



PROYECTOS DE LAS PRESAS DE SANTA MARÍA Y PURGATORIO (MÉXICO)

José Ramón Delgado
AYESA

IV JORNADA ANUAL DE SPANCOLD
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL EN PRESAS Y BALSAS

12 de febrero de 2014

PRESAS DE AYESA EN EL EXTRANJERO PERIODO 2009-2014:

PRESA	PAÍS	FUNCIÓN	PROMOTOR	CONSTRUCTOR	TIPOLOGÍA	ALTURA MÁXIMA
Zapotillo	México	Abastecimiento	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	FCC CONSTRUCCIÓN-LA PENINSULAR	Gravedad HCR/CCR	132 m
Purgatorio	México	Abastecimiento	Comisión Estatal del Agua de Jalisco	ISOLUX CORSÁN-AYESA	Gravedad HCR/CCR	38 m
Santa María	México	R/A/H	CONAGUA	-	ECC/CFRD	152 m
Río Verde	Ecuador	R/A/H	INP	-	Tierras	-
Chillón	Perú	Abastecimiento	Proinversión	-	ECC/CFRD	-
Piura	Perú	Riego	Proyecto Especial de Irrigación e Hidroenergético Alto Piura (PEIHAP)	CAMARGO CORRÊA	Concreto convencional	17 m



PRESAS DE ZAPOTILLO Y PURGATORIO

(ESTADO DE JALISCO, MÉXICO)

FUENTES DE ABASTO DEL SIAPA PARA LA ZMG

Suministro actual:

Acueducto Chapala-Gdl	5.5 m³/s
Sistema de pozos	3.0 m³/s
Presa Elías Glez. Chávez	0.5 m³/s
TOTAL:	9.0 m³/s

EL SUMINISTRO ACTUAL DE $9 \text{ m}^3/\text{s}$ PROVIENE DE

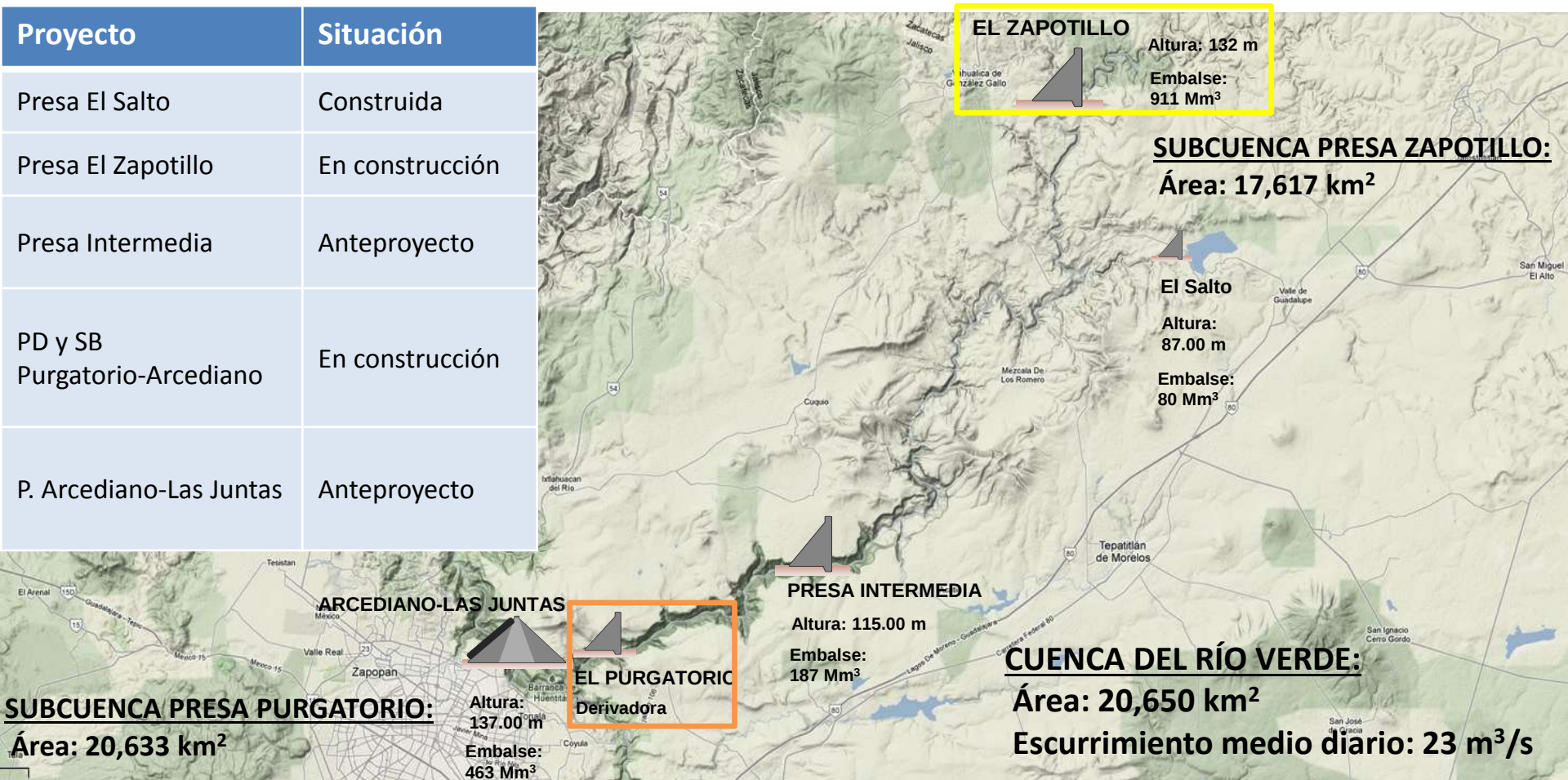
SISTEMA DE POZOS
 $\Phi = 3.0 \text{ m}^3/\text{s}$
(ACUÍFEROS ATEMAJAC
Y TOLUQUILLA)



Actualmente la ZMG requiere un abastecimiento de 12.84 m³/s, por lo que **existe un déficit de 3.84 m³/s**, a lo que se debe de sumar el abatimiento de los acuíferos subterráneos, la calidad de agua de los mismos y la sustentabilidad del lago de Chapala.

