

Metodología de Control en Gunitado

“Aprovechamientos Hidroeléctricos Caracoles – Punta Negra - Tambolar”



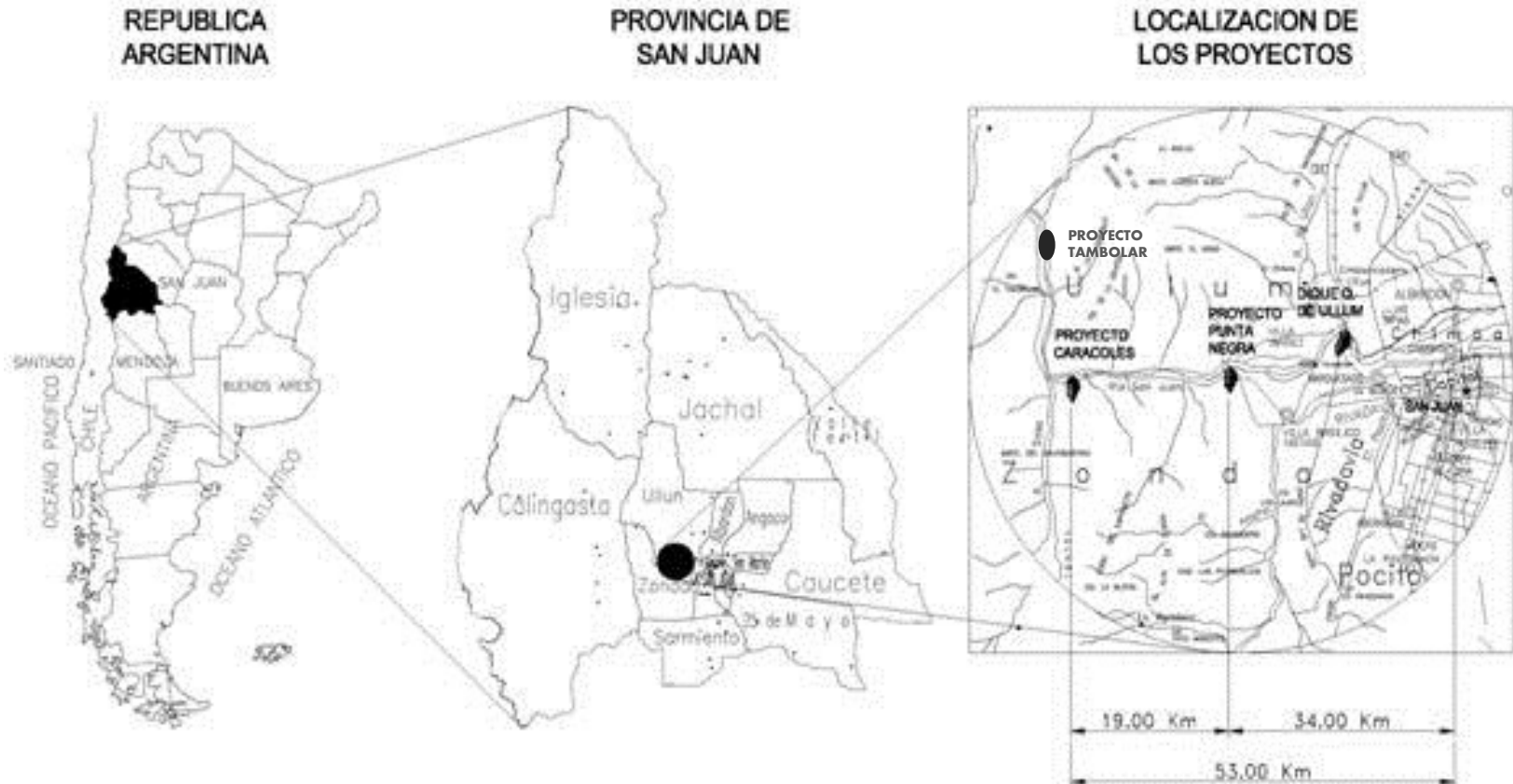
Arq. Melián Fernando

UTE Techint – Panedile

1- Ubicación Geográfica

Los Aprovechamientos Hidroeléctricos “Punta Negra, Los Caracoles y Tambolar” se ubican sobre el río San Juan, a 34 km, 53 km y 72 km respectivamente, al oeste de la ciudad de San Juan, en el Dptos. de Zonda y Ullum.

Su finalidad es la regulación del río para riego y la generación eléctrica.

