN PRIMAVERA	NO	3.3	975	1032	1.2	894.2	01:35
SAN ANTONIO ARRIBA O CHIQUERO	NO	3.8	318	965	1.4	885.1	01:40
CAISAN ABAJO O CAISAN CENTRO	NO	4.7	513	847	1.6	811.8	03:10
GUABITO	NO	4.7	927	935	2.5	815.5	02:40
SAN ANTONIO	NO	6.5	146	924	1.4	805.9	03:20
LA FUENTE	NO	8.6	3	692	3.0	712.0	04:10
VILLA LOURDES	NO	13.2	770	821	1.3	661.1	04:25
PLAZA DE CAISAN	NO	15.1	284	740	8.2	634.8	04:35
CASA DE MAQUINAS ML	SI	15.1	2	652	2.4	646.2	04:30
CAMPO ALEGRE	NO	15.7	362	777	2.7	634.8	04:35
ALTO CERRON	NO	17.1	736	805	37.0	634.8	04:40

**Notas**

<sup>a</sup> Distancia medida a lo largo del eje central del río Chiriquí Viejo

<sup>b</sup> Distancia más corta que separa el punto más cercano de la Población al eje del río en línea recta

<sup>c</sup> Elevación mínima del terreno dentro de los límites asumidos de la población

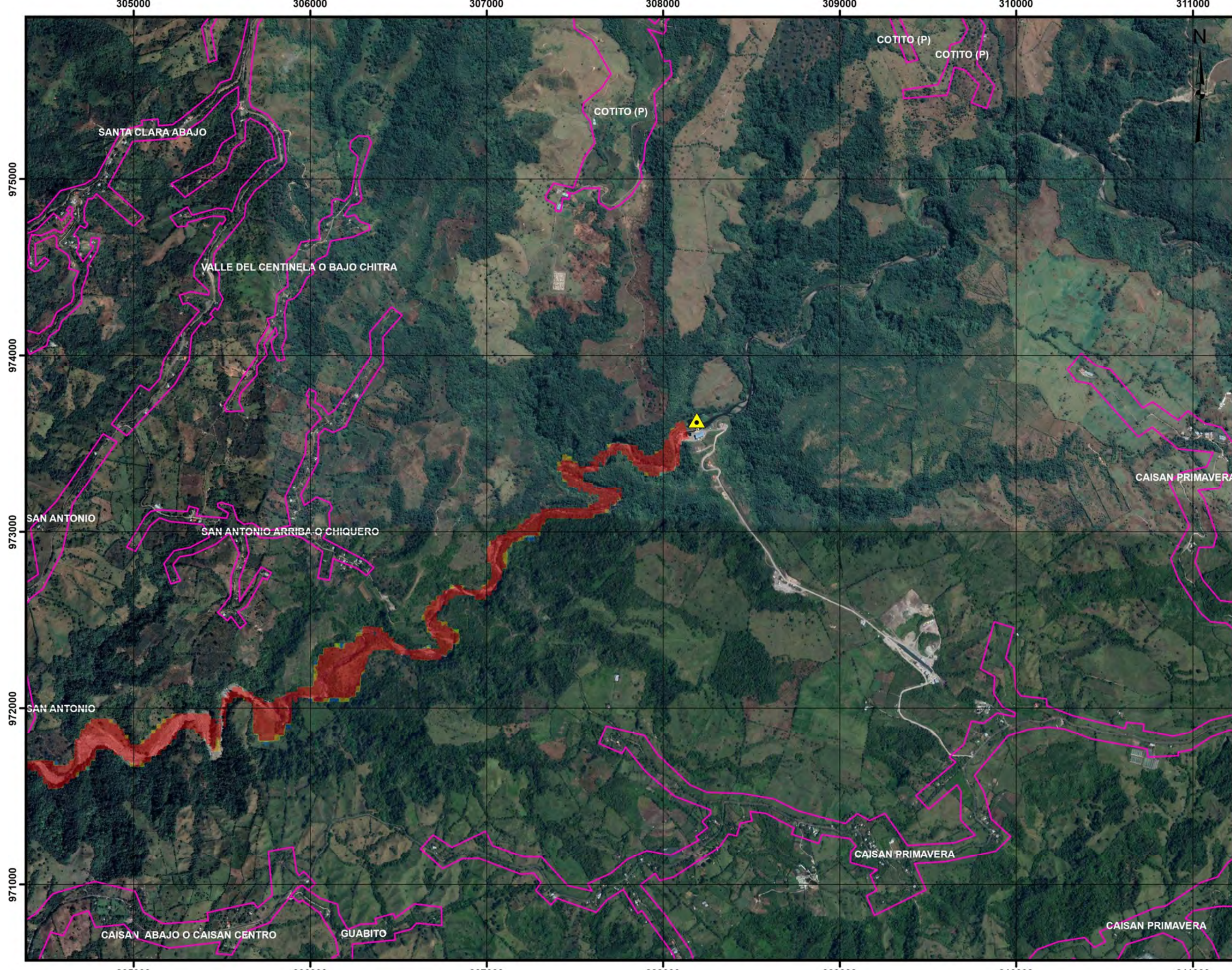
<sup>d</sup> Profundidad máxima más cercana a la población (NO SE REFIERE A LOS VALORES DENTRO DE LA POBLACION)

<sup>e</sup> Tiempo de viaje de la onda de rotura contado desde el momento del inicio de la brecha hasta el punto más cercano a la población

*ANEXO H- MAPAS DE INUNDACIÓN*

*ANEXO I - ROTURA DURANTE CRECIDA DE DISEÑO*





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

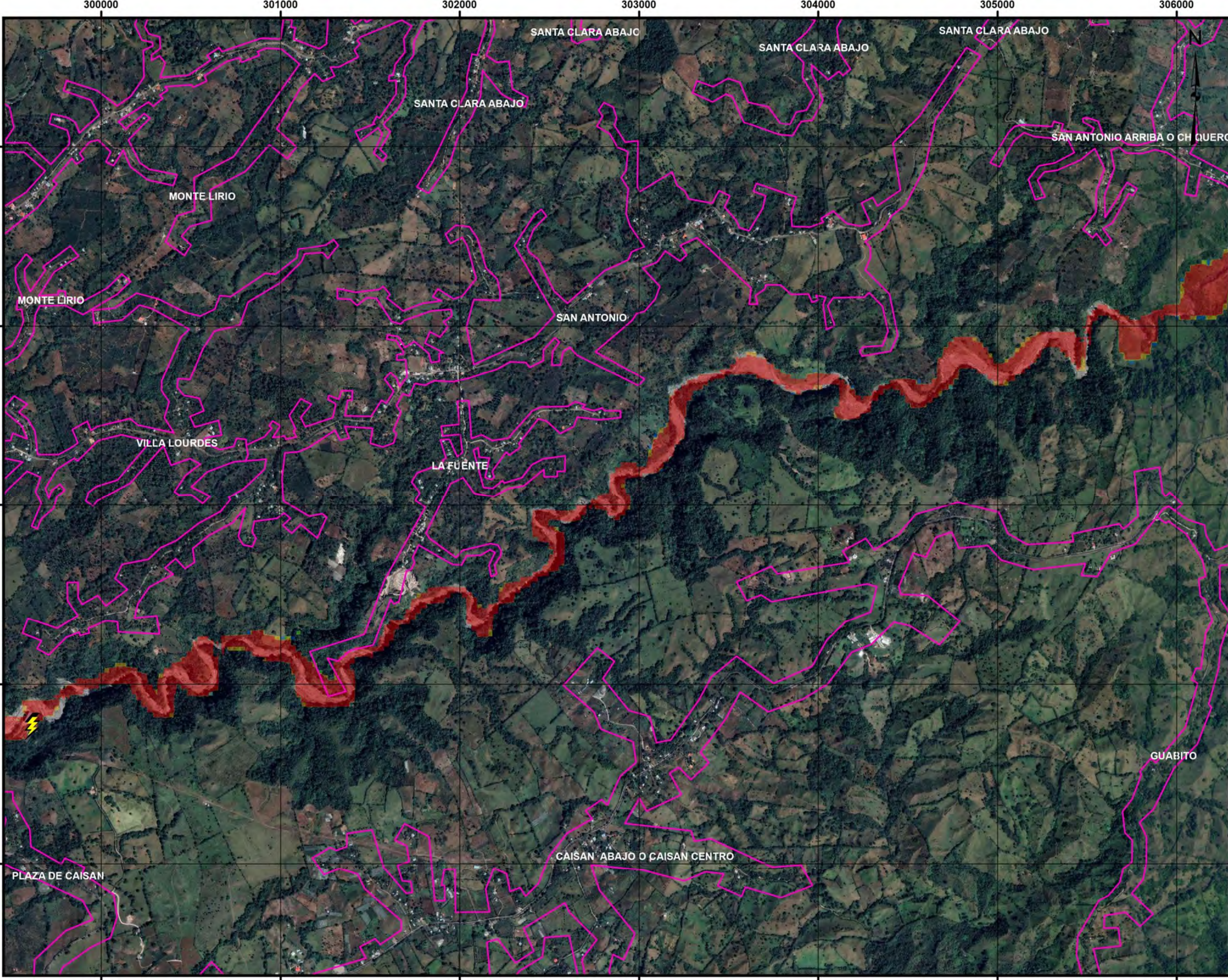
**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de: **C. H. MONTE LIRIO**