ESQUEMA INTEGRAL DE PRESAS EN EL RÍO VERDE

Proyecto	Situación
Presa El Salto	Construida
Presa El Zapotillo	En construcción
Presa Intermedia	Anteproyecto
PD y SB Purgatorio-Arcediano	En construcción
P. Arcediano-Las Juntas	Anteproyecto



PRESA DE ZAPOTILLO:

Tipología	Gravedad HCR de planta circular
Promotor de la obra	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
Contratista	Consorcio FCC CONSTRUCCIÓN – LA PENINSULAR
Inicio de las obras	Octubre 2009
Final previsto de las obras	Abril-Mayo 2015
Capacidad del embalse	911 hm ³
Altura máxima de la cortina	132 m
Gasto de diseño para el desvío del río	1,050 m ³ /s (Tr=10 años)
Gasto de diseño para el vertedor	5,050 m ³ /s (Tr=10,000 años)

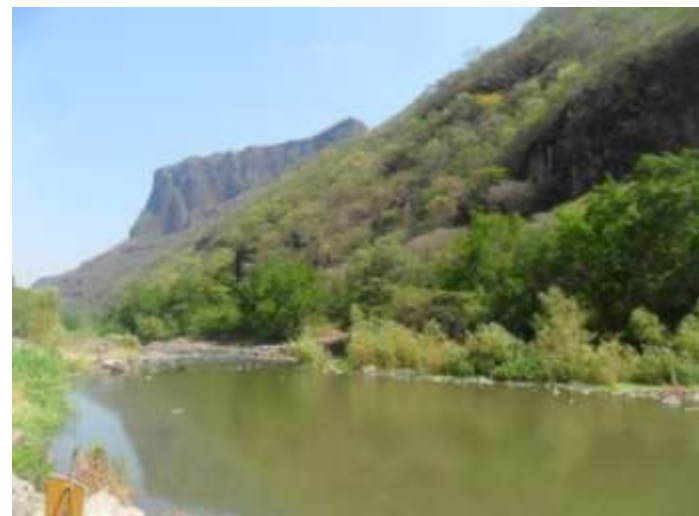


PRESA DE ZAPOTILLO:



PRESA DE PURGATORIO:

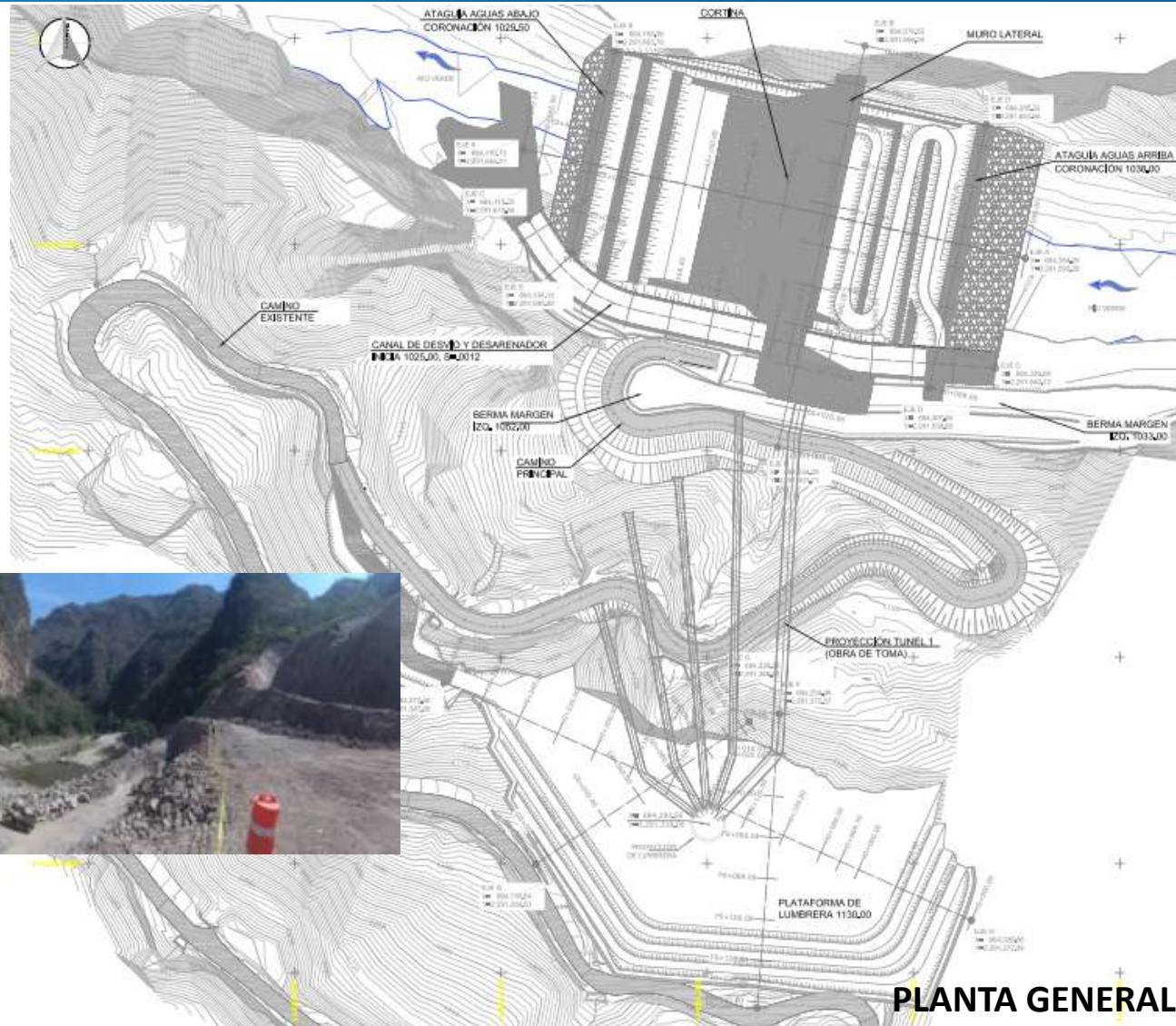
Tipología	HCR Planta recta
Promotor de la obra	Comisión Estatal de Aguas de Jalisco
Contratista	Consorcio ISOLUX CORSÁN – AYESA
Inicio / fin de las obras	Mayo 2013- Octubre 2015
Gasto de diseño para el desvío del río	700 m ³ /s
Gasto unitario y total de diseño para el vertedor escalonado	58 m ³ /s/m (5,564 m ³ /s)
Vida útil de la obra (azolves)	10 años
Gasto diseño derivación	6.72 m ³ /s (ficticio continuo 5.6 m ³ /s)
Sección túnel alimentación	Herradura (21 m ²)
Altura máxima de la cortina	38 m



PRESA DE PURGATORIO:

Avances en ingeniería:

- Ingeniería básica.
- Caminos de acceso.
- Canal de desvío.
- Ataguías.
- Plataforma de bombeo.
- Canal desarenador.