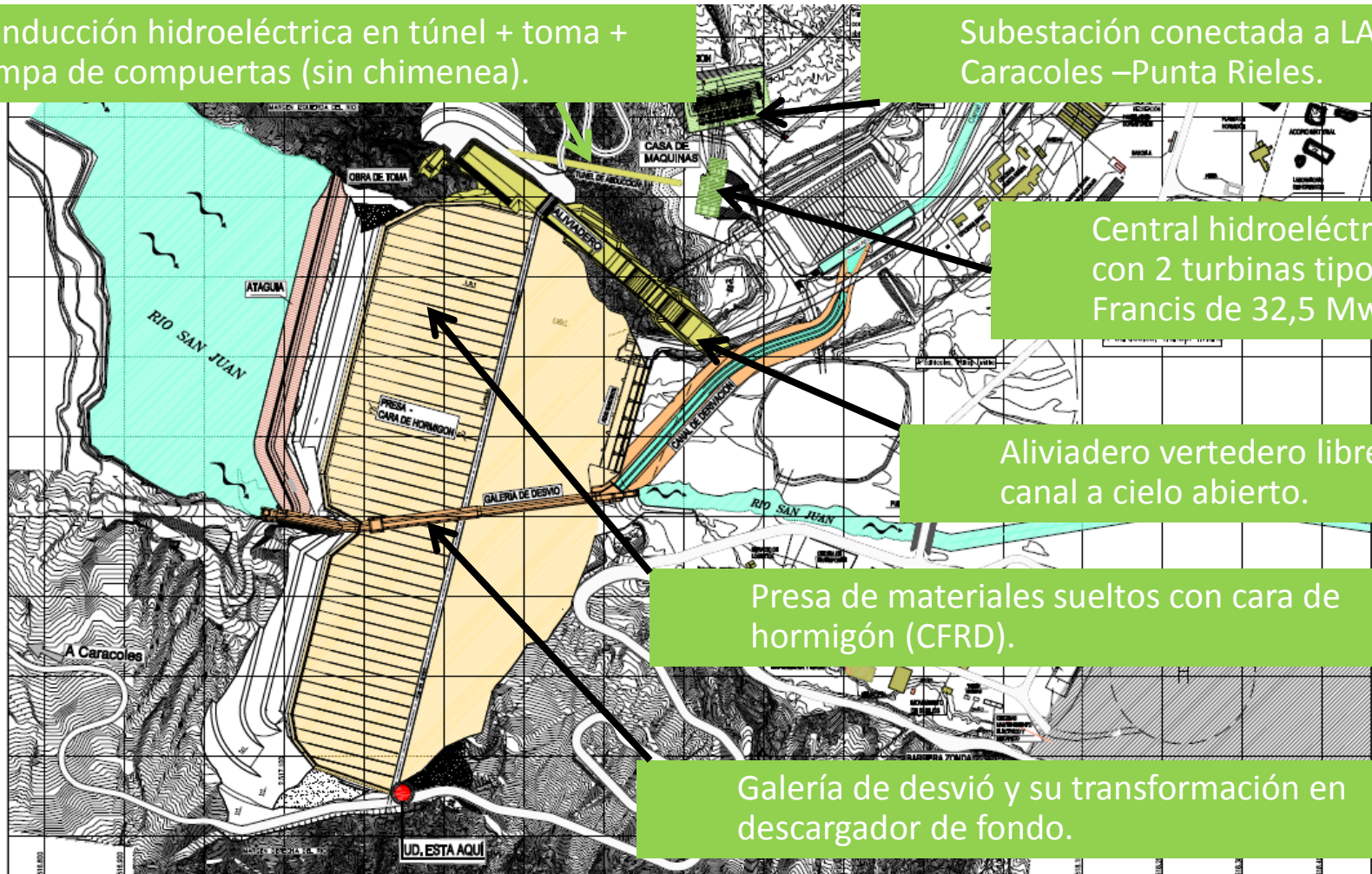


2.- Descripción del Proyectos

a.- "Punta Negra" – (En Etapa de Puesta en Marcha)

Conducción hidroeléctrica en túnel + toma + rampa de compuertas (sin chimenea).

Subestación conectada a LAT Caracoles –Punta Rieles.



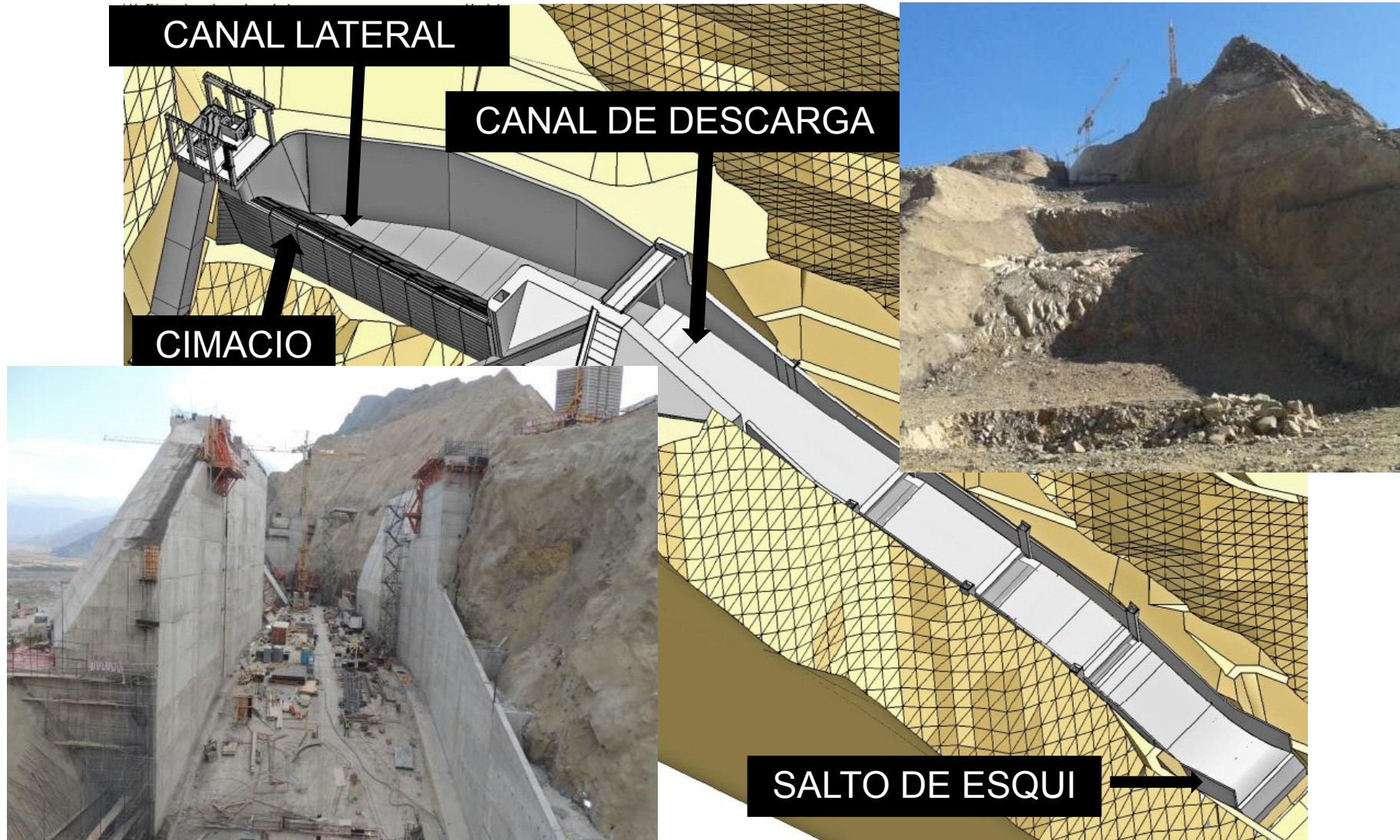
Central hidroeléctrica con 2 turbinas tipo Francis de 32,5 Mw

Aliviadero vertedero libre + canal a cielo abierto.