**ROTURA DURANTE CRECIDA DE DISEÑO**





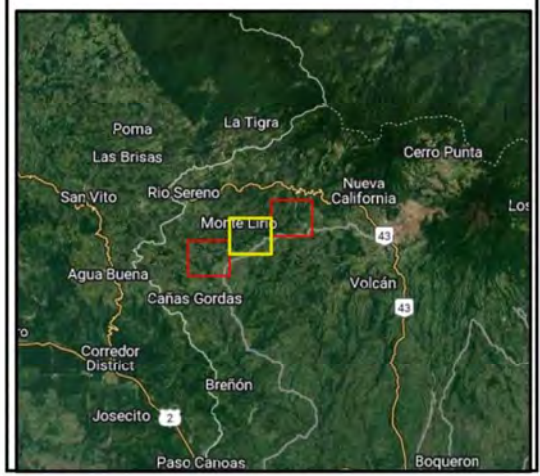
**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.

Mapa de Localización



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de la Presa: **C. H. MONTE LIRIO**

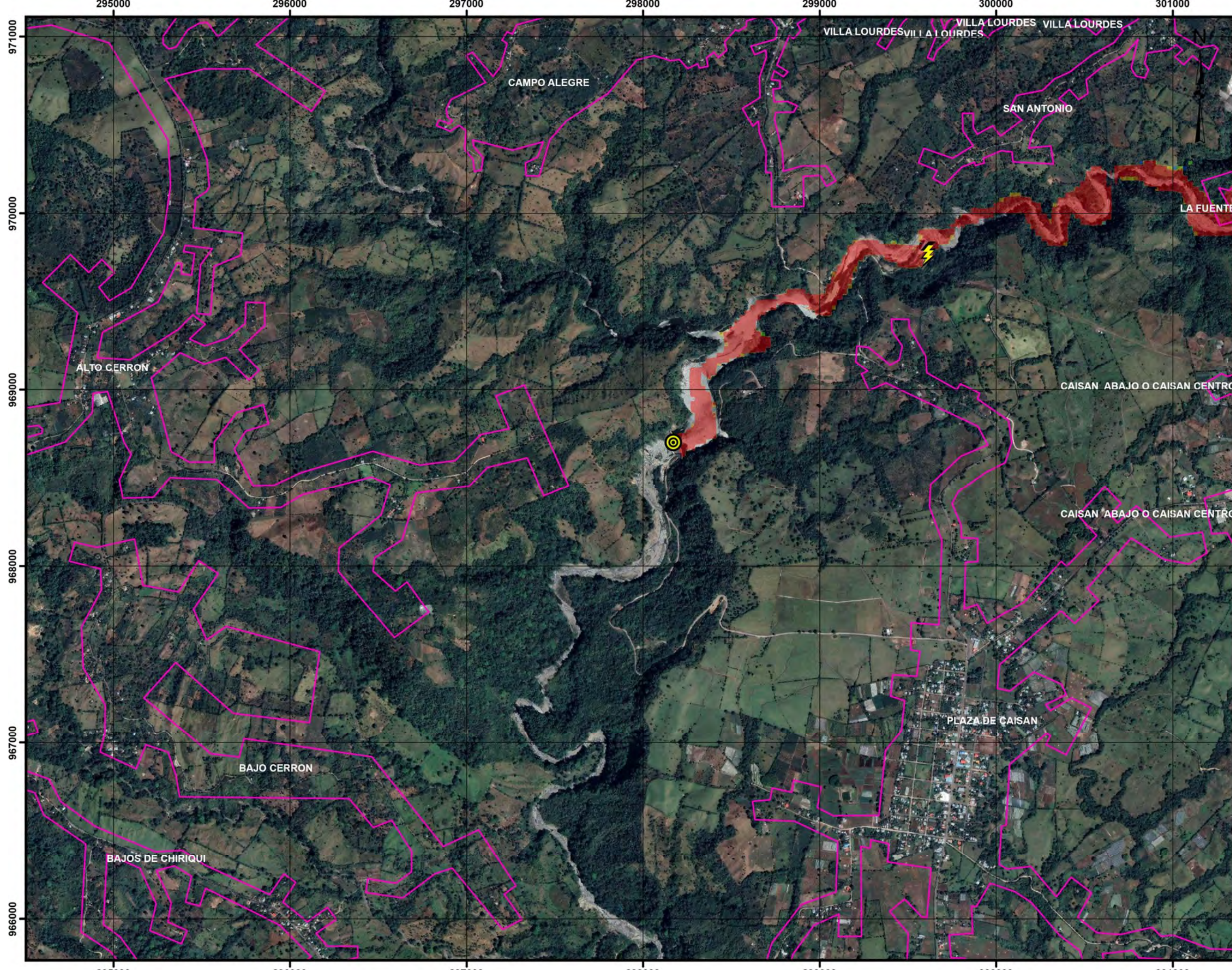
Título de Mapa: **ROTURA DURANTE CRECIDA DE DISEÑO**

Fecha: **Junio 2022** | Mapa | Letra | Mosaico  
 1B | A | 2 / 3

Escala: 0 0.5 1 Km  
 Escala: Km

Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**  
 Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
	H 1 Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
	H 2 Inseguro para vehículos pequeños.
	H 3 Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
	H 4 Inseguro para vehículos y personas
	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
	H 6 Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