PLANTA GENERAL



CORTE LONGITUDINAL E-E
EJE DE CORTINA



PRESA DE PURGATORIO:



Avances en obra:

- Caminos de acceso.
- Excavaciones en la margen izquierda en un 80%.
- Canal fusible en el cauce.
- Excavación de la ataguía aguas arriba se encuentra a un 20%.
- Inicio de las excavaciones en el eje del canal de desvío.
- Estudio de las mezclas del CCR.

PRESA DE SANTA MARÍA

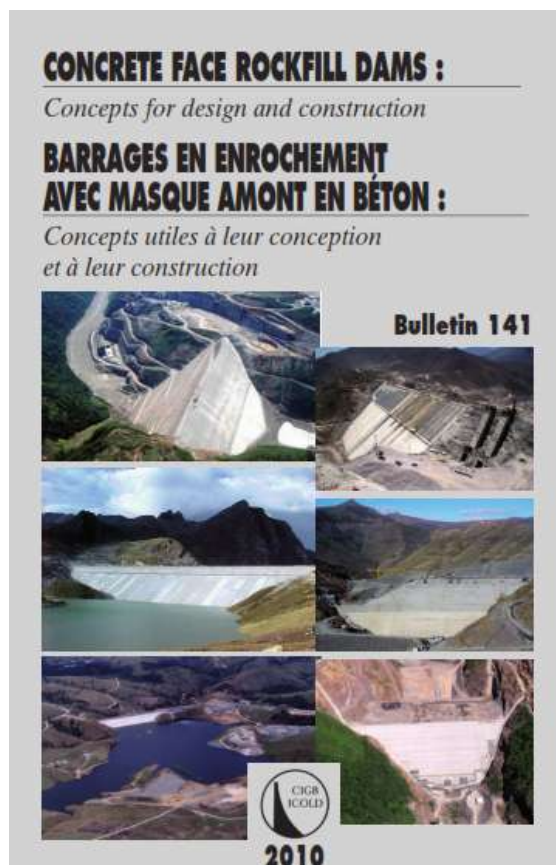
(ESTADO DE SINALOA, MÉXICO)



PROYECTO EJECUTIVO DE LA PRESA DE SANTA MARÍA: 25-07-2013 a 30-12-2013

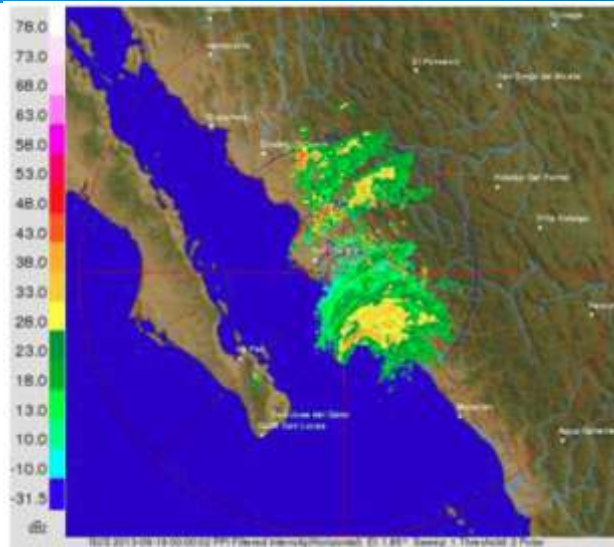
Compromiso presidencial, TDR, estudio de factibilidad 2008 y estudios geológicos previos CFE años 90

Antecedentes de presas ECC/CFRD:



PRESA	PAÍS	ALTURA (m)	AÑO
Varias	China	>233	Planeadas
Shuibuya	China	233	2009
Houziyan	China	223	En construcción
Jiangpinghe	China	219	En construcción
Munda	Pakistán	213	En construcción
La Yesca	México	207	2012
Bakun	Malaysia	205	2010
Campos Novos	Brasil	200	2006
Karahnjukar	Islandia	190	2007
Sogamoso	Colombia	190	En construcción (2014)
El Cajón	México	189	2006
Aguamilpa	México	187	1993
Barra Grande	Brasil	185	2005
...			
Mohale	Lesotho	145	2000
...			
Xingó	Brasil	140	1994
...			
Adolfo López Mateos	México	106	1964

Imagen obtenida del boletín meteorológico, situación del fenómeno "Manuel".



Paso vehicular en arroyo por camino de terracería a 8 km de Santa María.



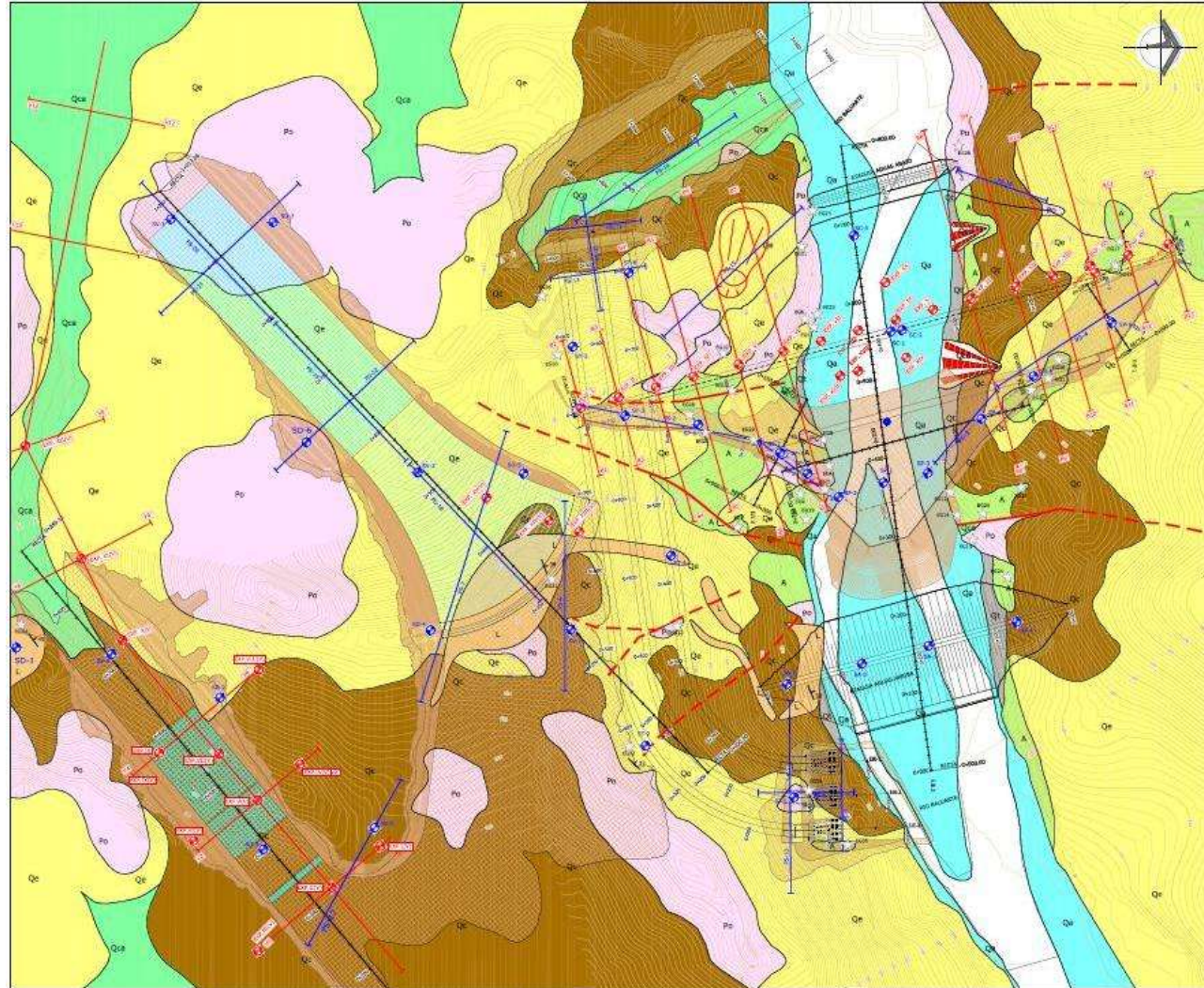
Huracán Manuel. Crecida del río Baluarte (agosto de 2013)



