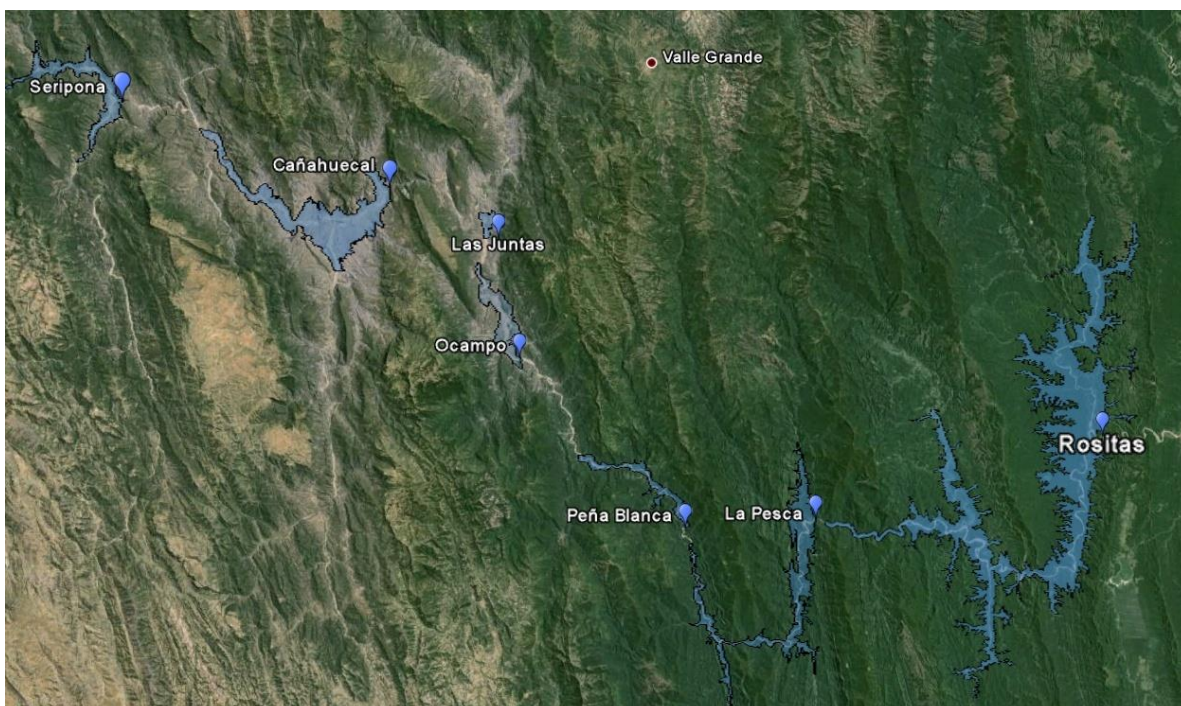


PROYECTO

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS”



7.3.4.1. INFORME FINAL DE DISEÑO FINAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA





VOLUMEN I : RESUMEN EJECUTIVO

VERSIÓN FINAL

COCHABAMBA, JUNIO DE 2017

AUTORES DEL DOCUMENTO

Nombre	Profesión	Cargo	Firma
Juan Ortas González	Ingeniero Civil	Director de Proyecto	
Manuel Morón Humaran	Ingeniero Civil	Especialista en obras hidráulicas	
Claudio Olalla Maraón	Dr. Ingeniero Civil	Especialista en diseño de grandes presas	
Begoña Arana Ferrándiz	Ingeniero Civil	Especialista en Estructuras Civiles Hidráulicas	
Isaac Bisus Montagut	Ingeniero Civil	Técnico en obras hidráulicas	
Miguel Ángel Oliveros	Licenciado en Ciencias Geológicas	Especialista en Geología y Geotecnia	
David Almazán Cruzado	Ingeniero Civil	Coordinación del Equipo de Geología-Geotecnia	
Gonzalo Batuecas	Licenciado en Ciencias Geológicas	Especialista en Geología y Geotecnia	
Tomás Murillo	Ingeniero Civil	Ingeniero en Túneles	
Miguel Boned Niell	Ingeniero de Minas	Especialista en hidrología	

Nombre	Profesión	Cargo	Firma
Oscar González González	Ingeniero Civil	Especialista en Ingeniería hidro-mecánica	
Luis Frias Cerda	Ingeniero Civil	Especialista en Estructuras	
Tomás Rodríguez García	Dr. Ingeniero Civil	Especialista en Organización de la construcción y estimación de costos de obra y equipamiento	
Marta Acevedo Ferrera	Ingeniero Civil	Técnico en obras hidráulicas	