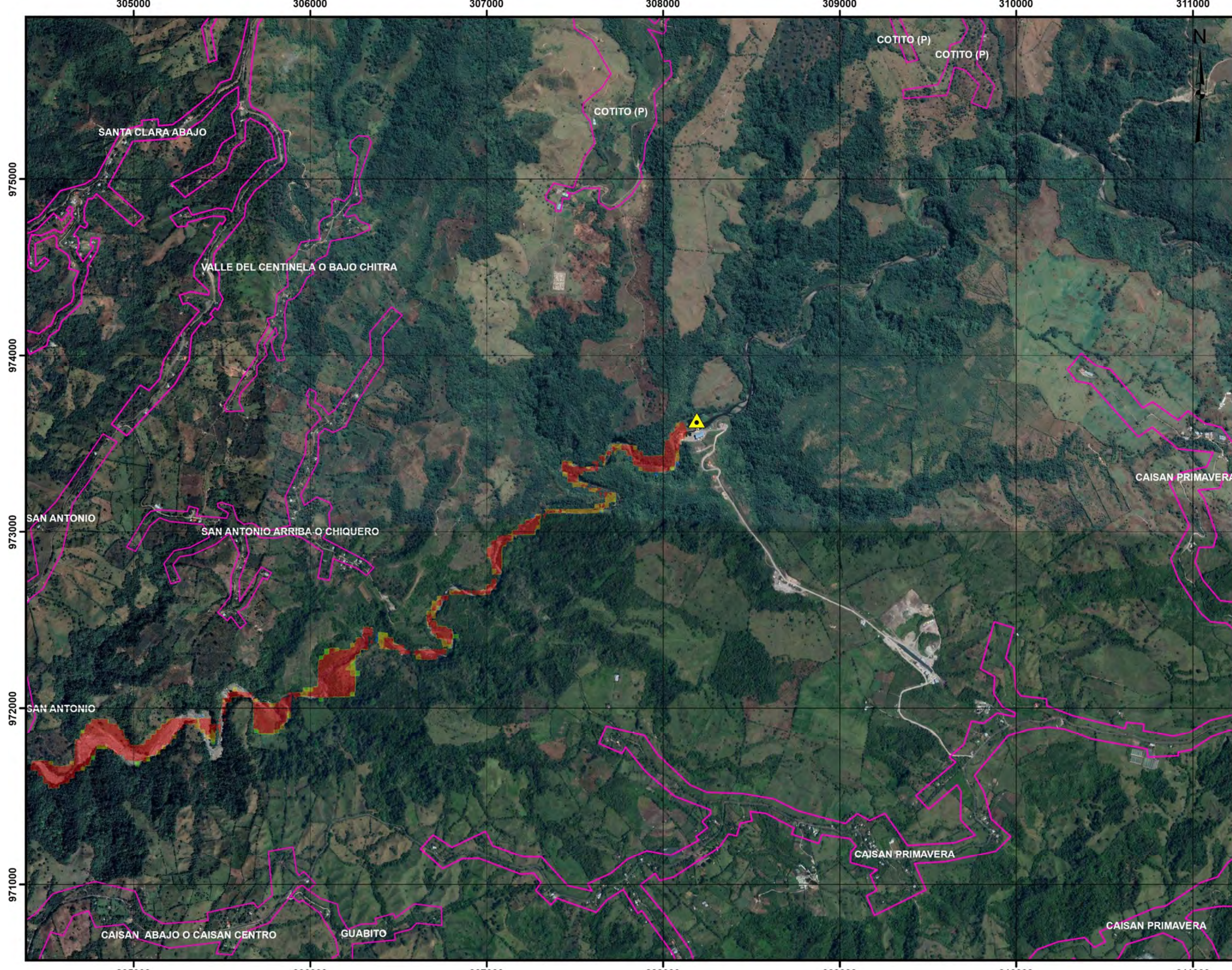
Nombre de **C. H. MONTE LIRIO**

**ROTURA DURANTE CRECIDA DE DISEÑO**







*ANEXO J - ROTURA DURANTE OPERACION NORMAL*











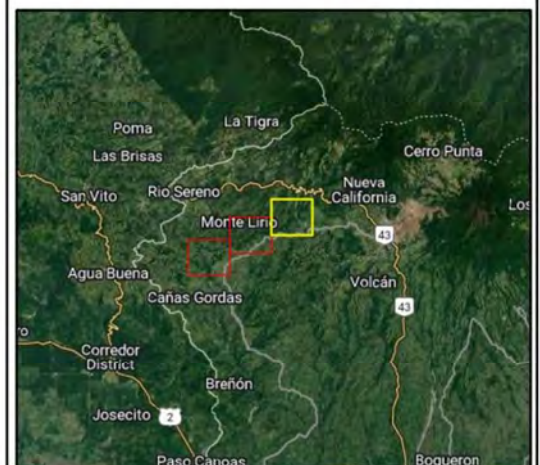
**LEYENDA**

-  PRESA MONTE LIRIO
-  CASA DE MÁQUINAS ML
-  PRESA EL ALTO
-  Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
 H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
 H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
 H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
 H 4	Inseguro para vehículos y personas
 H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
 H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.

Mapa de Localización



 **ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

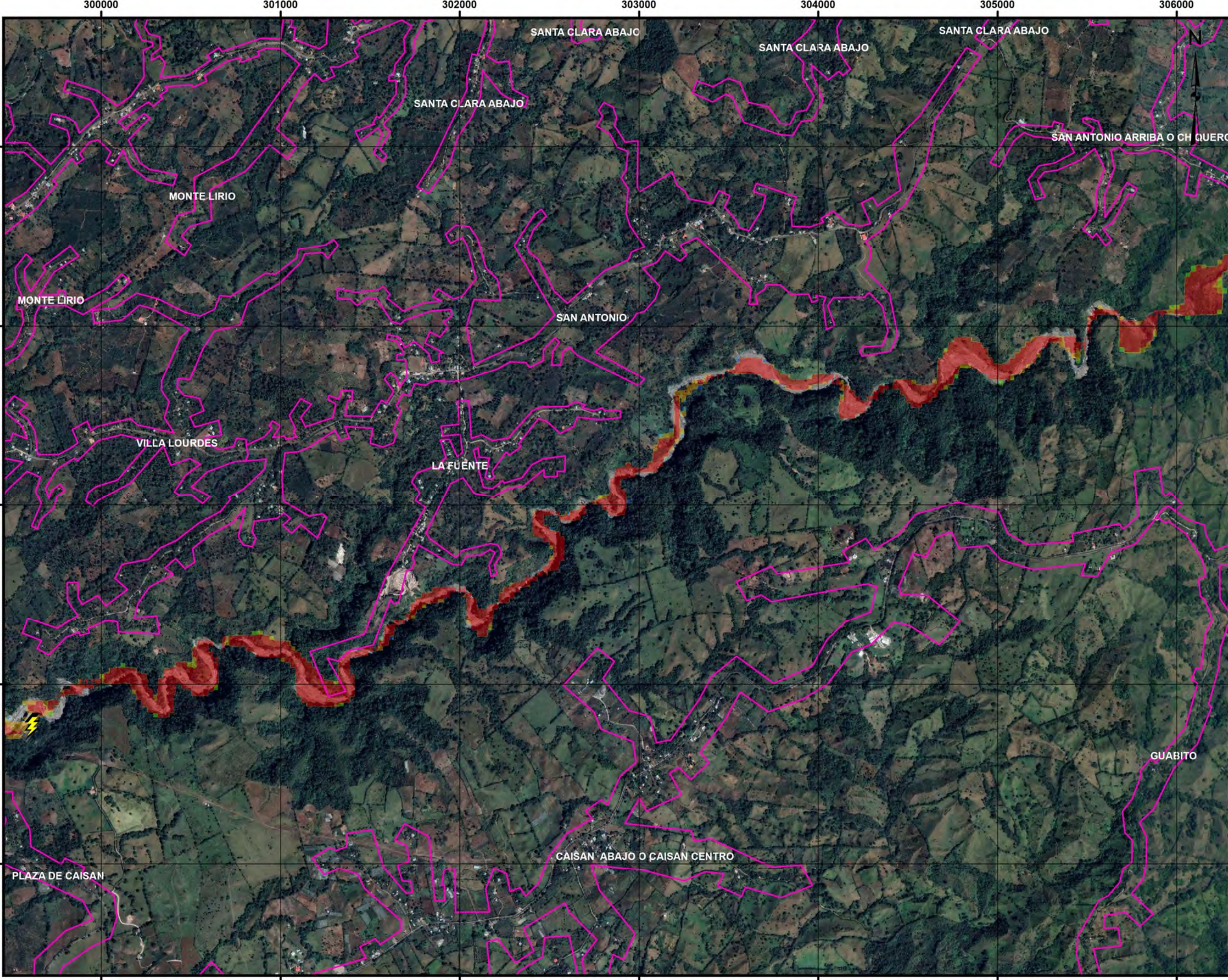
 **CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de: **C. H. MONTE LIRIO**

**ROTURA DURANTE OPERACIÓN NORMAL**





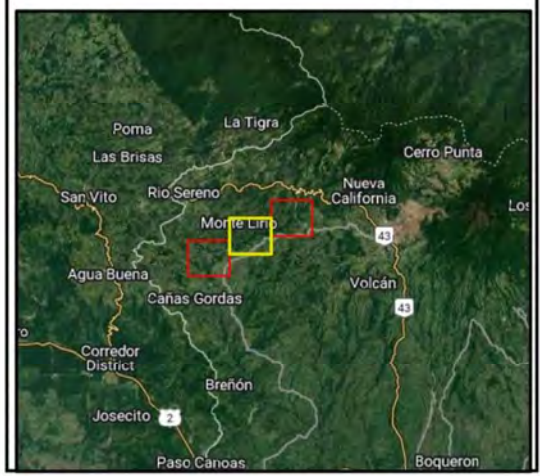
**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.

Mapa de Localización



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de la Presa: **C. H. MONTE LIRIO**

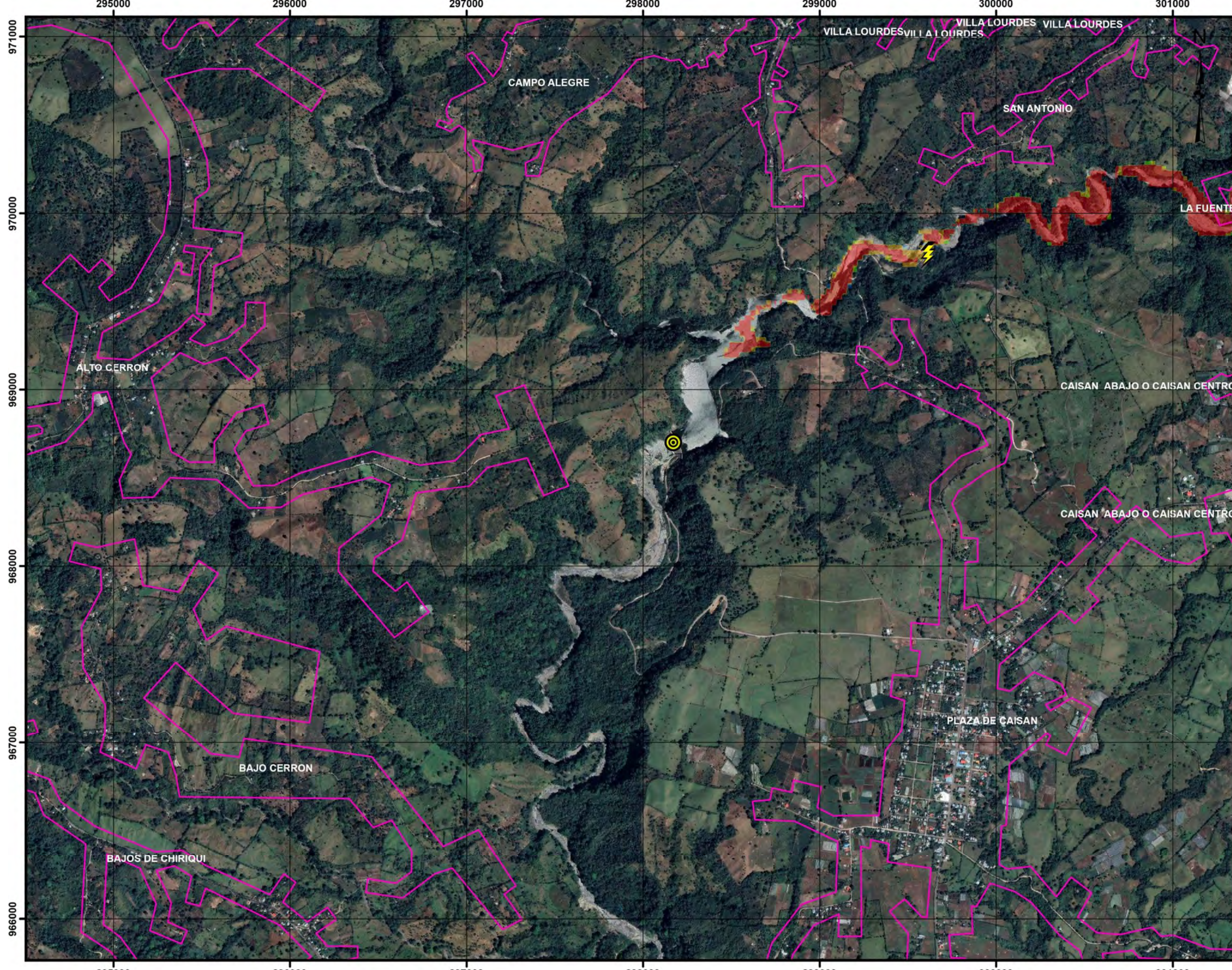
Título de Mapa: **ROTURA DURANTE OPERACIÓN NORMAL**