Geología - Geotecnia

Trabajos realizados:

- **Cartografía geológica** de la boquilla y obra de excedencias (roca intrusiva pórfidos dioríticos).
- **Levantamiento geológico del vaso del embalse.**
- Estudio de 3 zonas de **bancos de materiales**:
 1. **Arcillas** (núcleo de ataguía y contraataguía).
 2. **Grava-arena** (espaldón cortina aguas arriba para apoyo de la pantalla y agregados para concreto).
 3. **Roca** (resto cuerpo cortina).



Geología - Geotecnia

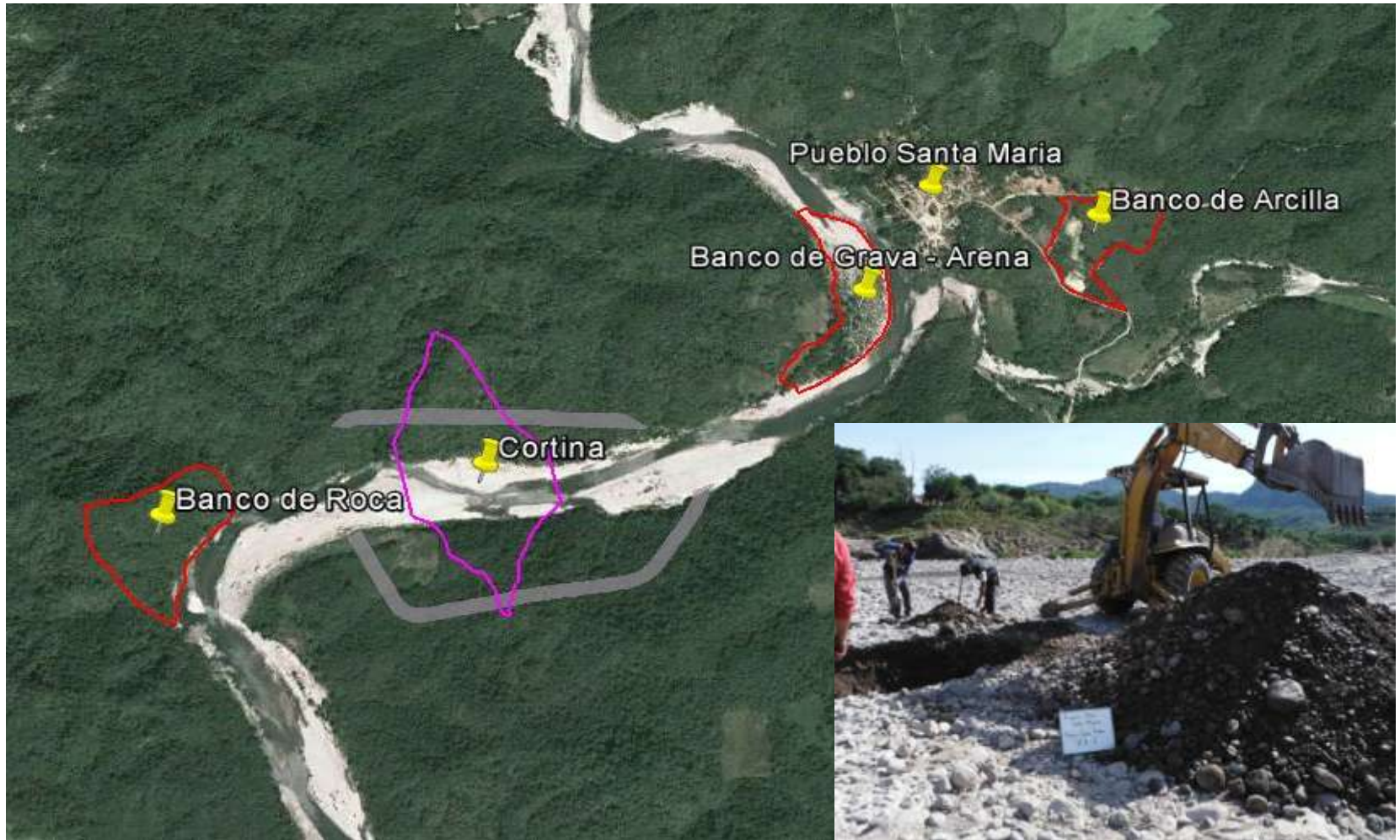
CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA EN BOQUILLA Y VERTEDORES					
UNIDADES	TIPO / ZONA	N°	TOTAL m REALIZADOS	DISTRIBUCIÓN	ESTUDIO
SONDEOS	MECÁNICOS (ROTACIÓN)	43	2280	10 (2 INCLINADOS)	PLINTO
				4	ATAGUÍAS
				3	APOYO CORTINA
				6	TÚNELES DE DESVÍO
				7	DESMONTES PRINCIPALES
				5	VERTEDORES
				8	BANCO DE ROCAS
POZOS DE OBSERVACIÓN		6	-	4	PLINTO
				2	VERTEDORES
ENSAYOS IN SITU RESISTENCIA	SPT	7	-	5	PLINTO
				2	ATAGUÍA AGUAS ARRIBA
ENSAYOS IN SITU PERMEABILIDAD	LEFRANC	14	-	8	PLINTO
				4	TÚNEL-PLINTO
				2	VERTEDORES
	LUGEON	147	-	95	PLINTO
				48	TÚNELES (TÚNEL-PLINTO)
				4	VERTEDORES
GEOFÍSICA	BOQUILLA	-	4680	5 P. S. (1200 m)	PLINTO Y APOYO CORTINA EN CAUCE
				7 P. S. (1080 m)	TÚNELES DE DESVÍO Y CANAL DE DESCARGA
				2 P. S. (360 m)	APOYO CORTINA AGUAS ABAJO DE LA CERRADA
				8 P. S. (2040 m)	VERTEDORES
	B. ROCAS	-	720	93 P. S. (720 m)	BANCO DE ROCAS