INFORME 7.3.4.1. INFORME FINAL DE DISEÑO FINAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I: RESUMEN EJECUTIVO

VOLUMEN II: DOCUMENTO PRINCIPAL

VOLUMEN III: PLANOS

VOLUMEN IV: ANEXOS

VOLUMEN V: PLANOS DE ANEXOS

VOLUMEN I. RESUMEN EJECUTIVO

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN Y RESUMEN DEL PROYECTO.....	1
1.1. OBJETIVOS	1
1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
1.3. CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO	5
1.4. COSTOS DEL PROYECTO	8
1.5. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	8
2. APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO GRANDE.....	10
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y EQUIPAMIENTO HIDRO-MECÁNICO	13
3.1. CUERPO DE PRESA.....	13
3.2. OBRAS DE DESVÍO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	16
3.3. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE CRECIDAS Y DISIPACIÓN DE ENERGÍA	18
3.4. TOMA DEL EMBALSE Y ADUCCIÓN DE FUERZA	22
3.5. DESAGÜE DE FONDO	24
3.6. CASA DE MÁQUINAS	28
3.7. SUBESTACIÓN DE SALIDA	30
3.8. CAMINOS DE ACCESO DEFINITIVO	32
3.9. INSTALACIONES AUXILIARES PERMANENTES	35
4. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS Y EQUIPAMIENTOS. EVALUACIÓN ECONÓMICO -FINANCIERA	37
4.1. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.....	37
4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA	38
5. PLAZO DE EJECUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE OBRAS	40
5.1. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	48
5.2. INSTALACIONES AUXILIARES	49
5.3. CAMINOS DE ACCESO A OBRA.....	51
6. INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO	52
6.1. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	52
6.2. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA REGIONAL Y SISMOLOGÍA	53
6.2.1. Estudio sismológico	54
6.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL VASO Y DE LA PRESA.....	55
6.3.1. Estudios geológicos y geotécnicos	60
6.3.2. Trabajos de investigación geotécnica.....	60
6.3.3. Estudios geológico-geotécnicos	69
6.3.4. Estudios de caracterización geotécnica y cálculos.....	69

6.3.5.	<i>Geotecnia de la presa</i>	70
6.3.6.	<i>Conclusiones del estudio tenso-deformacional de la presa</i>	72
6.4.	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	75
6.4.1.	<i>Climatología</i>	75
6.4.2.	<i>Estudio Hidrológico</i>	81
6.5.	SEDIMENTOLOGÍA.....	86
6.5.1.	<i>Distribución temporal de la carga total de sedimentos</i>	87
6.5.2.	<i>Transporte total anual</i>	88
6.5.3.	<i>Granulometría de sedimentos</i>	89
6.5.4.	<i>Sedimentología de los sitios de presa</i>	89
6.5.5.	<i>Curvas Altura-Volumen-Área del embalse de Rositas a lo largo de 50 años de explotación</i>	91
6.5.6.	<i>Modelos de sedimentación</i>	94
6.5.7.	<i>Carga total de sedimentos durante avenidas extraordinarias</i>	94
6.6.	ESTUDIOS AMBIENTALES	96
6.6.1.	<i>Línea Base Ambiental y Socioeconómica</i>	96
6.6.2.	<i>Modelación matemática de la calidad del agua en el embalse y aguas abajo de la CH Rositas</i> 99	
6.6.3.	<i>Manejo, Desmonte y Remoción de la vegetación y material orgánico en el embalse de Rositas</i> 100	
6.6.4.	<i>Estudios de Biodiversidad Terrestre en el Área de Influencia Directa (AID) de Rositas</i>	101
8.1.1.	<i>Estudio de Peces y Pesquerías en el río Grande</i>	106
8.1.2.	<i>Definición de un régimen de manejo de caudales durante el llenado del embalse de Rositas.</i> <i>Caudales Ambientales</i>	108
8.2.	MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS	109
8.2.1.	<i>Estudios básicos complementarios</i>	109
8.2.2.	<i>Diagnóstico de fenómenos de erosión en subcuencas prioritarias</i>	110
8.2.3.	<i>Selección de dos subcuencas con características de erosión severa</i>	110
8.2.4.	<i>Plan de manejo integral de cuencas</i>	111
9.	SIMULACIÓN DE OPERACIÓN DE EMBALSE	112

ÍNDICE DE PLANOS

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
003	PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS	1	DF-SC-EPT-PLP-CIV-003-02-11
	CUERPO DE PRESA		
021	SECCIÓN TIPO	1	DF-SC-EPT-PRE-CIV-021-02-11
022	ALZADO DESDE AGUAS ABAJO. PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-PRE-CIV-022-02-11
	ALIVIADERO		
100	PLANTA GENERAL	2	DF-SC-EPT-PEV-GEN-100-03-11
102	PERFILES LONGITUDINALES	2	DF-SC-EPT-PEV-CIV-102-03-11
	DESVÍO DE RÍO		
201	TÚNELES DE DESVÍO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-201-02-11
	DESAGÜES DE FONDO		
300	TÚNEL DE ACCESO Y DESAGÜE DE FONDO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-DEF-GEN-300-02-11
	TOMA HIDROELÉCTRICA		
400	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-TOM-GEN-400-02-11
	CENTRAL HIDROELÉCTRICA		
501	ALZADOS PLANTAS Y SECCIONES	33	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-03-11
	ASENTAMIENTOS PERMANENTES		
701	CAMPAMENTOS	1	DF-SC-EPT-ASP-CIV-701-02-11

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Esquema longitudinal propuesto en Estudio de Prefactibilidad	1
Fig. 2. Situación del Proyecto Hidroeléctrico Rositas	3
Fig. 3. Resumen del Programa de trabajo.	9
Fig. 4. Esquema longitudinal propuesto para el aprovechamiento de la cuenca media del río Grande.....	11
Fig. 5. Planta general de las obras.....	13
Fig. 6. Sección tipo de la presa.	14
Fig. 7. Planta general y longitudinales del desvío del río.....	17
Fig. 8. Planta general del aliviadero	20
Fig. 9. Perfiles longitudinales del aliviadero	21
Fig. 10. Fotografías varias del modelo reducido	22
Fig. 11. Planta general de la obra de toma hidroeléctrica	23
Fig. 12. Perfil longitudinal de la obra de toma hidroeléctrica	24
Fig. 13. Figura de la obra de toma y torre de ataguías del desagüe de fondo	25
Fig. 14. Figura de la cámara de mecanismos del desagüe de fondo	26
Fig. 15 Perspectiva del mapa de calados en la zona de estudio, Mapa de velocidades y Mapa de vectores de velocidad para $Q = 1.280 \text{ m}^3/\text{s}$	28
Fig. 16. Sección de la casa de máquinas	30
Fig. 17. Caminos de Acceso Definitivos.....	33
Fig. 18. Sección tipo del camino en recta	34
Fig. 20. Programa de trabajo. Página 1 de 7	41
Fig. 21. Programa de trabajo .Página 2 de 7	42
Fig. 22. Programa de trabajo. Página 3 de 7	43
Fig. 23. Programa de trabajo. Página 4 de 7	44
Fig. 24. Programa de trabajo. Página 5 de 7	45
Fig. 25. Programa de trabajo. Página 6 de 7	46
Fig. 26. Programa de trabajo. Página 7 de 7	47
Fig. 27. Curva Cota-Área-Volumen Rositas. Año Inicial	53
Fig. 28. Plano geológico de la cerrada de la presa de Rositas.....	57
Fig. 29.- Ejemplo del plano geológico-geotécnico del sector de la presa de Rositas 1:2500	58