Fecha: **Junio 2022** | Mapa | **B** | Letra | **B** | Mosaico | **2 / 3**





Escala: 0 0.5 1 Km  
 Escala: Km

Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**  
 Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**











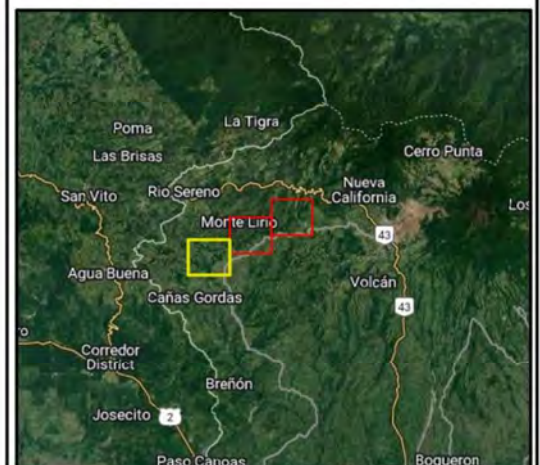
**LEYENDA**

-  PRESA MONTE LIRIO
-  CASA DE MÁQUINAS ML
-  PRESA EL ALTO
-  Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
 H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
 H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
 H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
 H 4	Inseguro para vehículos y personas
 H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
 H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.

Mapa de Localización



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

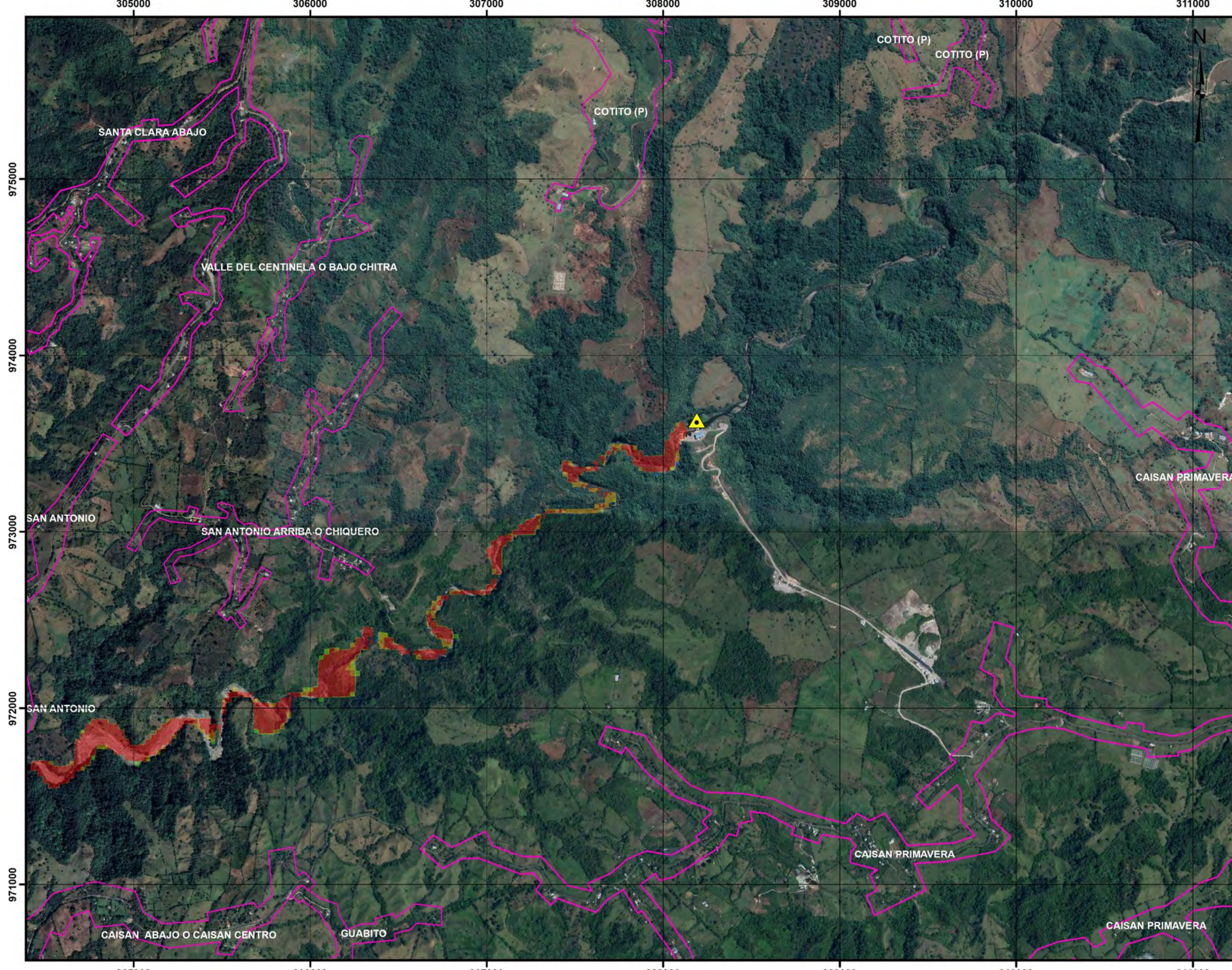
Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de: **C. H. MONTE LIRIO**  
**ROTURA DURANTE OPERACIÓN NORMAL**