Ensayos laboratorio:

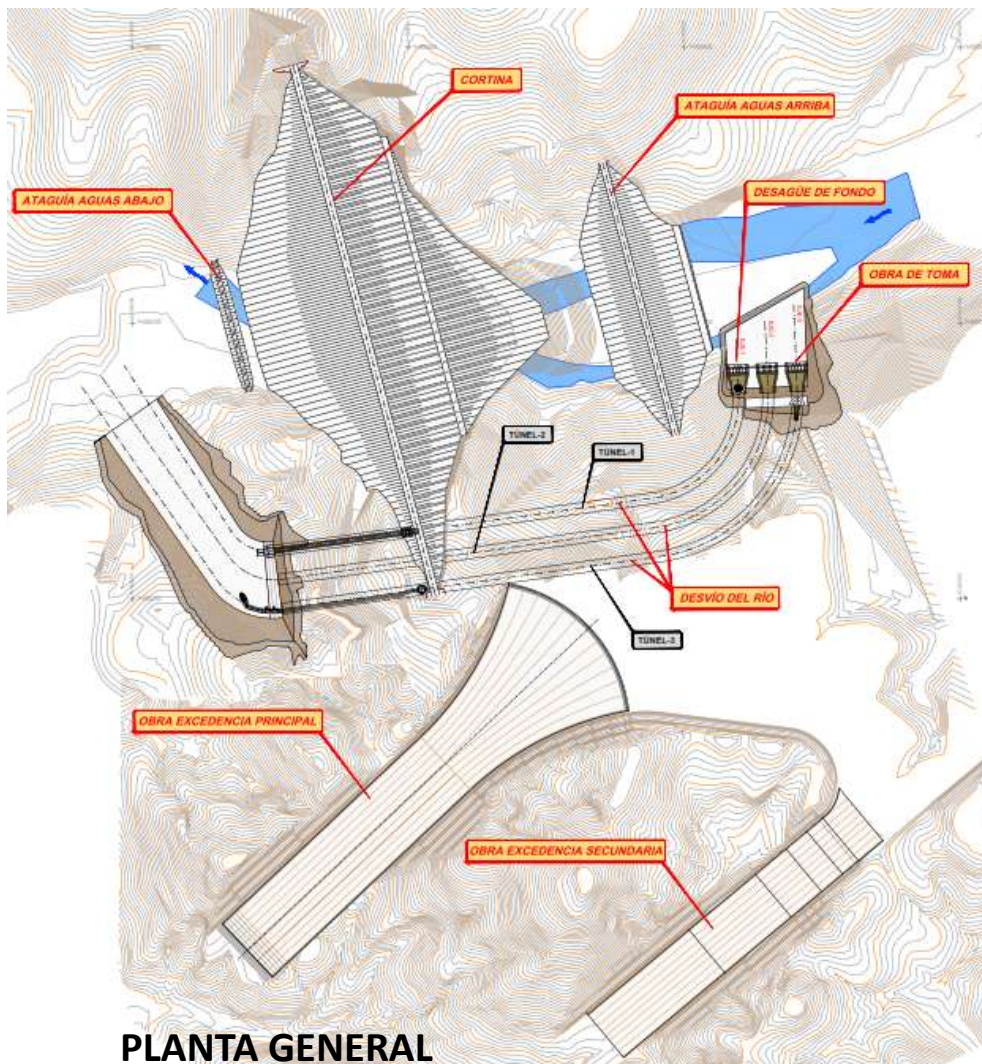
- Análisis petrográficos.
- Análisis granulométricos.
- Resistencia compresión simple y módulo deformación (roca).
- Ensayo tenso- compresión (brasileña).
- Intemperismo acelerado.
- Absorción.

Geología - Geotecnia

Trabajos realizados en bancos de materiales: ubicación



Características principales del proyecto:



PLANTA GENERAL

Cortina

Material: Enrocamiento con Cara de Concreto (ECC)

Altura máxima sobre cauce: 120 m

Altura máxima sobre desplante (roca): 152 m

Longitud de la cortina: 784 m

Capacidad total al NAME: 980 Mm³

Obra de desvío

Gasto _{diseño} = 8,825 m³/s (Tr= 50 años)

Conformada por tres túneles

Obra de toma

Elevación del umbral: 127 msnm

Gasto máximo de diseño: 24 m³/s uso consuntivo y 50 m³/s incluyendo generación eléctrica

Obra de excedencias (vertedores)