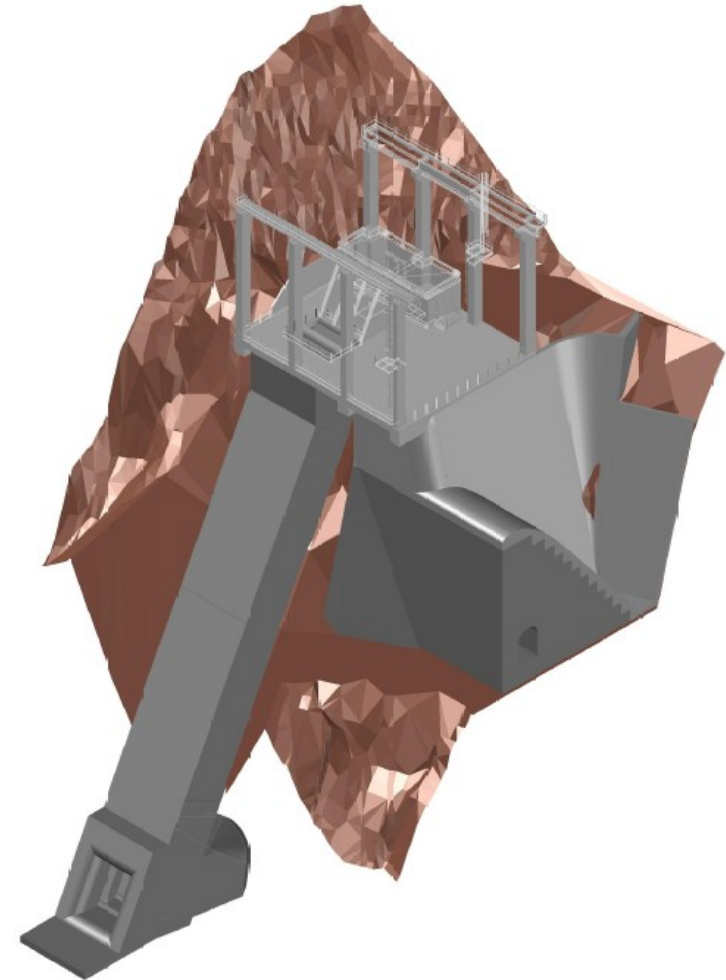
Presa de materiales sueltos con cara de hormigón (CFRD).

Galería de desvío y su transformación en descargador de fondo.