Fig. 30.- Esquema del perfil geológico-geotécnico del eje de la presa, escala 1:2500	59
Fig. 31.- Esquema de tratamiento de consolidación en la zona del núcleo	73
Fig. 32. – Esquema de la disposición de la pantalla de impermeabilización en el eje longitudinal de la presa.....	74
Fig. 33. Comportamiento del JMA-SSTA en el tiempo.	79
Fig. 34. Escenarios RPC (Representative Concentration Path).	80
Fig. 35. Cuenca de aporte del río Grande en Abapó, red de drenaje y localización de sitios de presa	82
Fig. 36. Variación interanual de los aportes sólidos anuales calculados. Rositas.....	87
Fig. 37. Curvas Cota-Área-Volumen Rositas.	93
Fig. 38. Mapa que muestra los 6 ecosistemas definidos para el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto.....	104
Fig. 39. Líneas estratégicas de Acción para la implementación de MIC.	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuadro resumen del proyecto.....	5
Tabla 2.- Resumen de presupuesto de las obras	8
Tabla 3. Parámetros mínimos de trazado para $V_p=30$ Km/h	33
Tabla 4.- Cuadro de superficies.	36
Tabla 5.- Resumen de Presupuesto	37
Tabla 6. Aportaciones de ENDE por escenarios.....	38
Tabla 7. Costo monómico central térmica equivalente	39
Tabla 8. Indicadores económicos análisis costo-beneficio	39
Tabla 9. Estimación de las superficies necesarias de las instalaciones auxiliares	48
Tabla 10. Tablas resumen de los sondeos realizados. Datos básicos y situación	61
Tabla 11. Tablas resumen de muestreo y ensayos in situ de sondeos	64
Tabla 12. Resumen de los trabajos geofísicos realizados en cada uno de los ejes de estudio.....	67
Tabla 13.- Resumen parámetros geométricos de la sección tipo.....	70
Tabla 14.- Resumen caracterización de materiales.....	70
Tabla 15.- Factores de seguridad obtenidos en el estudio de estabilidad de la sección tipo realizados	71
Tabla 16. Resumen de caudales medios anuales en los aprovechamientos obtenidos por el SWAT (1965-2014)	83
Tabla 17. Promedio de caudales diarios.....	84
Tabla 18. Promedio de caudales máximos anuales	84
Tabla 19. Valores de los picos de los hidrogramas en la Presa Rositas para diferentes períodos de retorno (T años) considerando los caudales máximos obtenidos con Gumbel en Abapó.....	85
Tabla 20. Valores de los picos de los hidrogramas en Rositas para diferentes períodos de retorno (T años) considerando los volúmenes máximos obtenidos con el ajuste SQRT.....	85
Tabla 21. Valores del pico del hidrograma de la CMP-IDW417.2 calculado para la presa de Rositas	86
Tabla 22. Evaporación estimada en el embalse de Rositas	86
Tabla 23. Aportes de sedimentos medios anuales por aprovechamiento	89
Tabla 25. Afección de Áreas Protegidas (AP) para una cota de inundación de 605,00 m.s.n.m..	102
Tabla 26 Resultado de la valoración integral de los ecosistemas	103
Tabla 27 Resumen de principales impactos potenciales en las Áreas Protegidas	105

Tabla 28. Caudales ambientales para el río Grande, aguas abajo de la presa Rositas (m ³ /s).....	108
Tabla 29. Priorización en las microcuencas de la Cuenca del río Grande.	112

VOLUMEN II. DOCUMENTO PRINCIPAL

ÍNDICE GENERAL

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES**
 - 2.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS
 - 2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 - 2.3. CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO
- 3. ESTUDIOS BÁSICOS COMPLEMENTARIOS**
 - 3.1. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
 - 3.2. GEOLOGÍA
 - 3.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE PRESA Y VASO.
 - 3.4. PROCEDENCIA DE MATERIALES. 5
 - 3.5. CLIMATOLOGÍA
 - 3.6. HIDROLOGÍA
 - 3.7. SEDIMENTOLOGÍA DEL RÍO GRANDE
 - 3.8. SIMULACIÓN DE OPERACIÓN DE EMBALSES Y OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA
 - 3.9. ESTUDIOS AMBIENTALES
 - 3.10. ESTUDIO DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS
 - 3.11. EFECTOS FLUVIOMORFOLÓGICOS AGUAS ABAJO DE LA PRESA, ATENUACIÓN DE CRECIDAS Y BENEFICIOS DE MITIGACIÓN DE INUNDACIONES
 - 3.12. SIMULACIÓN DE OPERACIÓN DE EMBALSES Y OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA
- 4. INFORMES TECNICOS Y DE OPTIMIZACIÓN DE LA INGENIERIA DE DEL PROYECTO**
 - 4.1. DISPOSICIÓN GENERAL DE LAS OBRAS
 - 4.2. CUERPO DE PRESA
 - 4.3. OBRAS DE DESVÍO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
 - 4.4. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE CRECIDAS Y DISIPACIÓN DE ENERGÍA
 - 4.5. TOMA DEL EMBALSE Y ADUCCIÓN DE FUERZA
 - 4.6. CASA DE MÁQUINAS
 - 4.7. SUBESTACIÓN DE SALIDA
 - 4.8. DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA REQUERIMIENTOS DE AGUAS, AGUAS ABAJO DE ROSITAS (DESAGÜE DE FONDO)
 - 4.9. CAMINOS DE ACCESO
 - 4.10. INSTRUMENTACION DE AUSCULTACIÓN Y MONITOREO DE OBRAS CIVILES E HIDRÁULICAS
 - 4.11. MODELOS HIDRÁULICOS
 - 4.12. MEMORIAS JUSTIFICATIVAS Y DE CÁLCULO