Vertedor principal: Tipo frontal
Vertedor secundario: Tipo frontal

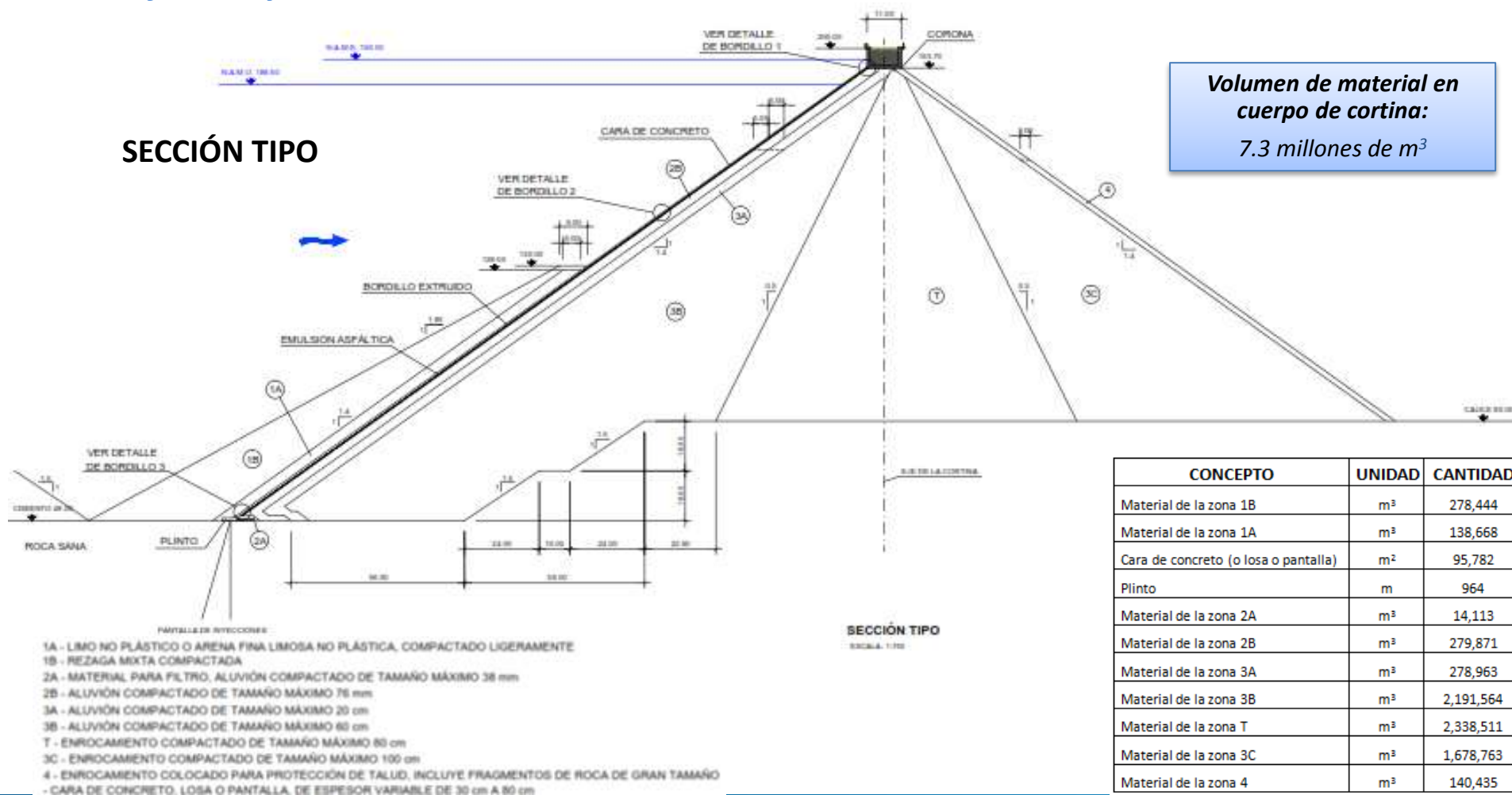
Gasto _{Ave. máx.} = 17,609 m³/s (Tr= 10,000 años)

Gasto _{diseño} = 16,795 m³/s (Tr= 10,000 años), 12,901 m³/s por el vertedor principal y 3,894 m³/s por el vertedor secundario

Proyecto de obra civil. Cortina

Zonificación y materiales:

SECCIÓN TIPO

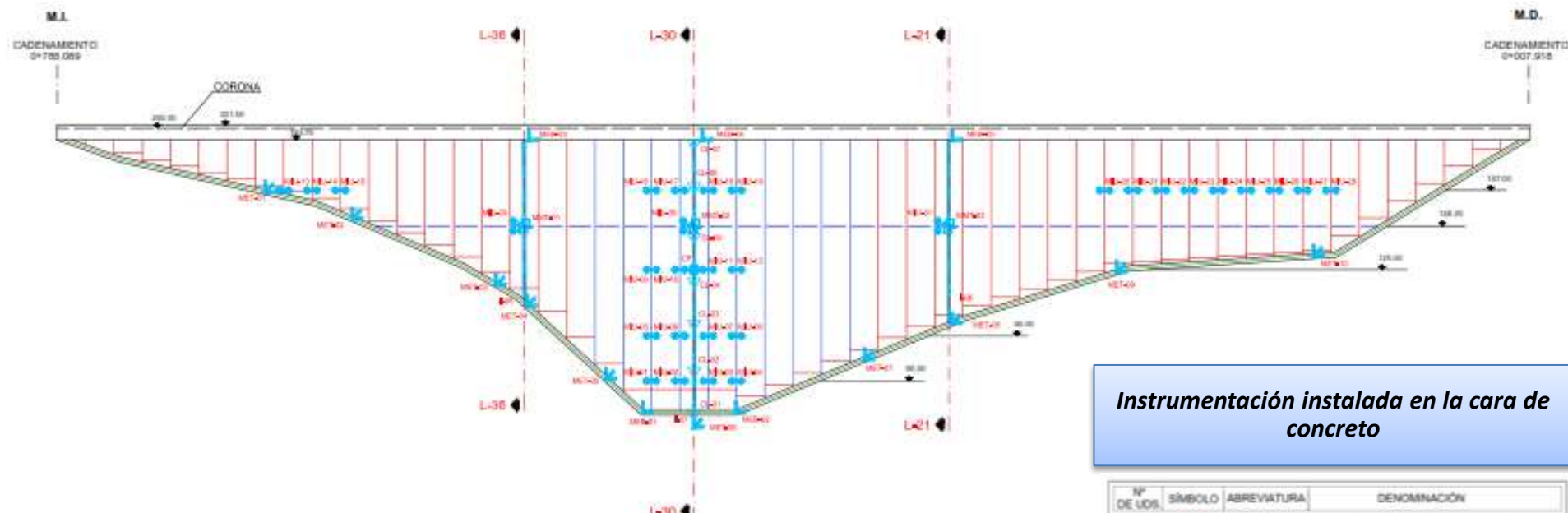


CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Material de la zona 1B	m ³	278,444
Material de la zona 1A	m ³	138,668
Cara de concreto (o losa o pantalla)	m ²	95,782
Plinto	m	964
Material de la zona 2A	m ³	14,113
Material de la zona 2B	m ³	279,871
Material de la zona 3A	m ³	278,963
Material de la zona 3B	m ³	2,191,564
Material de la zona T	m ³	2,338,511
Material de la zona 3C	m ³	1,678,763
Material de la zona 4	m ³	140,435

Proyecto de obra civil. Cortina

Auscultación:

ALZADO AGUAS ARRIBA



Instrumentación instalada en la cara de concreto

Nº DE UDS.	SÍMBOLO	ABREVIATURA	DENOMINACIÓN
3		MMT	MEDIDOR MECÁNICO DE JUNTAS TRIDIMENSIONAL
10		MET	MEDIDOR ELÉCTRICO DE JUNTAS TRIDIMENSIONAL
5		MEB	MEDIDOR ELÉCTRICO DE JUNTAS BIDIMENSIONAL
21		MIU	MEDIDOR INTERNO DE JUNTAS UNIDIMENSIONAL
3		I	INCLINÓMETRO
7		CL	CLINÓMETRO
1		L	LIBRIMETRO
6		CP	CÉLULA DE PRESIÓN