*ANEXO K - TRANSITO DE CRECIDA DE 2.33 AÑOS*





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

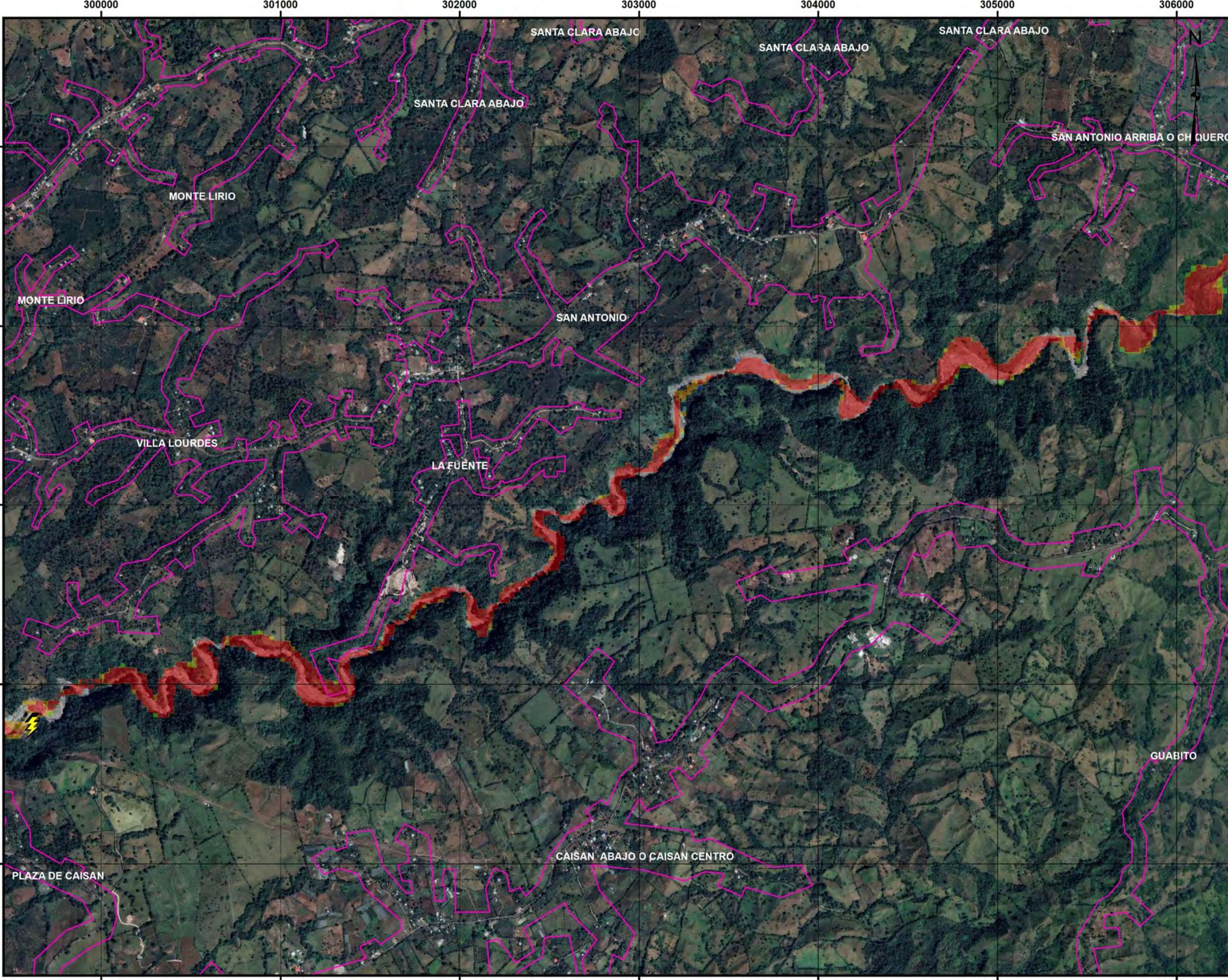
**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**





Nombre de: **C. H. MONTE LIRIO**

**TRÁNSITO DE CRECIDA 2.33 AÑOS**











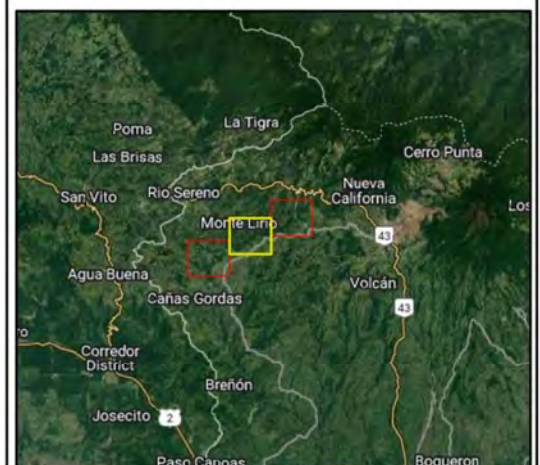
**LEYENDA**

-  PRESA MONTE LIRIO
-  CASA DE MÁQUINAS ML
-  PRESA EL ALTO
-  Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
 H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
 H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
 H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
 H 4	Inseguro para vehículos y personas
 H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
 H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.

Mapa de Localización



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**



**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**




Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de la Presa: **C. H. MONTE LIRIO**

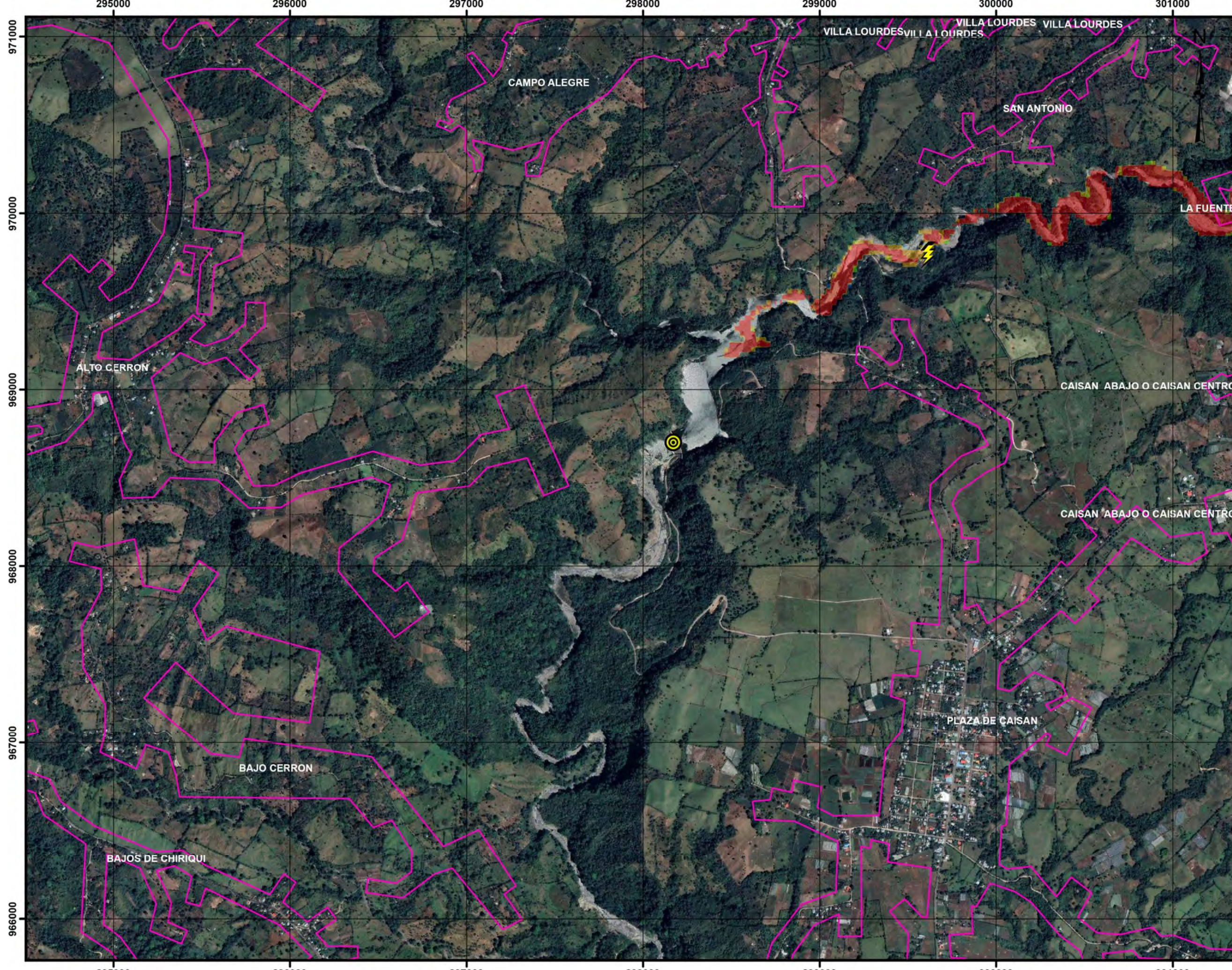
Título de Mapa: **TRÁNSITO DE CRECIDA 2.33 AÑOS**

Fecha: **Junio 2022** | Mapa | Letra | Mosaico  
 1B | E | 2 / 3

Escala: 0 0.5 1 Km  
 Escala: 

Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**  
 Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
	H 1 Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
	H 2 Inseguro para vehículos pequeños.
	H 3 Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
	H 4 Inseguro para vehículos y personas
	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
	H 6 Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