- 5. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN**
- 6. ORGANIZACIÓN Y METODOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**
- 7. INSTALACIONES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**
 - 7.1. INSTALACIONES PARA EL PERSONAL DE OBRA
 - 7.2. INSTALACIONES AUXILIARES
- 8. INSTALACIONES AUXILIARES DEFINITIVAS**
 - 8.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
 - 8.2. CUADRO DE SUPERFICIES
 - 8.3. MEMORIA CONSTRUCTIVA
- 9. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION Y DE INSTALACION DE EQUIPAMIENTO**
 - 9.1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJOS
 - 9.2. CONSIDERACIONES AL PLAN DE TRABAJOS
- 10. PRESUPUESTO DE OBRAS Y EQUIPAMIENTO.**
- 11. EVALUALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA**
 - 11.1. INTRODUCCIÓN
 - 11.2. ANÁLISIS FINANCIERO
 - 11.3. CÁLCULO DEL COSTO MONÓMICO
 - 11.4. ANÁLISIS ECONÓMICO
 - 11.5. CONCLUSIONES

VOLUMEN III. PLANOS

ÍNDICE

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
	PRESA DE ROSITAS		
	PLANOS GENERALES		
001	PLANO DE SITUACIÓN	1	DF-SC-EPT-PLP-GEN-001-02-11
002	TOPOGRAFÍA DE LA CERRADA	1	DF-SC-EPT-PLP-CIV-002-02-11
003	PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS	1	DF-SC-EPT-PLP-CIV-003-02-11
004	PLANTA DE EXCAVACIONES	1	DF-SC-EPT-PLP-CIV-004-02-11
005	PLANTA DE REPLANTEO	1	DF-SC-EPT-PLP-CIV-005-02-11
	CUERPO DE PRESA		
020	PLANTA GENERAL	1	DF-SC-EPT-PRE-GEN-020-02-11
021	SECCIÓN TIPO	1	DF-SC-EPT-PRE-CIV-021-02-11
022	ALZADO DESDE AGUAS ABAJO. PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-PRE-CIV-022-02-11
023	PERFILES TRANSVERSALES	4	DF-SC-EPT-PRE-CIV-023-02-11
024	CORONACIÓN Y DETALLES	1	DF-SC-EPT-PRE-CIV-024-03-11
025	GALERIA PERIMETRAL, PERFIL, PLANTA Y SECCIONES	2	DF-SC-EPT-PRE-CIV-025-03-11
	PANTALLAS		
030	ALZADO DE LA PRESA	1	DF-SC-EPT-PRE-GET-030-02-11
031	ALZADO DE LA ATAGUIA	1	DF-SC-EPT-PRE-GET-031-02-11
032	ALZADO DE LA CONTRA_ATAGUIA	1	DF-SC-EPT-PRE-GET-032-02-11
	GALERÍAS EN ROCA (ACCESO E INSPECCIÓN DEL TERRENO)		
040	SECCIONES	1	DF-SC-EPT-TUN-GET-040-01-11
041	TRATAMIENTO DEL TERRENO	3	DF-SC-EPT-TUN-GET-041-01-11
	ALIVIADERO		
100	PLANTA GENERAL	2	DF-SC-EPT-PEV-GEN-100-03-11
101	PLANTA DE EXCAVACIONES	1	DF-SC-EPT-PEV-CIV-101-03-11
102	PERFILES LONGITUDINALES	2	DF-SC-EPT-PEV-CIV-102-03-11

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
103	SECCIONES TRANSVERSALES	4	DF-SC-EPT-PEV-CIV-103-03-11
104	EMBOCADURA Y RÁPIDA	3	DF-SC-EPT-PEV-CIV-104-03-11
105	CUENCO AMORTIGUADOR	1	DF-SC-EPT-PEV-CIV-105-03-11
106	ARMADURAS	3	DF-SC-EPT-PEV-CIV-106-03-11
107	PASARELA ALIVIADERO. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	1	DF-SC-EPT-PEV-CIV-107-02-11
108	TRATAMIENTO Y DRENAJE DE TALUDES	1	DF-SC-EPT-PEV-CIV-108-00-11
	DESVÍO DE RÍO	-	
200	FASES DEL DESVIO	8	DF-SC-EPT-DER-GEN-200-02-11
201	TÚNELES DE DESVÍO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-201-02-11
202	TÚNELES DE DESVÍO - SECCIÓN TIPO	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-202-02-11
203	BOCA DE ENTRADA - PLANTA	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-203-02-11
204	BOCA DE ENTRADA - PLANTA DE EXCAVACIONES	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-204-02-11
205	BOCA DE ENTRADA - SECCIÓN A-A'	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-205-02-11
206	BOCA DE ENTRADA - SECCIÓN B-B'	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-206-02-11
207	BOCA DE ENTRADA - SECCIONES TRANSVERSALES	2	DF-SC-EPT-DER-CIV-207-02-11
208	BOCA DE SALIDA - PLANTA	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-208-02-11
209	BOCA DE SALIDA - PLANTA DE EXCAVACIONES	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-209-02-11
210	BOCA DE SALIDA - PERFILES LONGITUDINALES	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-210-02-11
211	BOCA DE SALIDA - SECCIONES TRANSVERSALES	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-211-02-11
212	BOCA DE ENTRADA - ARMADURAS	1	DF-SC-EPT-DER-CIV-212-02-11
213	BOCA DE SALIDA - ARMADURAS	3	DF-SC-EPT-DER-CIV-213-02-11
	SOSTENIMIENTOS DEL TÚNEL	-	
220	PLANTA Y PERFILES LONGITUDINALES	3	DF-SC-EPT-PLP-GET-220-01-11
221	SECCIONES	3	DF-SC-EPT-PLP-GET-221-01-11
222	TRATAMIENTOS DEL TERRENO	3	DF-SC-EPT-PLP-GET-222-01-11
223	REVESTIMIENTOS Y ARMADURAS	1	DF-SC-EPT-PLP-GET-223-00-11
224	INSTRUMENTACIÓN	1	DF-SC-EPT-PLP-GET-225-01-11
	DESAGÜES DE FONDO	-	