Excavación Aliviadero



Excavación Obra de Toma

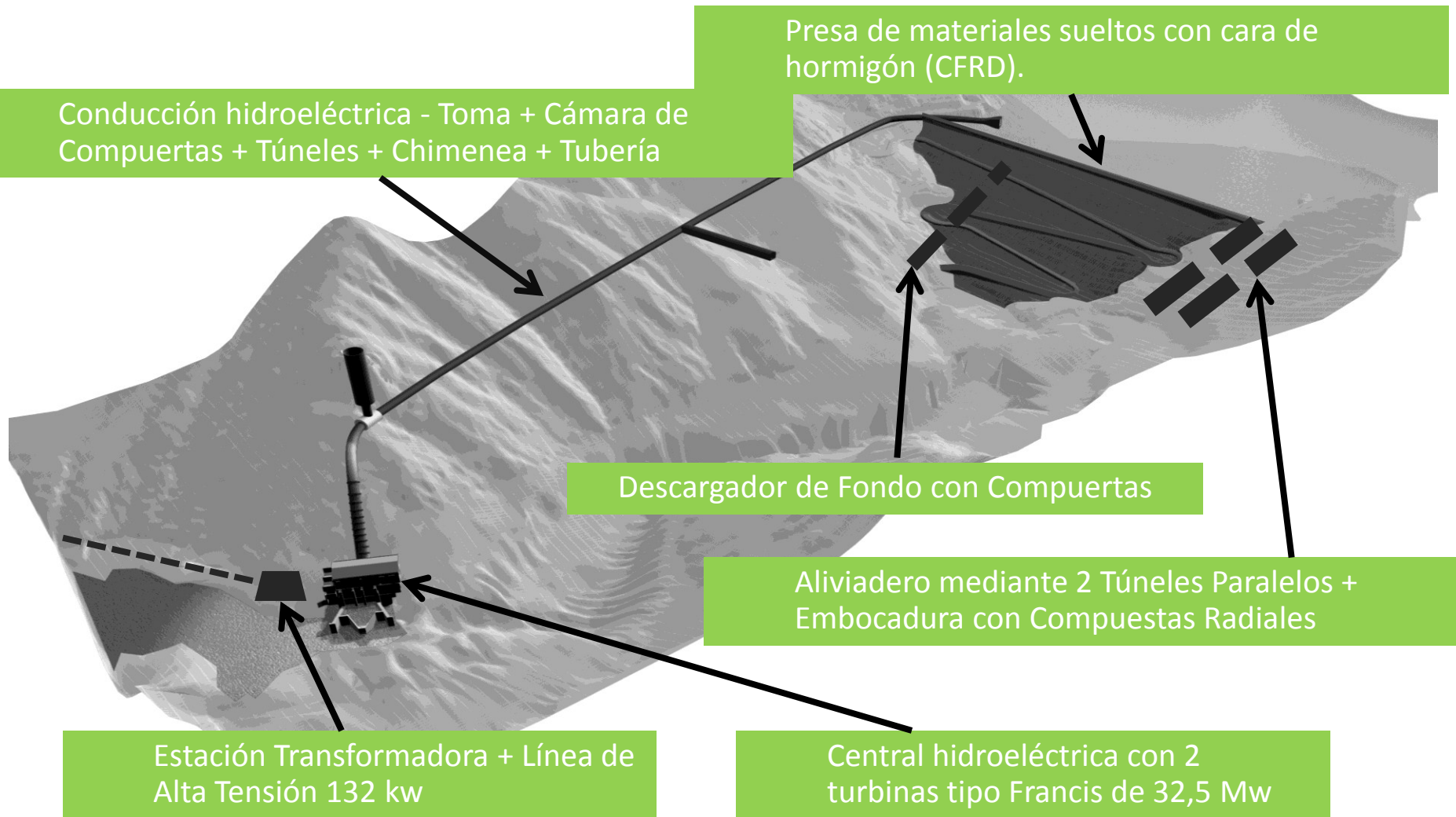


Excavación Túnel de Aducción



2.- Descripción del Proyectos

b.- "Los Caracoles" – (Obra Finalizada en 2009)

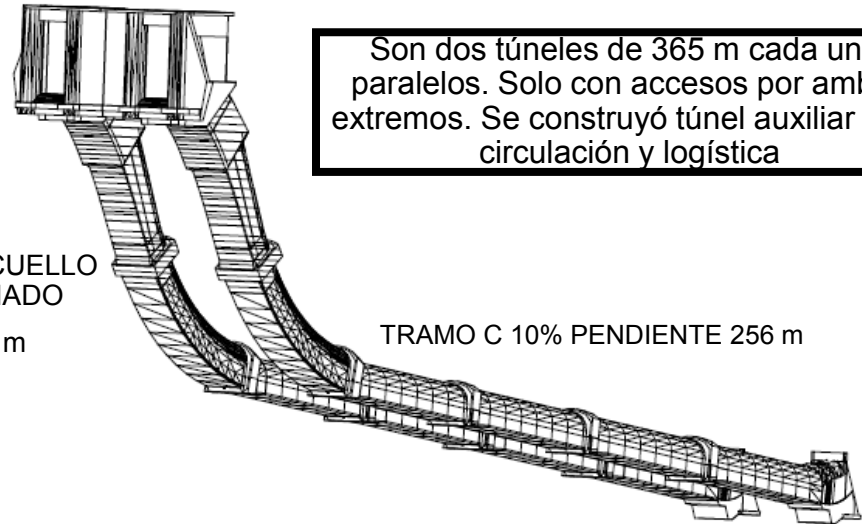


Excavación Aliviadero



TRAMO CUELLO
INCLINADO

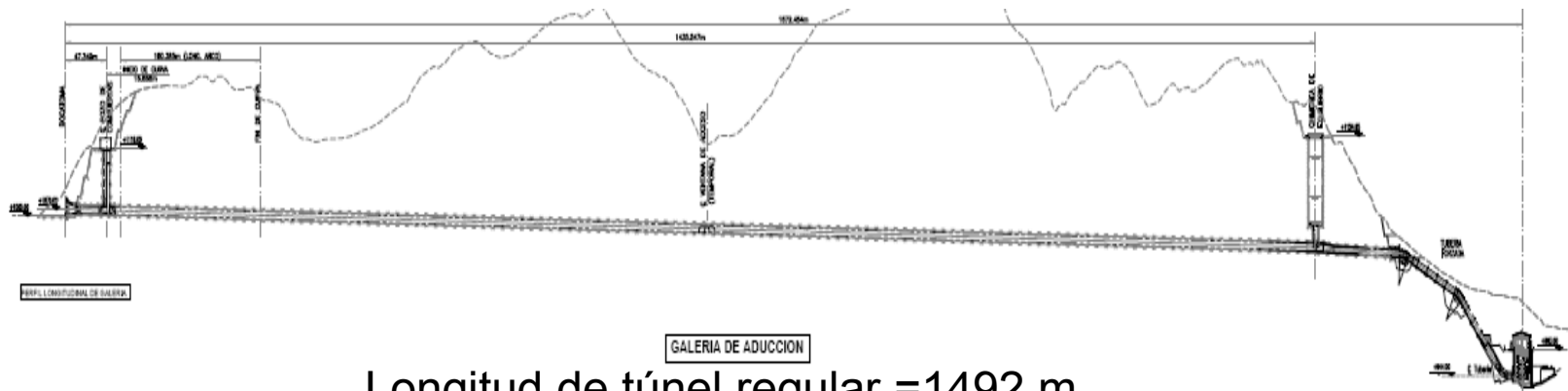
109 m



Son dos túneles de 365 m cada uno, paralelos. Solo con accesos por ambos extremos. Se construyó túnel auxiliar para circulación y logística

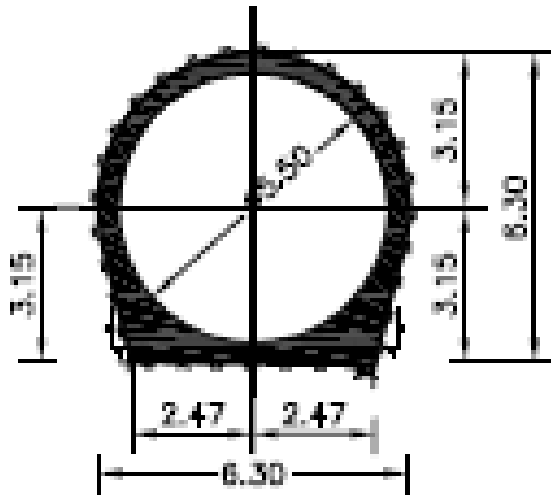


Excavación Túnel de Aducción



Longitud de túnel regular = 1492 m

Diámetro interior constante en todo el túnel = 5.5 m



Excavación Chimenea de Equilibrio



Diámetro interior
15,5 m y la altura
total es de 65
mts.