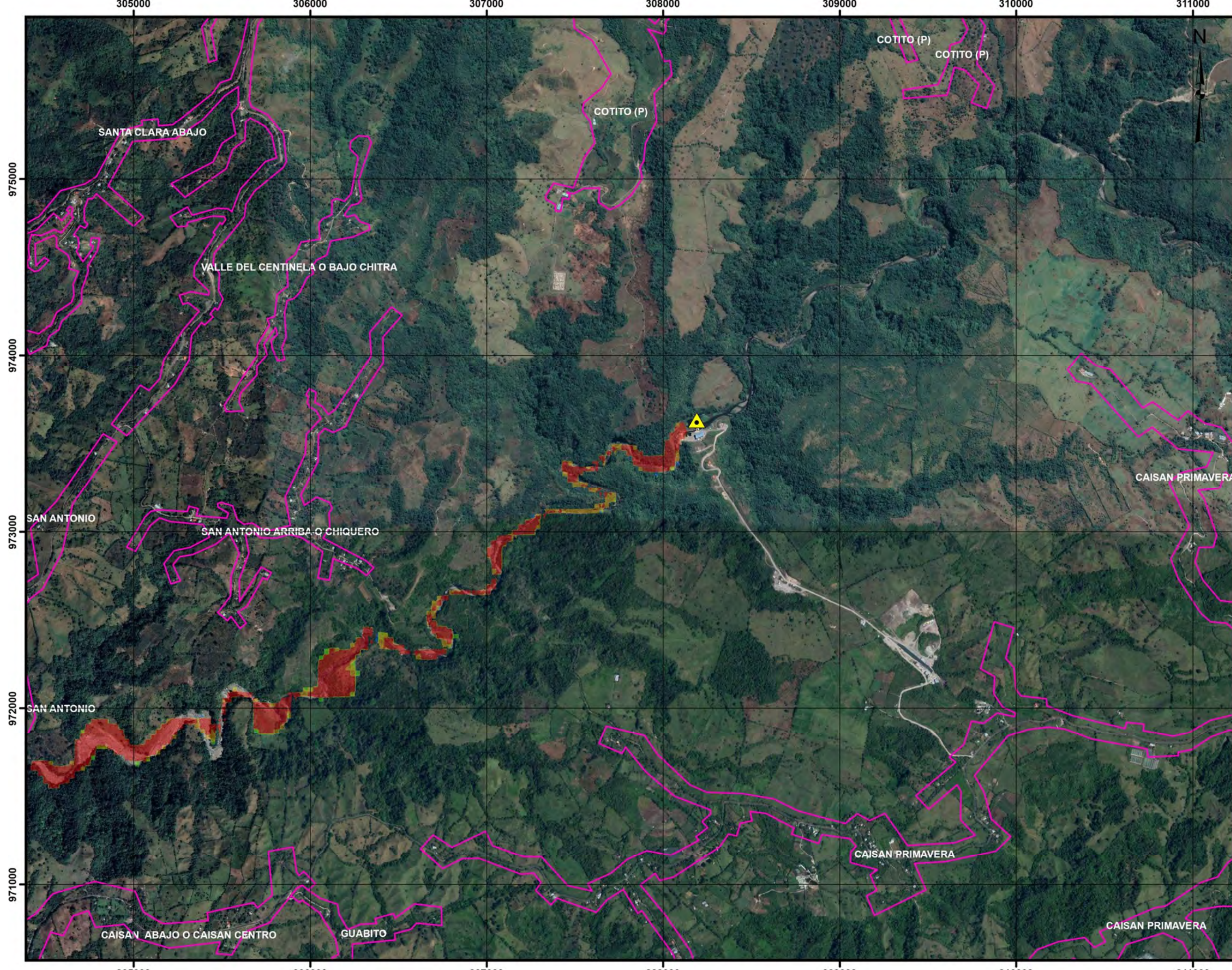
Nombre de: **C. H. MONTE LIRIO**

**TRÁNSITO DE CRECIDA 2.33 AÑOS**



*ANEXO L - TRANSITO DE CRECIDA EN 100 AÑOS*





### LEYENDA

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

### SEVERIDAD DE LA INUNDACION

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

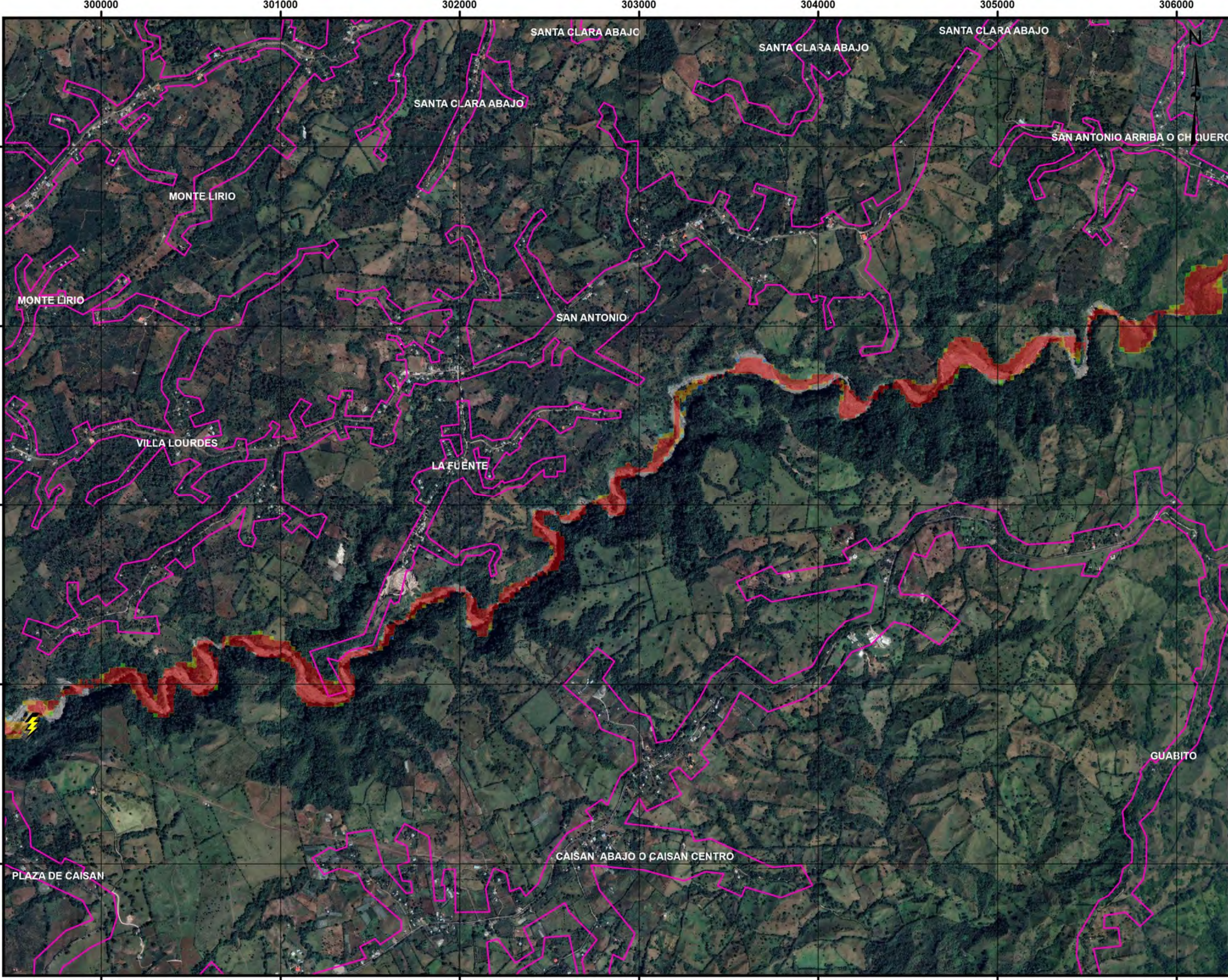
**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**





Nombre de: **C. H. MONTE LIRIO**

**TRÁNSITO DE CRECIDA 100 AÑOS**











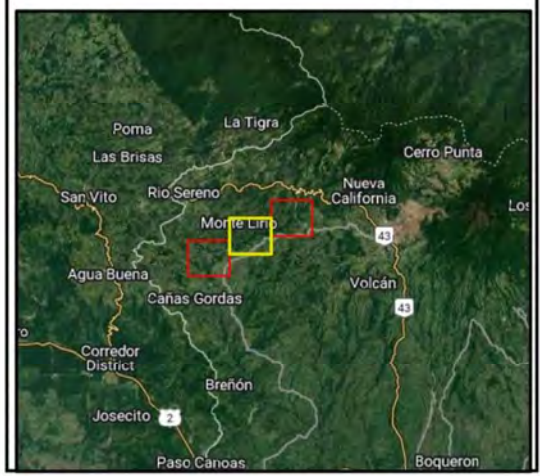
**LEYENDA**

-  PRESA MONTE LIRIO
-  CASA DE MÁQUINAS ML
-  PRESA EL ALTO
-  Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
 H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
 H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
 H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
 H 4	Inseguro para vehículos y personas
 H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
 H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.