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
300	TÚNEL DE ACCESO Y DESAGÜE DE FONDO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-DEF-GEN-300-02-11
301	TÚNEL DE ACCESO Y DESAGÜE DE FONDO - SECCIONES TIPO	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-301-02-11
302	BOCA DE ENTRADA - PLANTA	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-302-02-11
303	BOCA DE ENTRADA - PERFIL LONGITUDINAL	2	DF-SC-EPT-DEF-CIV-303-02-11
304	CAVERNA - PLANTA GENERAL	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-304-02-11
305	CAVERNA - PERFIL LONGITUDINAL POR EJE DE TUBOS	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-305-02-11
306	CAVERNA - PERFIL LONGITUDINAL POR EJE CENTRAL	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-306-02-11
307	CAVERNA - PERFIL TRANSVERSAL POR EJE TUBERÍAS AIREACIÓN	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-307-02-11
308	CAVERNA - PERFIL TRANSVERSAL POR EJE DE COMPUERTAS BUREAU	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-308-02-11
309	CAVERNA - SECCIONES HORIZONTALES	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-309-02-11
310	GALERÍA DE ACCESO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-310-02-11
311	BOCA DE SALIDA - PLANTA	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-311-02-11
312	BOCA DE SALIDA - PERFILES LONGITUDINALES	1	DF-SC-EPT-DEF-CIV-312-02-11
	CONSTRUCCIÓN CAVERNA		
320	FASES DE EXCAVACIÓN	1	DF-SC-EPT-PLP-GET-320-01-11
321	SOSTENIMIENTO	1	DF-SC-EPT-PLP-GET-321-01-11
322	REVESTIMIENTO	1	DF-SC-EPT-PLP-GET-322-01-11
	AUSCULTACIÓN		
350	PLANTA DE AUSCULTACIÓN	1	DF-SC-EPT-PRE-IIC-350-03-11
351	SECCIÓN TIPO DE AUSCULTACIÓN	1	DF-SC-EPT-PRE-IIC-351-02-11
352	PERFILES TRANSVERSALES DE AUSCULTACIÓN	1	DF-SC-EPT-PRE-IIC-352-02-11
	TOMA HIDROELÉCTRICA	-	
400	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	1	DF-SC-EPT-TOM-GEN-400-02-11
401	EMBOCADURA - PLANTA	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-401-02-11
402	EMBOCADURA - PLANTA EXCAVACIÓN	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-402-02-11
403	EMBOCADURA - ALZADO Y SECCIÓN	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-403-02-11
404	EMBOCADURA - LONGITUDINAL SECCIÓN A-A	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-404-02-11

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
405	POZOS DE COMPUERTAS - PLANTA	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-405-02-11
406	POZOS DE COMPUERTAS - EXCAVACIÓN	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-406-02-11
407	POZOS DE COMPUERTAS - PERFIL LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-407-02-11
408	POZOS DE COMPUERTAS - SECCIONES HORIZONTALES	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-408-02-11
409	POZOS DE COMPUERTAS - DETALLE ZONA INFERIOR	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-409-02-11
410	POZO DE COMPUERTAS - CÁMARA DE REVISIÓN - DETALLE	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-410-02-11
414	EMBOCADURA - ARMADURAS	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-414-01-11
415	POZOS DE COMPUERTAS - ARMADURAS	1	DF-SC-EPT-TOM-CIV-415-02-11
	SOSTENIMIENTOS DEL TÚNEL		
420	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	3	DF-SC-EPT-TUN-GET-420-02-11
421	SECCIONES	3	DF-SC-EPT-TUN-GET-421-01-11
422	TRATAMIENTO DEL TERRENO	3	DF-SC-EPT-TUN-GET-422-01-11
	CENTRAL HIDROELÉCTRICA		
500	PLANTA GENERAL	1	DF-SC-EPT-CAM-GEN-500-02-11
501	ALZADOS PLANTAS Y SECCIONES	33	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-03-11
502	FORMAS	26	DF-SC-EPT-CAM-CIV-502-03-11
503	ARMADURAS	19	DF-SC-EPT-CAM-CIV-503-03-11
504	ESTRUCTURA METÁLICA	6	DF-SC-EPT-CAM-CIV-504-03-11
505	ARQUITECTURA	5	DF-SC-EPT-CAM-CIV-505-04-11
507	INSTALACIONES MECÁNICAS	11	DF-SC-EPT-CAM-CIV-507-03-11
508	INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA	1	DF-SC-EPT-CAM-CIV-508-00-11
510	ESQUEMAS UNIFILARES (UNIFILAR GENERAL)	1	DF-SC-EPT-CAM-EEE-510-02-11
511	ESQUEMAS UNIFILARES (MEDIDA Y PROTECCIÓN)	13	DF-SC-EPT-CAM-EEE-511-02-11
512	ESQUEMAS UNIFILARES (CBT Y CCM)	38	DF-SC-EPT-CAM-EEE-512-02-11
513	ESQUEMAS UNIFILARES (TÍPICOS CCM)	13	DF-SC-EPT-CAM-EEE-513-02-11
514	ESQUEMAS UNIFILARES (TÍPICOS CBT)	22	DF-SC-EPT-CAM-EEE-514-02-11
515	PROPUESTA PANTALLAS DE OPERACIÓN	39	DF-SC-EPT-CAM-EEE-515-02-11
516	MALLA DE TIERRA	4	DF-SC-EPT-CAM-EEE-516-00-11