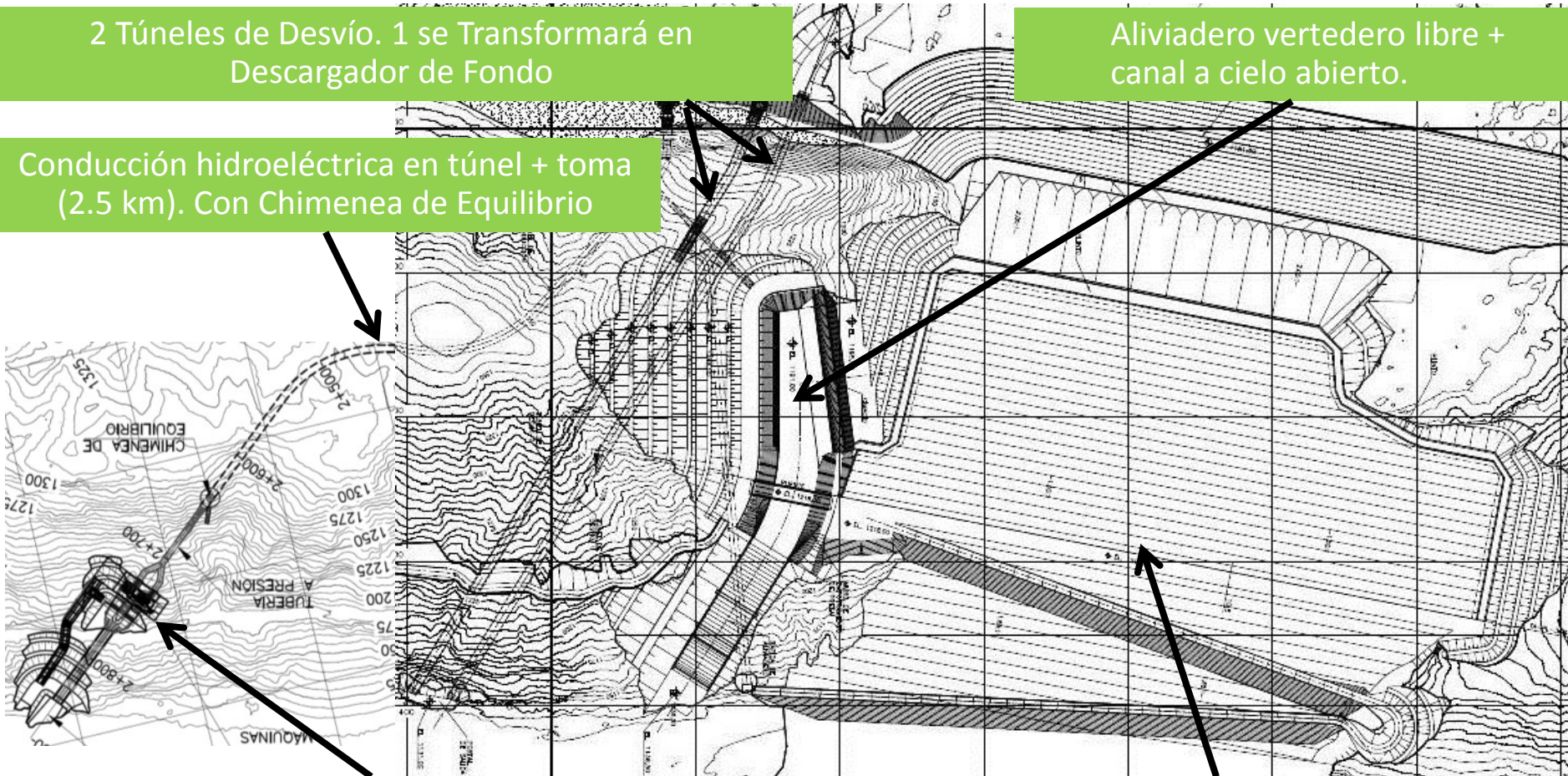
2.- Descripción del Proyectos

c.- "Tambolar" (Etapa Inicio de Construcción)

2 Túneles de Desvío. 1 se Transformará en
Descargador de Fondo

Aliviadero vertedero libre +
canal a cielo abierto.

Conducción hidroeléctrica en túnel + toma
(2.5 km). Con Chimenea de Equilibrio



Central hidroeléctrica en Caverna con 2 turbinas
tipo Francis de 35 Mw

Presa de materiales sueltos con cara de
hormigón (CFRD).

3.- Principales magnitudes físicas

DESCRIPCIÓN	Un.	PUNTA NEGRA	LOS CARACOLES	TAMBOLAR (Túneles de Desvío)
Excavación en Aluvi3n	m ³	3.486.000	8.264.000	S/D
Excavación en Roca a Cielo Abierto	m ³	826.000	775.000	S/D
Excavaciones en Roca Subterráneas	m ³	12.600	86.860	56.000
Rellenos	m ³	8.886.000	9.133.867	S/D
Hormig3n Armado	m ³	221.519	134.230	11.200
Hormigones Proyectados - Gunitado	m ³	5.400	17.691	21.000
Armadura	tn	9.130	11.255	1450
Turbinas Francis	Mw	2 x 32.5 = 65 Mw	2 x 62.5 = 125 Mw	2 x 35 = 70 Mw
Volumen de Embalse	Hm ³	460	565	605
Generaci3n	Gwh/año	300	715	343
Altura de Presa	m	120	136	100

4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Verificación y Aptitud de Materiales para Hormigones:

- **Cemento:** Norma IRAM 50.000 y 50.001 – Cemento CPP30 **Análisis Químico, Composición Potencial, Ensayos Físico y Resistencia Mecánica a la Compresión** – Verificación Mediante protocolos de ensayos internos del Proveedor y Ejecución de Ensayos en Laboratorio Externo.
- **Agua:** Norma IRAM 1601:2012 **Aptitud para Curado y Amasado de Hormigón** - Verificación realizada en Laboratorio Externo.
- **Áridos de Hormigón:** Normas IRAM 1509:87 - IRAM 1505:05 - IRAM 1540:04 - IRAM 1520:02 - IRAM 1533:02 - IRAM 1548:03 - IRAM 1647:94 - IRAM 1627:97 - IRAM 1687-1:96 - IRAM 1687-2:96 – IRAM 1682:92 - IRAM 1532:00 - IRAM 1512:94 - IRAM 1531:94 - IRAM 1525:85 – Reglamentos CIRSOC 201:05 y CIRSOC 201:82 **Propiedades Físicas y Durabilidad de Agregado para Hormigones**. Normas IRAM 1509:87 - IRAM 1647:94 - IRAM 1531:94 – IRAM 1512:94 **Determinación de Sales y Materia Orgánica en Agregados** - Verificación Realizada en Laboratorio Externo.
- **Cemento + Áridos:** Norma IRAM 1674 – **Verificación de Reacción Álcali Agregado Método Acelerado** – Verificación Realizada en Laboratorio Externo.

4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Control Granulométrico de Acopio de Áridos:

- Control de laboratorio ejecutado sobre el material procesado por la Planta Clasificadora de Áridos (verificación de Producción y Aprobación de Material para Acopio de Planta de H°). Verificación Periódica de Acopios de Planta de H° Para verificación de no contaminación de Acopios.



➤ Contrastación de Planta de Elaboradora de Hormigón:

- Verificación periódica en obra. Contrastación de Balanzas y Vasos dosificadores de Aditivos para asegurar la correcta dosificación de materiales en la elaboración de hormigones.

4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Diseño de Mezcla de Hormigón Proyectado

- Posterior a la verificación (según Normas aplicables) de los Materiales componentes de la mezcla de hormigón para gunitado (cemento, Aguas, Áridos), puede iniciarse con la elaboración de pastones de prueba en laboratorio para el diseño de dosificaciones que cumplan con los requerimientos indicados en la Especificaciones del Proyecto, en cuanto a resistencia, trabajabilidad y compatibilidad con Aditivos disponibles en el mercado.

DOSAJE	XXXXXXXXXXXX - 25 Kg/m ³	FECHA	12/01/2016
---------------	-------------------------------------	--------------	------------

MATERIAL		PS	PE	VOL.	PSSS	PH	100LTS	40LTS
CEMENTO	%	420						
AGUA	%	200						
ARENA	%	1687						
F-Plus	%	25						
	%							

ADITIVOS								
Super Plastificante (AR)	0.50%	2.1						
Super fluidificante - reductor de agua (AR)	0.80%	3.4						
	%							

PARAMETROS	10:20	10:40	12:00		
Hora Mezclado: 10:00	20'	40'	60'		
T. AMBIENTE	27	28.3	28.6		
T. HORMIGON	20.2	22.6	25.2		
ASENTAMIENTO	19	18	14.5		
AIRE					
PU					

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO PROYECTO TAMBOLAR				
DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN EN PLANTA				
DOSAJE PT215-H21P-4.75-420/0				
DATOS DE PROYECTO		MATERIALES EMPLEADOS		
		CARACTERÍSTICAS		
COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIÓN	
RESIS. PROYECTO: Fc 240 kg/cm ²				
RESIS. A 90 días kg/cm ² : 260	CEMENTO	Loma Negra Puzolánico	kgm ³	420
OTRO ESPECIFICAR:	AGUA		LITROS	200
ASENTAMIENTO: 17 cm (+/- 2)	ARENA	Arena Proyectado	kgm ³	1685
REL. AGUACEMENTO: 0.48	ADITIVO 1	Fibra Metalica (7.1%)	kgm ³	30
REQUISITOS DEL HORMIGÓN:	ADITIVO 2	Viscoconcre PK3020	kgm ³	2,100
Temperatura °C (1)	ADITIVO 3	Sikament CR	kgm ³	3,400
NAT. 2%	ADITIVO 4	Sigunta P33	kgm ³	12,600
Tamaño Máximo: 4.75mm (3)				Acelerante: 3%

Observaciones:

* Se debe realizar porcentaje de corrección por humedad en planta, según humedad de acopios

* Podrán modificarse los contenidos de aditivos por m³ para mantener los parámetros especificados del Hormigón Fresco según dosaje (Relación Agua/Cemento, % de Aire Incluido y Asentamiento)

(1) - Cumplir con las especificaciones del CIRSOC 1982 y Especificaciones Técnicas y Particulares del Proyecto

(2) - Utilizar de acuerdo con el requerimiento de temperatura.

(3) - Cumplir con las especificaciones del CIRSOC 1982 y Especificaciones Técnicas y Particulares del Proyecto

LABORATORIO - UTE	LABORATORIO - EPSE	Data Obtenida-UTE: Verificación Documentación
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Verificación de Dosificación con Fibra Metálica – Ensayo a Flexión :

- Ensayo de Laboratorio ejecutado según norma ASTM C78-02. Las mezclas de hormigón proyectado y reforzado con fibras de acero deben ser diseñadas para alcanzar su aprobación un valor mínimo individual de resistencia a la flexión de 2.94 MPa (30 kg/cm²) a 28 días y un valor mínimo individual de resistencia residual a la flexión para una deflexión de 4 mm de 1.96 MPa (20 kg/cm²). Se realizarán ensayos a 28 días, donde se deberán satisfacer el 80% de los valores antes indicados. Aun manteniéndose la dosificación y procedimiento de ejecución, estos ensayos de verificación deben repetirse cada 6 meses.



4.- Metodología de Control en Gunitado

- Después de la ejecución de estos ensayos con las distintas fibras de proveedores oferentes se procede con el análisis para la elección de la mas apropiada en relación a su desempeño, cantidad por m3 y costo.