Mapa de Localización



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

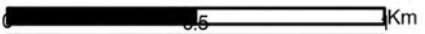
**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de la Presa: **C. H. MONTE LIRIO**

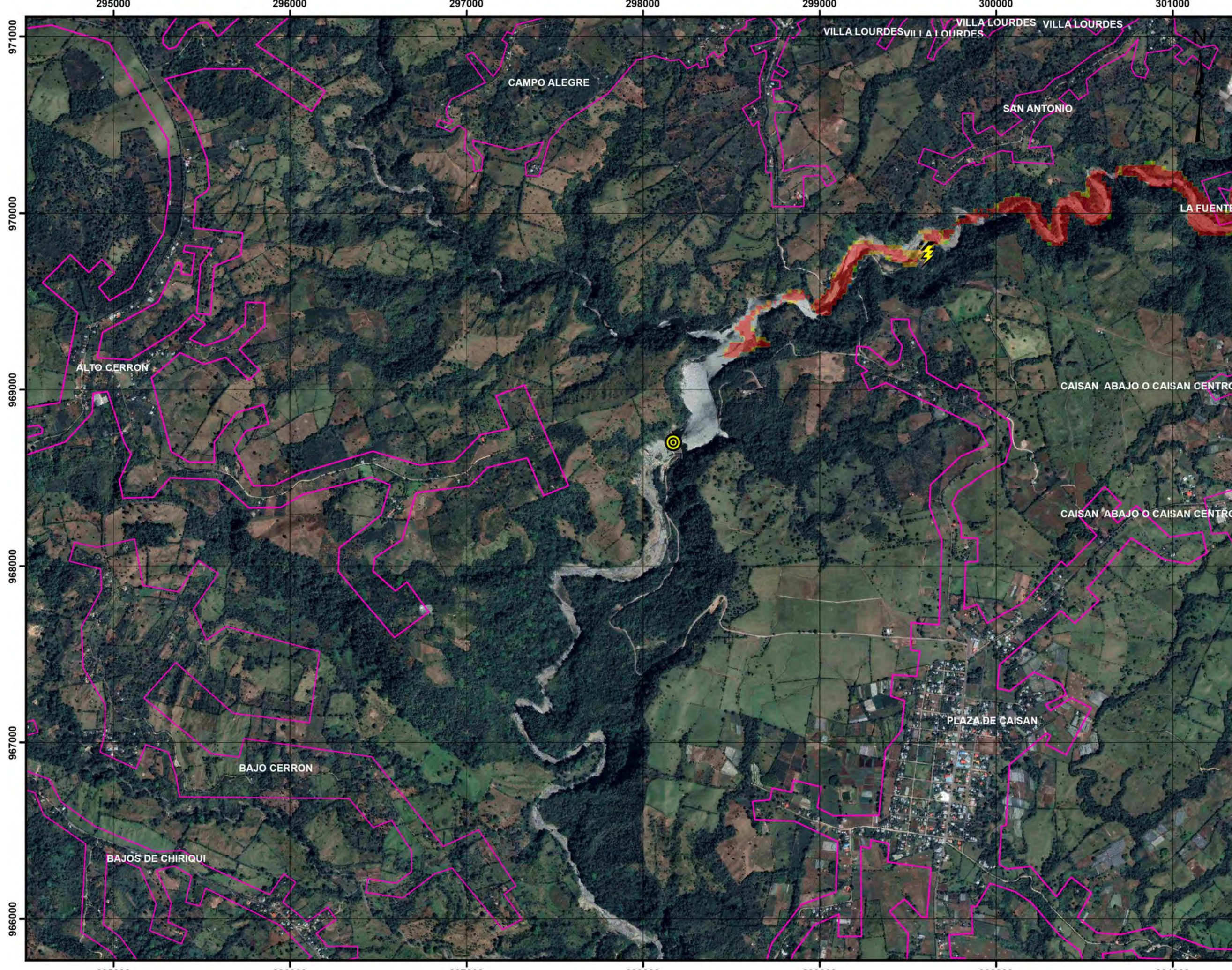
Título de Mapa: **TRÁNSITO DE CRECIDA 100 AÑOS**

Fecha: **Junio 2022** | Mapa | Letra | Mosaico  
 1B | D | 2 / 3

Escala: 0 0.5 1 Km  
 Escala: 

Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**  
 Proyección: **WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N**





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
	H 1 Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
	H 2 Inseguro para vehículos pequeños.
	H 3 Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
	H 4 Inseguro para vehículos y personas
	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