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
517	DCS CONTROL	1	DF-SC-EPT-CAM-EEE-517-00-11
518	SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN	1	DF-SC-EPT-CAM-EEE-518-00-11
520	PCI. RED GENERAL DE EXTINCIÓN POR AGUA	2	DF-SC-EPT-CAM-INS-520-02-11
521	PCI. BIES Y EXTINTORES	10	DF-SC-EPT-CAM-INS-521-02-11
522	PCI. GRUPOS OLEO-HIDRÁULICOS Y OTROS	1	DF-SC-EPT-CAM-INS-522-02-11
523	PCI. EXTINCIÓN POR AGUA TRANSFORMADORES EXTERIORES	1	DF-SC-EPT-CAM-INS-523-02-11
524	PCI. EXTINCIÓN POR INUNDACIÓN TOTAL CON CO2	1	DF-SC-EPT-CAM-INS-524-02-11
525	PCI. DETECCIÓN DE INCENDIOS	11	DF-SC-EPT-CAM-INS-525-02-11
530	ALMACENES-PLANTAS, ALZADOS, Y SECCIÓN	1	DF-SC-EPT-CAM-CIV-530-03-11
531	ALMACENES-INSTALACIONES MECÁNICAS, FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	1	DF-SC-EPT-CAM-CIV-531-03-11
532	INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA	1	DF-SC-EPT-CAM-CIV-532-01-11
540	ALMACENES-CIMENTACIÓN Y DETALLES	2	DF-SC-EPT-CAM-CIV-540-01-11
541	ALMACENES-ESTRUCTURA METÁLICA	10	DF-SC-EPT-CAM-CIV-541-01-11
	URBANIZACIÓN		
550	PLANTA GENERAL	2	DF-SC-EPT-CAM-CIV-550-01-11
552	RED GENERAL FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	1	DF-SC-EPT-CAM-CIV-552-01-11
	CAMINOS DE ACCESO DEFINITIVOS		
600	PLANTA GENERAL DE TRAZADO	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-600-01-11
	CAMINO DE ACCESO A LA CENTRAL	-	
	TRAZADO		
601	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	11	DF-SC-EPT-CAA-CIV-601-01-11
602	PERFILES TRANSVERSALES	43	DF-SC-EPT-CAA-CIV-602-01-11
603	SECCIONES TIPO	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-603-01-11
604	PLANTA DE TRAYECTORÍAS	11	DF-SC-EPT-CAA-CIV-604-01-11
	DRENAJE		
607	PLANO CUENCAS HIDROGRÁFICAS	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-607-01-11
608	PLANTA DE DRENAJE	11	DF-SC-EPT-CAA-CIV-608-01-11

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
609	DETALLES CUNETAS, CABEZALES, ALEROS, EXCAVACIONES, RELLENOS, EMPLAZAMIENTOS, ...	14	DF-SC-EPT-CAA-CIV-609-02-11
	SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS		
610	PLANTA SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS	6	DF-SC-EPT-CAA-CIV-610-02-11
611	DETALLES DE SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS	3	DF-SC-EPT-CAA-CIV-611-01-11
	ESTRUCTURAS		
612	MUROS-ANULADO	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-612-01-11
612A	MUROS. ESCOLLERA	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-612A-00-11
612B1	MUROS. TERRENO REFORZADO. DETALLES	3	DF-SC-EPT-CAA-CIV-612B1-00-11
612B2	MUROS. TERRENO REFORZADO. PERFILES TRANSVERSALES	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-612B2-00-11
613	MARCOS	18	DF-SC-EPT-CAA-CIV-613-02-11
	CAMINO DE ACCESO A CORONACIÓN DE LA PRESA	-	
	TRAZADO		
621	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	32	DF-SC-EPT-CAA-CIV-621-01-11
622	PERFILES TRANSVERSALES	86	DF-SC-EPT-CAA-CIV-622-01-11
623	SECCIONES TIPO	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-623-01-11
624	PLANTA DE TRAYECTORÍAS	32	DF-SC-EPT-CAA-CIV-624-01-11
	DRENAJE		
627	PLANO CUENCAS HIDROGRÁFICAS	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-627-01-11
628	PLANTA DE DRENAJE	33	DF-SC-EPT-CAA-CIV-628-01-11
629	DETALLES CUNETAS, CABEZALES, ALEROS, EXCAVACIONES, RELLENOS, EMPLAZAMIENTOS, ...	23	DF-SC-EPT-CAA-CIV-629-02-11
	SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS		
630	PLANTA SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS	16	DF-SC-EPT-CAA-CIV-630-02-11
631	DETALLES DE SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS	3	DF-SC-EPT-CAA-CIV-631-01-11
	ESTRUCTURAS		
632	MUROS-ANULADO	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-632-01-11
632A	MUROS. ESCOLLERA	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-632A-00-11
632B1	MUROS. TERRENO REFORZADO. DETALLES	3	DF-SC-EPT-CAA-CIV-632B1-00-11