Instrumentación instalada en el pedraplén:

Distribuida en 3 secciones de control:

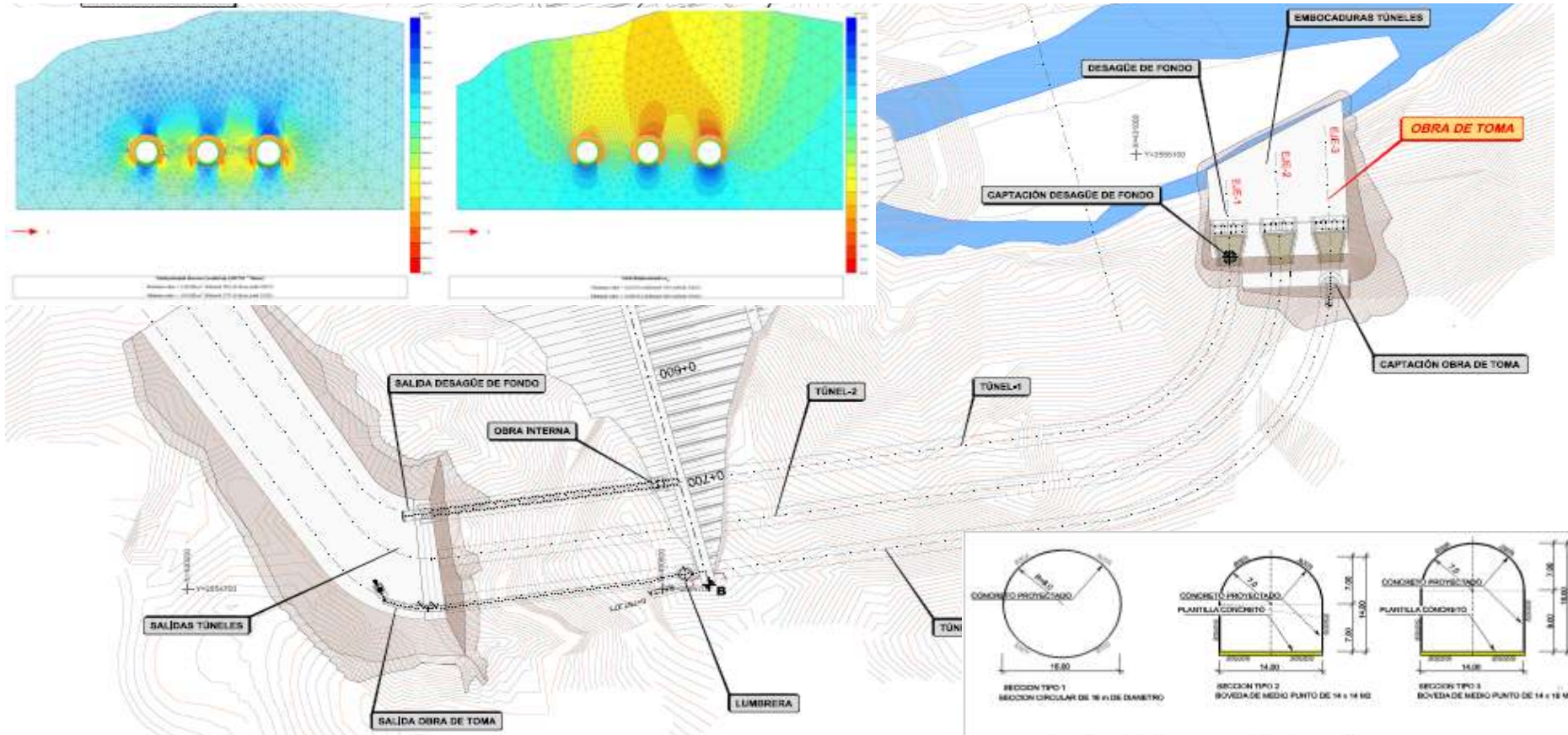
L-21 (pk 0+315.5)

L-30 (pk 0+450.5)

L-36 (pk 0+540.5)

Nº DE UDS.	SÍMBOLO	ABREVIATURA	DENOMINACIÓN
62		CHA	CÉLULA HIDRÁULICA DE ARRENTOS
6		GE	GRUPO DE 6 CÉLULAS DE PRESIÓN Y 6 EXTENSÓMETROS
3		I	INCLINÓMETRO
10		PCV	PIEZÓMETRO ELÉCTRICO DE CUERDA VIBRANTE
133		BTAC	BASE PARA NIVELACIÓN Y COLIMACIÓN
1		AP	AFORADOR
3		AC	ACELERÓMETRO

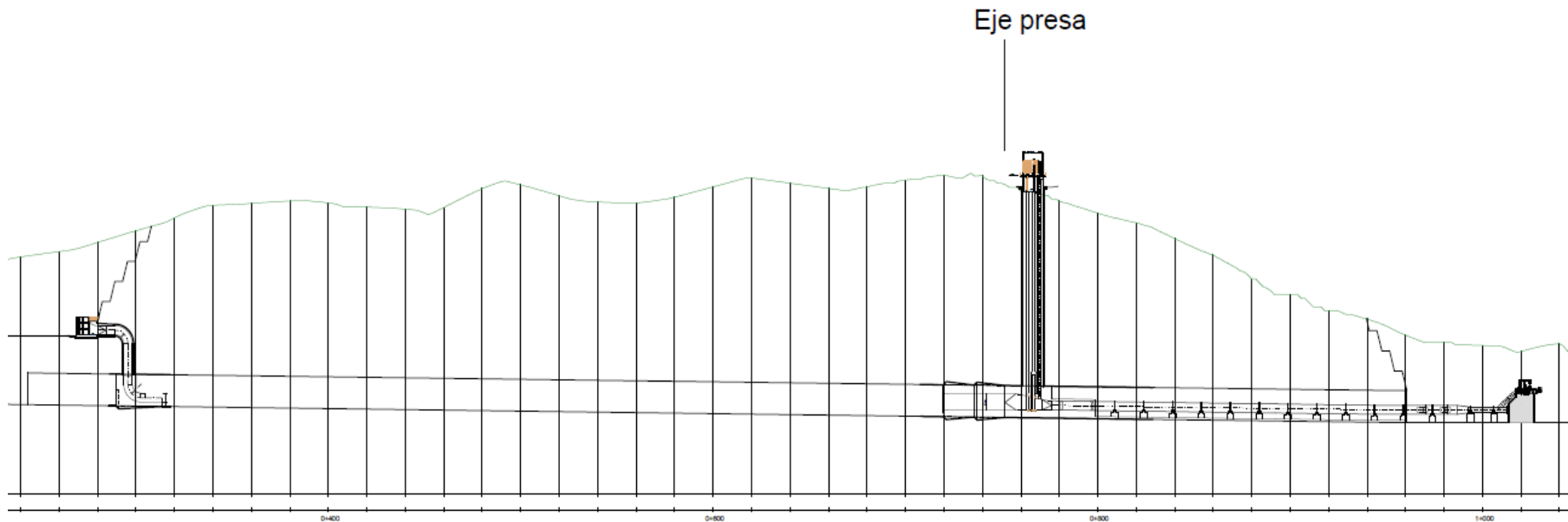
Proyecto de obra civil. Obra de desvío



3 Túneles:

- Túnel 1: longitud 811 m y pendiente 1.23%
- Túnel 2: longitud 873 m y pendiente 1.14%
- Túnel 3: longitud 936 m pendiente 1.06%