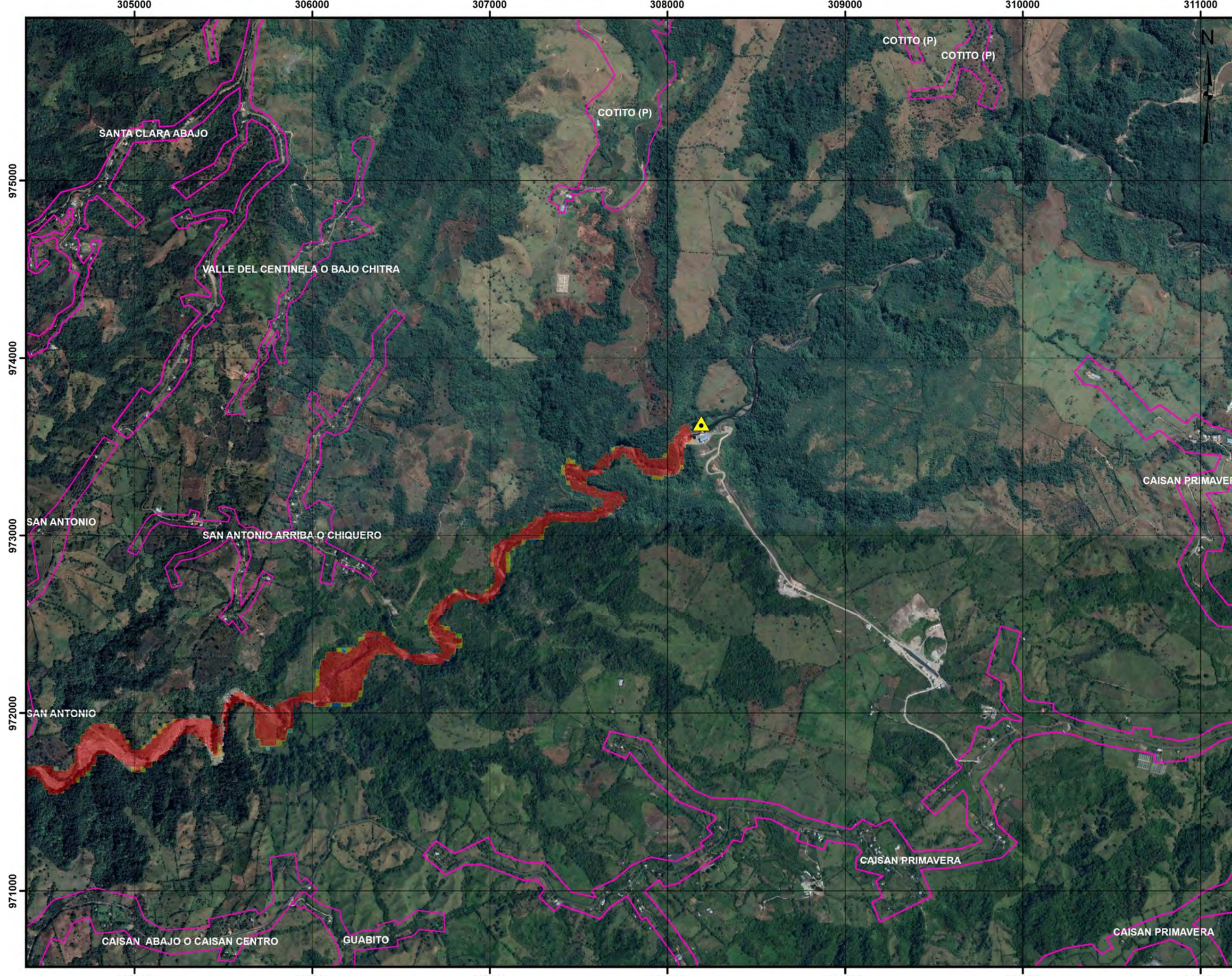
Nombre de **C. H. MONTE LIRIO**

**TRÁNSITO DE CRECIDA 100 AÑOS**



*ANEXO M - TRANSITO DE CRECIDA EN 10,000 AÑOS*





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

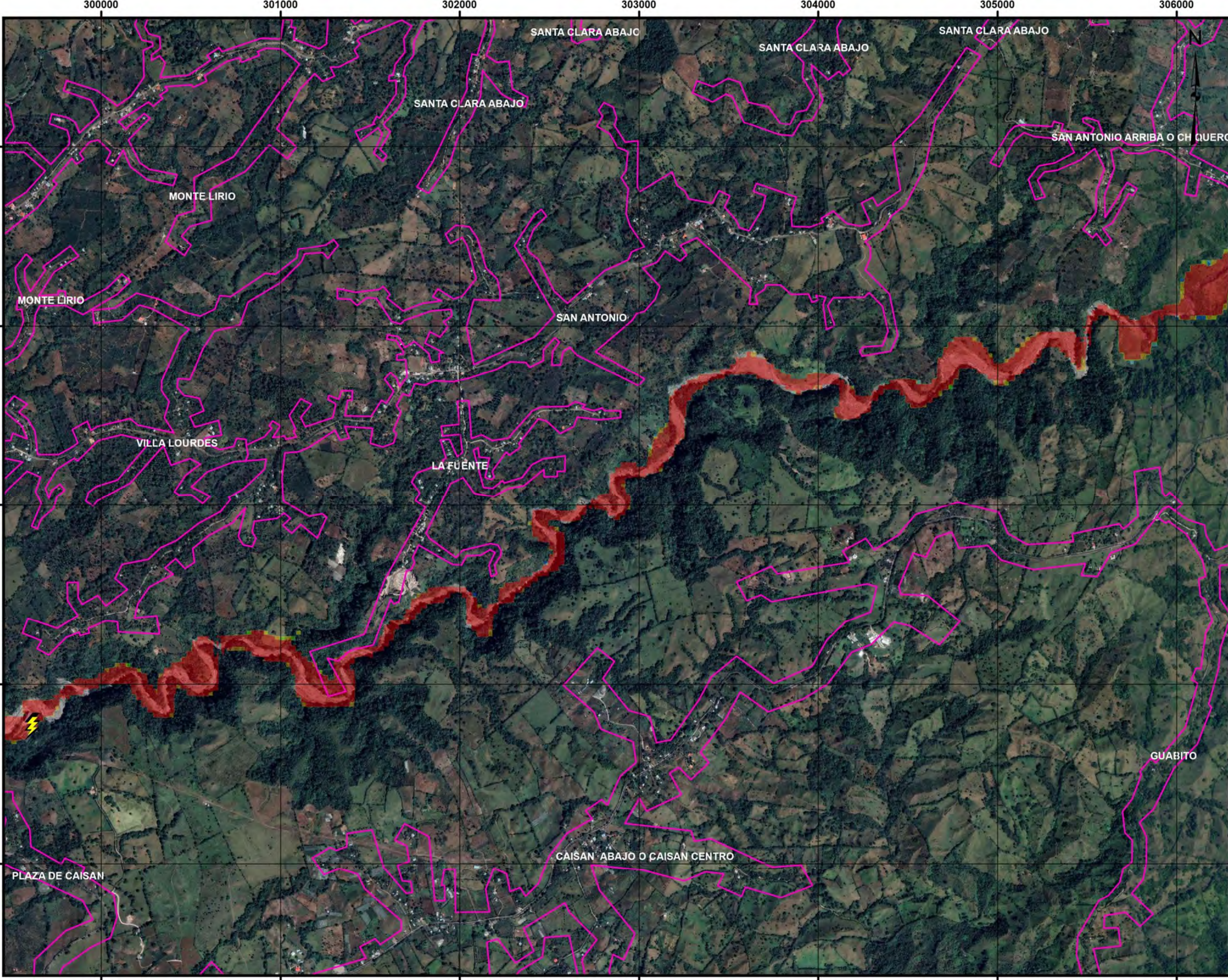
Nombre de la Presa: **C. H. MONTE LIRIO**

Título de Mapa: **TRÁNSITO DE CRECIDA 10,000 AÑ OS**

Fecha: Junio 2022 | Mapa ID: | Letra: C | Mosaico: 1/3  
 Escala: 0 0.5 1 Km

Proyección: WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N





**LEYENDA**

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

**SEVERIDAD DE LA INUNDACION**

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
H 1	Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
H 2	Inseguro para vehículos pequeños.
H 3	Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
H 4	Inseguro para vehículos y personas
H 5	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
H 6	Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



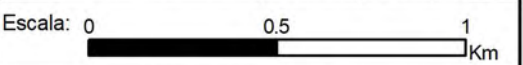
**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

la Presa: **REVISION PADE CENTRAL**  
 Proyecto: **HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**  
 Título de Mapa: **TRANSITO**

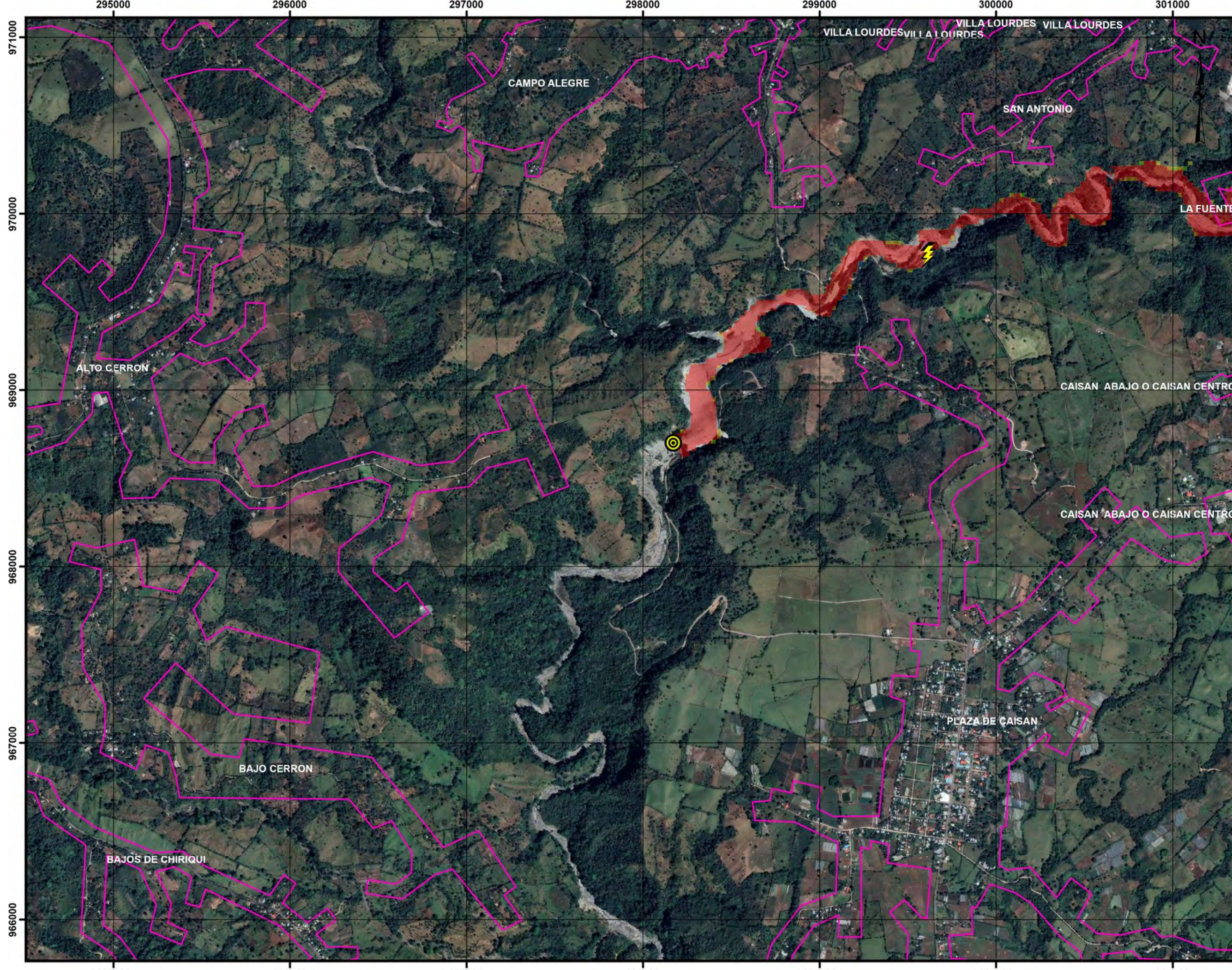
Nombre de **DECRCMONTELIRIO OS**

Fecha: Junio 2022    Mapa ID    Letra C    Mosaico 2 / 3



Proyección: WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N





### LEYENDA

- PRESA MONTE LIRIO
- CASA DE MÁQUINAS ML
- PRESA EL ALTO
- Lugares Poblados

### SEVERIDAD DE LA INUNDACION

UMBRALES DE VULNERABILIDAD/SEVERIDAD	
Clasificación de Amenaza por Vulnerabilidad	Descripción
	H 1 Generalmente seguro para vehículos, personas y edificaciones.
	H 2 Inseguro para vehículos pequeños.
	H 3 Inseguro para vehículos, niños y tercera edad.
	H 4 Inseguro para vehículos y personas
	Inseguro para vehículos y personas. Toda edificación vulnerable a algún daño estructural. Solo algunas edificaciones menos robustas sujetas al fallo
	H 6 Inseguro para vehículos y personas. Todo tipo de edificación se considera vulnerable al fallo.



**ELECTRON INVESTMENTS S.A (EISA)**

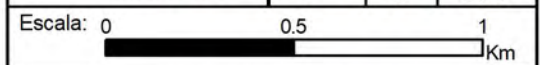
**CASTILLO CONSULTORES Y ASOCIADOS, S.A**

Proyecto: **REVISION PADE CENTRAL HIDROELECTRICA MONTE LIRIO**

Nombre de la Presa: **C. H. MONTE LIRIO**

Título de Mapa: **TRÁNSITO DE CRECIDA 10,000 AÑ OS**

Fecha: Junio 2022 | Mapa ID | Letra C | Mosaico 3 / 3



Proyección: WGS\_1984\_UTM\_Zona\_17N



Página dejada en blanco intencionalmente