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
632B2	MUROS. TERRENO REFORZADO. PERFILES TRANSVERSALES	2	DF-SC-EPT-CAA-CIV-632B2-00-11
633	MARCOS	42	DF-SC-EPT-CAA-CIV-633-02-11
	CAMINOS DE ACCESO A OBRA		
640	PLANTA GENERAL DE TRAZADO	1	DF-SC-EPT-CAA-CIV-640-01-11
	CAMINO DE OBRA "1"		
	TRAZADO		
641	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	23	DF-SC-EPT-CAA-CIV-641-01-11
	CAMINO DE OBRA "2"		
	TRAZADO		
661	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	8	DF-SC-EPT-CAA-CIV-661-01-11
	CAMINO DE OBRA "3"		
	TRAZADO		
681	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	10	DF-SC-EPT-CAA-CIV-681-00-11
	ASENTAMIENTOS PERMANENTES		
700	SITUACIÓN	1	DF-SC-EPT-ASP-CIV-700-02-11
701	EMPLAZAMIENTO	1	DF-SC-EPT-ASP-CIV-701-02-11
702	PLANTAS	3	DF-SC-EPT-ASP-CIV-702-02-11
703	ALZADOS. SECCIONES	3	DF-SC-EPT-ASP-CIV-703-02-11
704	PLANTAS ACABADOS	7	DF-SC-EPT-ASP-CIV-704-03-11
705	ELECTRICIDAD	2	DF-SC-EPT-ASP-CIV-705-02-11
706	SANEAMIENTO	3	DF-SC-EPT-ASP-CIV-706-03-11
707	FONTANERÍA	3	DF-SC-EPT-ASP-CIV-707-02-11
708	CLIMATIZACIÓN	1	DF-SC-EPT-ASP-CIV-708-03-11
709	INSTALACIÓN PCI	1	DF-SC-EPT-ASP-CIV-709-02-11
720	ESTRUCTURAS. VIVIENDA TÉCNICOS	3	DF-SC-EPT-PLP-CIV-720-01-11
721	ESTRUCTURAS. VIVIENDA INGENIEROS	3	DF-SC-EPT-PLP-CIV-721-01-11
722	ESTRUCTURAS. VIVIENDAS GERENCIA	3	DF-SC-EPT-PLP-CIV-722-01-11
723	ESTRUCTURAS. VIVIENDAS VISITAS	3	DF-SC-EPT-PLP-CIV-723-01-11

Num.	DENOMINACIÓN	Nº Hojas	CÓDIGO DEL PLANO (NOMBRE FICHERO)
724	ESTRUCTURAS. MÓDULO DE ATENCIÓN MÉDICA	4	DF-SC-EPT-PLP-CIV-724-01-11
725	ESTRUCTURAS. VIVIENDAS DE AUXILIARES	6	DF-SC-EPT-PLP-CIV-725-01-11
726	ESTRUCTURAS. VIVIENDA SERVICIOS COMUNES	4	DF-SC-EPT-PLP-CIV-726-01-11
727	ESTRUCTURAS. TINGLADO MULTIDEPORTIVO	6	DF-SC-EPT-PLP-CIV-727-01-11

VOLUMEN IV. ANEXOS

ÍNDICE

N	VOLUMEN IV. ANEXOS
TOMO I	A.I TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
	1 TOPOGRAFÍA
	2 CARTOGRAFÍA
	A.I.1 INFORME FOTOGRÁFICO
	A.I.2 DATOS IGM
	A.I.3 NIVELACIÓN
	A.I.4 TOPOGRAFÍA RÍO GRANDE, INFORMACION DIGITAL
	A.I.5 BATIMETRIA LA PESCA, INFORMACION DIGITAL
	A.II GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
	1 INTRODUCCIÓN
	2 ESTUDIOS BÁSICOS COMPLEMENTARIOS
TOMO II	A.II.1 RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS REALIZADOS
	A.II.1.1 SONDEOS
	A.II.1.1.1 PLANILLAS DE TESTIFICAIÓN DE SONDEOS
	A.II.1.1.2 FOTOGRAFÍAS DE LAS CAJAS DE SONDEO
	A.II.1.2 ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS
	A.II.1.3 ENSAYOS DE PERMEABILIDAD
	A.II.1.4 ESTACIONES GEOMECAÑICAS
	A.II.1.5 ENSAYOS DE LABORATORIO
	A.II.1.5.1 ENSAYOS DE MUESTREO MANUAL: ROSITAS, RESTO DE PRESAS DE RÍO GRANDE, RECONOCIMIENTO INICIAL DE PRÉSTAMOS DE ARCILLAS, ENSAYOS DE CALICATAS DE ARCILLAS DE BANCOS B-9 Y B-10 DEL RÍO ROSITAS
TOMO III	A.II.1.5.2 ENSAYOS DE ROCAS DE MUESTRAS DE SONDEOS
	A.II.1.6 GEOFÍSICA DE EJES DE CERRADA
	A.II.1.7 ENSAYOS DE INYECCIÓN
	A.II.1.8 MUESTREOS DE TALUDES INESTABLES
	A.II.1.8.1 PLANILLAS DE MUESTREO MANUAL DE TALUDES
	A.II.1.8.2 REPORTAJE FOTOGÁFICO DEL MUESTREO MANUAL REALIZADO EN TALUDES INESTABLES
	A.II.1.8.3 ENSAYOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE LADERAS INESTABLES
	A.II.2 TÚNEL DE DESVÍO
TOMO IV	A.II.2.1 CÁLCULOS DE LA ESTABILIDAD DEL FRENTE
	A.II.2.2 CÁLCULOS TENSO-DEFORMACIONALES
	A.II.3 TÚNEL DE TOMA
	A.II.3.1 CÁLCULOS DE LA ESTABILIDAD DEL FRENTE