Proyecto de obra civil. Obra de toma

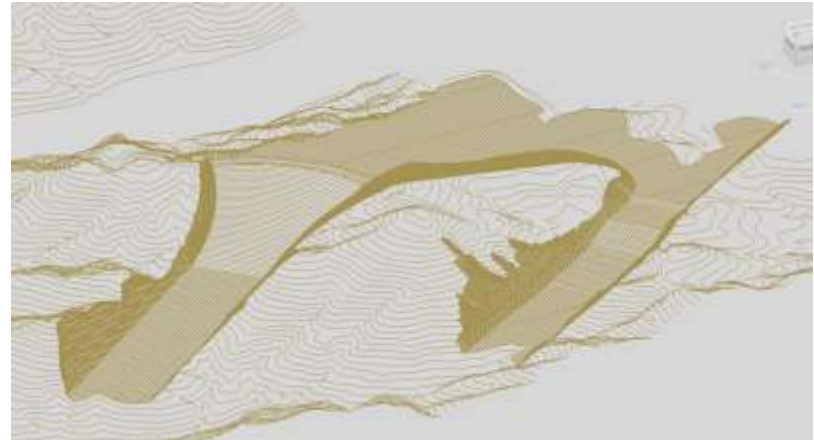
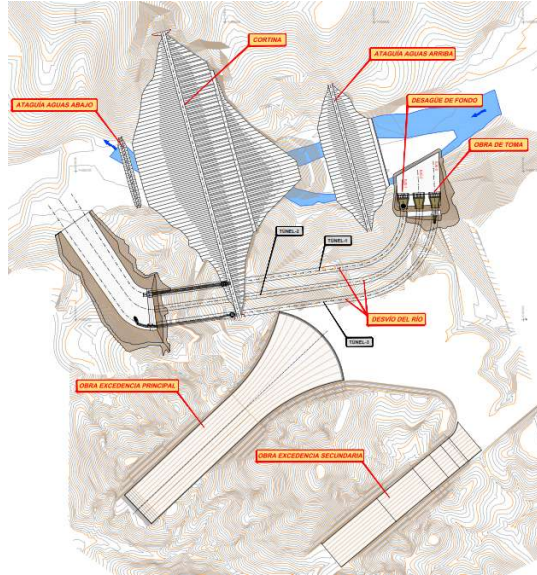


Datos generales:

- Cota entrada: 127 msnm
- Longitud túnel a sección llena 594 m
- Longitud tapón de desvío: 32 m
- Longitud conducto de 4.5 m de diámetro: 222 m
- Salida al cauce: válvula Ring-Follower de seguridad y Howell-Bunger de regulación con 1.5 m de diámetro

- Cota entrada: 129.48 msnm
- Longitud túnel a sección llena: 534 m
- Longitud tapón de desvío: 32 m
- Longitud conductos de 3.25 m de diámetro: 183 m
- Salida al cauce: compuerta Taintor de 3.25 x 2.75 m²

Proyecto de obra civil. Obras de excedencias



Alternativa seleccionada:

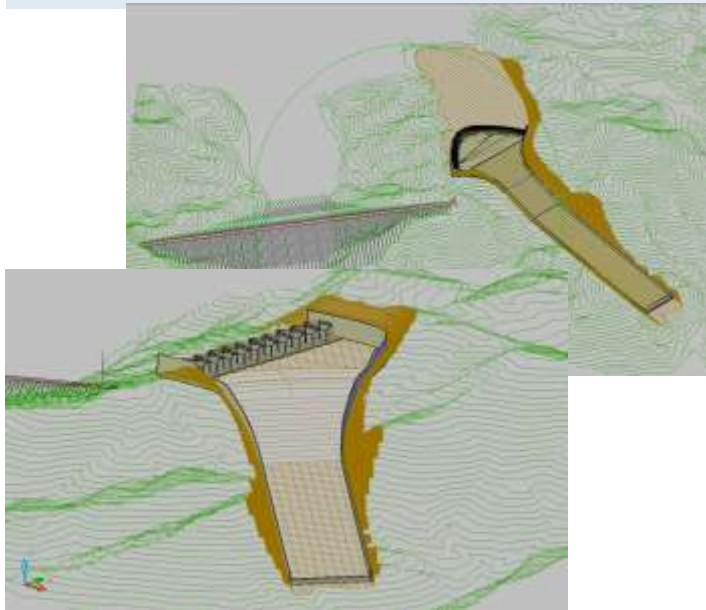
Tras **consenso con CONAGUA** se escoge por criterios de seguridad la solución de **doble obra de excedencia**:

Gasto de entrada de diseño 16,794 m³/s (correspondiente a la laminación de la avenida de 10,000 años de periodo de retorno):

- Obra de excedencia principal:
 - Gasto de diseño laminado: 12,900 m³/s.
 - Es capaz de evacuar por completo la avenida de diseño disminuyendo el bordo libre de 3.5 m a 2 m.
- Obra de excedencia secundaria:
 - Gasto de diseño laminado: 3,894 m³/s.

Situación actual del proyecto

- I. Inclusión en especificaciones técnicas de construcción: modelos físicos reducidos, pedraplén ensayo, triaxiales gigantes...
- II. Retroalimentación modelos de cálculo con datos campaña geotécnica y ensayos laboratorio.
- III. El **incremento del presupuesto con respecto a Factibilidad** obedece principalmente a las unidades de obra de *desvío del río y vertedor*, por **incremento de las cantidades de obra**, más que por precios unitarios.
- IV. Optimización trazado túneles de desvío.
- V. Cambio tipología vertedor: frontal a abanico o “tipo mexicano”.



Presa El Carrizo, Jalisco, 2008

¡MUCHAS GRACIAS!

jrdelgado@ayesa.com

ayesa 