Tipo de Fibra	XXXXXXXXXXXXXXXX - 25 Kg/m3	
Fecha de Colado:	22/01/2016	Fecha de Ensayo: 19/02/2016
Datos geométricos		
Ancho [cm]	15.1	
Alto [cm]	15.2	
L. Total [cm]	60.85	
Inercia [cm4]	4419.03	
Edad	28	
Datos para el cálculo		
L. entre apoyos 45cm		
Momento en el Centro de la viga = $P/2 \times L/3$		
Tensión = $M \times h / 2 \times I$		
deflexión de la Silleta		
coef. silleta	mm/Kg	

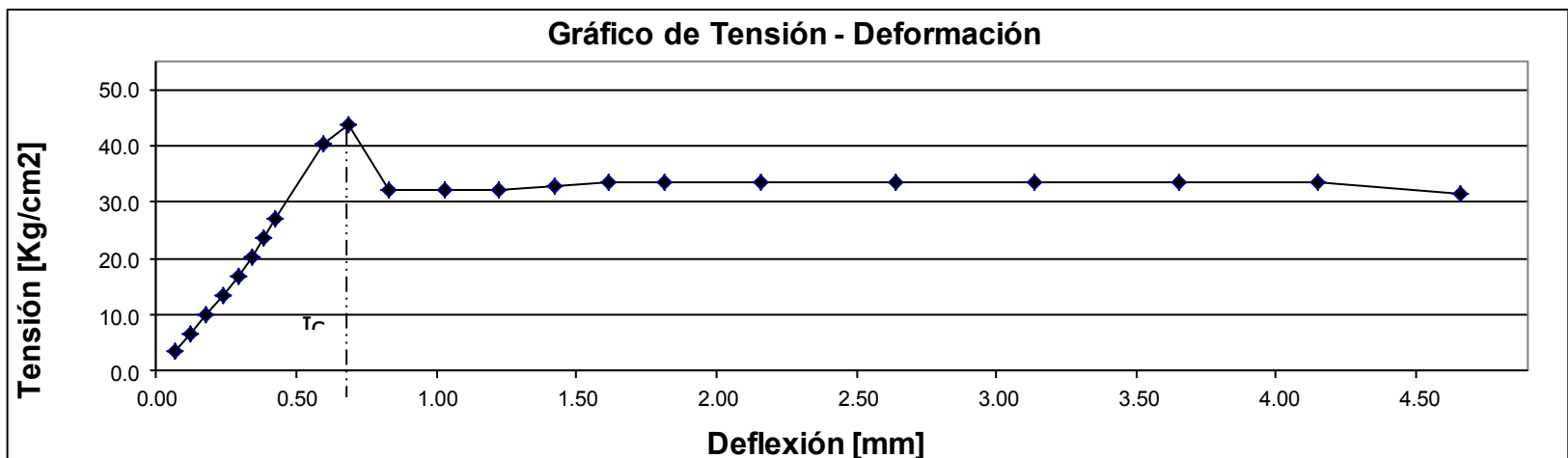
RESULTADOS OBTENIDOS

Resist. Máxima a la Flexión	43.70 Kg/cm2	≥ 30 Kg/cm2
-----------------------------	--------------	------------------

N° de fibras en la sección	99	L1
	74	L2

Resist. con 4mm de Deflexión	33.60 Kg/cm2	> 20 Kg/cm2
------------------------------	--------------	---------------

Resist a la Compresion	347.6	Kg/cm2
	341.3	Kg/cm2



4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Control de Dosificación, parámetros

- Previo a la colocación de gunita en el frente de obra, son ejecutado a pie de obra los controles de hormigón en estado fresco, con el fin de verificar la correcta dosificación de la mezcla recibida (Verificación de Remito de Planta) y el control de los parámetros de Asentamiento Optimo y Temperatura permitas que asegurar la trabajabilidad de la mezcla en el frente de obra.



CLIENTE: 207-TÚNEL DE ENLACE
OBRA: GU-104 GUNITADO P26-32
OPERADOR: FEDERICO

INICIO: 17:24 FIN: 17:31

PRODUCTO: H21
RESISTENCIA: 21

FORMULA: PN214-H21P-9-42 CANTIDAD: 6.00 m³
T.MAXIMO: 9

MATERIAL	HUMEDAD	TCO./m ³	TEORICO	REAL	
CEMENTO		0420	12.60	12.69	KG
SIKAMENT CR		01.20	07.20	07.23	KG
VISCOCRETE PN 3020		0000	0000	0000	KG
ARENA 0.5	2.0	0000	10026	10143	KG
ARN.09-05	1.0	1671	0987	0987	KG
AGUA		0200	1200	10	%TAG

HIELO Porcentaje del Total de AGUA

CHOFER: PACHECO, RICARDO CAMION: 18 PATENTE: 18

LLEGADA: INICIO: FIN: Responsable de Obra

ASEN: T°H°: AIRE:



Antecedentes de Control

Proyecto	Cant. Colados Inspeccionados
Punta Negra	295
Caracoles	1440

4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Toma de Muestras de Hormigón en estado Fresco

- Durante las actividades de gunitado en obra, son extraídas en forma periódica muestras de hormigón (en forma de Artesa), mediante la utilización de moldes de madera (50 x 50 cm de base, 15 cm de altura y 70 x 70 cm de apertura). Estos moldes son llenados con la misma metodología de colocación del gunitado sobre la superficie de la excavación (colocación de material en capas), con el fin de obtener muestras representativas del Hormigón colocado en obra.



4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Control de Espesores durante el Proceso de Gunitado::

- Durante el proceso de gunitado, y con el fin de verificar los espesores de hormigón que son colocado para el sostenimiento de las excavaciones, fue utilizado como metodología de control un sistema de lanza en cuyo extremo dispone de un tope en forma de estrella regulado para indicar cuando se haya alcanzado el espesor mínimos de hormigón. Caso contrario es solicitado en el momento el repasado de gunitado de los sectores con bajo espesor.



4.- Metodología de Control en Gunitado

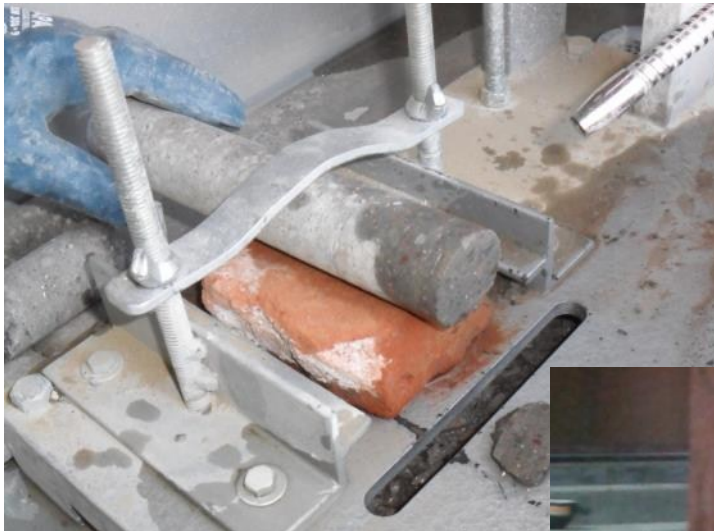
➤ Verificación y Control de Resistencia a Compresión Simple:

- Ensayo de Laboratorio, en el cual se procede con la extracción de testigos (7 testigos de \varnothing 42 mm) de la Artesa realizada en el frente de obra durante las actividades de gunitado, mediante la utilización de un equipo de Perforación con broca Diamantada. Posterior a esta extracción, los testigos son enviados a la pileta de curado hasta la fecha de ensayos definidas (7, 28 y 90 días).



4.- Metodología de Control en Gunitado

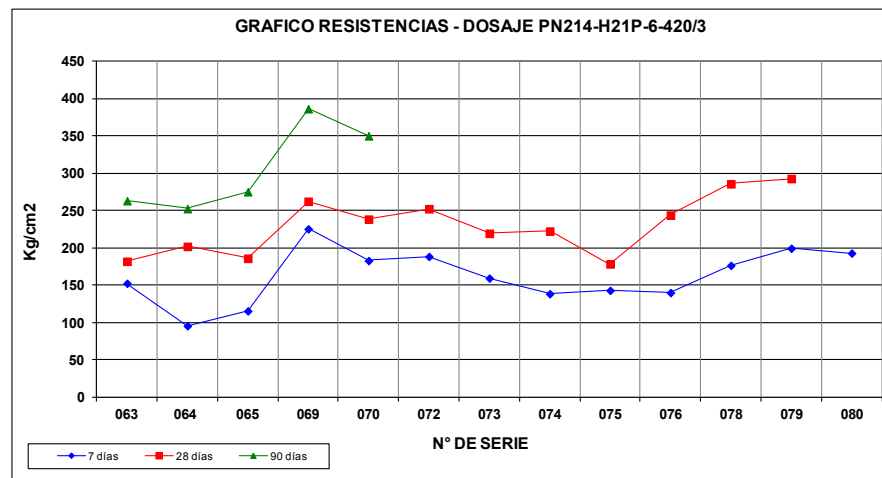
- Una vez alcanzada la edad de ensayo especificada, los testigos son retirados de la pileta de curado para su perfilado y corte a la altura optima de ensayo ($h = 2 \varnothing$), mediante la utilización de una sensitiva con disco diamantado. Posterior al ajuste de altura de los testigos se procede con el encabezado de los mismos mediante la fusión de azufre (regularización de Sup. superior e inferior).



4.- Metodología de Control en Gunitado

- Con los testigos preparados, se procede con el ensayo de Resistencia a la compresión simple mediante la utilización de una prensa para ensayos y la rotura de Probetas de Hormigón preparadas. Una vez obtenido los resultados de dichos ensayos, se procede con el análisis y correspondiente emisión de los informes de seguimiento periódico.

IDENTIFICACIÓN			LUGAR DE EXTRACCIÓN	FECHA DE MOLDEO	PROMEDIO 90 DÍAS Kml/cm ²							
N° SERIE	N° REG. COLADO	REG. LIBERACION			7	28	90	7	28	90		
069	253 A	GU-073	ALVIADERO - SOSTENIMIENTO BAJO CIMACIO COTA 902	15/04/13	214	237	263	262	390	378	392	387
070	255 A	GU-076	ALVIADERO - SOSTENIMIENTO BAJO CIMACIO	23/04/13	170	196	240	237	345	370	336	350
072	258 A	GU-078	ALVIADERO - SOSTENIMIENTO BAJO CIMACIO COTA 899	05/05/13	178	199	249	256				
073	264 A	GU-082	ALVIADERO - SOSTENIMIENTO BAJO CIMACIO COTA 894	18/05/13	158	161	217	222				
074	265 A	GU-083	PLINTO SOSTENIMIENTO - MARGEN IZQUIERDA - COTA 899 A 893	21/05/13	136	141	214	231				
075	267 A	GU-084	SOSTENIMIENTO PLINTO BAJO CIMACIO - COTA 899 A 895	03/06/13	147	139	163	194				
076	268 A	GU-083	PLINTO SOSTENIMIENTO - MARGEN IZQUIERDA - COTA 899 A 893	04/06/13	135	145	267	221				
078	272 A	GU-086	SOSTENIMIENTO PLINTO Y BAJO ALVIADERO	16/06/13	177	176	264	308				
079	278 A	GU-091	MARGEN IZQUIERDO - COTA 870	06/07/13	186	213	306	280				



Antecedentes de Ensayos

Proyecto	Cant. de Series Ensayadas
Punta Negra	82
Caracoles	401

4.- Metodología de Control en Gunitado

➤ Verificación y control de espesores de Gunita Colocada:

- Control realizado en el frente de obra (previamente gunitado), mediante la utilización de un Equipo de Perforación con Broca Diamantada. El Objetivo de este ensayo es corroborar la colocación de los espesores mínimos de hormigón especificados por diseño para cada sostenimiento.



5.- Imágenes "Los Caracoles"



5.- Imágenes "Los Caracoles"



6.- Imágenes "Punta Negra"



6.- Imágenes "Punta Negra"