N	VOLUMEN IV. ANEXOS	
	A.II.3.2	CÁLCULOS TENSO-DEFORMACIONALES
	A.II.4	PANTALLAS DE HORMIGÓN PLÁSTICO
	A.II.4.1	MEMORIA TÉCNICA
	A.II.4.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PANTALLA DE HORMIGÓN PLÁSTICO
	A.II.4.3	INTERPRETACIÓN DE ENSAYOS DE INYECCIÓN
	A.II.5	ALIVIADERO
	A.II.5.1	CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES
	A.II.5.2	ESQUEMAS DE TRATAMIENTO DE TALUDES
	A.II.6	CENTRAL ELÉCTRICA, CÁLCULOS DE LA CIMENTACIÓN
	A.II.7	CAMINO DE ACCESO, ESTACIONES GEOMECÁNICAS
	A.II.8	PRÉSTAMOS DE ARCILLAS
	A.II.8.1	PLANILLAS DE CALICATAS
	A.II.8.1.1	CALICATAS DE PROYECTOS PREVISO
	A.II.8.1.2	CALICATAS DE ARCILLAS REALIZADAS
	A.II.8.2	ENSAYOS DE LABORATORIO
	A.II.8.2.1	ENSAYOS PROYECTOS PREVIOS
	A.II.8.2.2.a	ENSAYOS TATARENDA, AGUAS TERMALES, BANCO 9 Y 10
TOMO V	A.II.8.2.2.b	ENSAYOS CUMBRE NORTE Y CUMBRE SUR
	A.II.8.3	INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA DE LOS PRÉSTAMOS DE CUMBRE NORTE Y CUMBRE SUR
	A.II.9	PRÉSTAMOS DE GRAVAS Y MATERIALES PARA ESPALDONES, DRENES, FILTROS Y AGREGADOS
	A.II.9.1	PLANILLAS DE CALICATAS DE GRAVAS
	A.II.9.1.1	CALICATAS MANUALES RÍO GRANDE
	A.II.9.1.2	CALICATAS RÍO GRANDE-ROSITAS
	A.II.9.1.3	CALICATAS PROFUNDAS
	A.II.9.1.4	REPORTAJE DE CALICATAS GRAVAS
TOMO VI	A.II.9.2	ENSAYOS DE LABORATORIO
	A.III CLIMATOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	
	1	INTRODUCCIÓN
	2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN
	3	ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO A NIVEL MENSUAL
	4	ESTUDIO DE TEMPERATURA A NIVEL MENSUAL
	5	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
	6	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL ÁREA DEL PROYECTO
	7	CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE RIVAS-MARTÍNEZ
	8	INFLUENCIA DE EL NIÑO Y LA NIÑA
	9	CAMBIO CLIMÁTICO
	A.III.1	INFORMACIÓN RECOPIADA
	A.III.2	ESTACIONES CLIMÁTICAS. VARIABLES DISPONIBLES.
	A.III.3	GRÁFICAS DE LAS SERIES COMPLETADAS DE PRECIPITACIÓN

N	VOLUMEN IV. ANEXOS
A.III.4	ASERIES DE PRECIPITACIÓN AREAL MENSUAL SOBRE LAS CUENCAS VERTIENTES A LAS ESTACIONES DE AFORO EN LA CUENCA ALTA DE RÍO GRANDE.
A.III.5	GRÁFICAS DE LAS SERIES COMPLETADAS DE TEMPERATURA
A.III.6	ASERIES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL AREAL MENSUAL SOBRE LAS CUENCAS VERTIENTES A LAS ESTACIONES DE AFORO EN LA CUENCA ALTA DE RÍO GRANDE.
A.III.7	TABLAS RESUMEN DE DATOS UTILIZADOS EN LA CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
A.III.8	TABLAS Y ROSAS DE FRECUENCIA DE VIENTOS
	A.IV RESUMEN LÍNEA BASE AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICA
1	INTRODUCCIÓN
2	ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO
3	LÍNEA BASE DEL MEDIO FÍSICO
4	LÍNEA BASE DEL MEDIO BIÓTICO
5	LÍNEA BASE DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO
	A.V MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE
1	INTRODUCCIÓN
2	ANTECEDENTES DE CARÁCTER NORMATIVO EN LA PLANIFICACIÓN DE CUENCAS
3	ÁMBITO DEL ESTUDIO
4	ESTUDIOS BÁSICOS COMPLEMENTARIOS
5	DIAGNÓSTICO DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN SUBCUENCAS PRIORITARIAS
6	IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS ANTIEROSIVAS APLICADAS EN CASOS TÍPICOS
7	PROPUESTA DE DOS SUBCUENCAS CON CARACTERÍSTICAS DE EROSIÓN SEVERA PARA LA FORMULACIÓN DE UN PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS ANTIEROSIVAS Y DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE
8	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS ANTIEROSIVAS Y DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE
9	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA
A.V.1	METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES Y PRODUCCIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS
A.V.2	LISTADO ORDENADO DE SUBCUENCAS MODELO SWAT
A.V.3	LISTADO ORDENADO DE SUBCUENCAS MODELO SWAT ORGANIZADAS POR SUBCUENCAS PFAFSTETTER NIVEL 5
A.V.4	TABLA DE VALORES DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTO Y TASA MEDIA ANUAL DE PRODUCCIÓN DE SEDIMENTO POR SUBCUENCAS MODELO SWAT ORGANIZADAS POR SUBCUENCAS PFAFSTETTER NIVEL 5
A.V.5	TABLA DE LAS SUBCUENCAS SWAT PERTENECIENTES A LAS SUBCUENCAS PRIORITARIAS PRINCIPALES, CLASIFICADAS SEGÚN LOS RANGOS ESTABLECIDOS DE LA TASA MEDIA ANUAL DE PRODUCCIÓN DE SEDIMENTO
A.V.6	TABLA DE SUBCUENCAS SWAT PRIORITARIAS. EROSIÓN SEVERA
A.V.7	ACTAS DE REUNIONES EN MICRO CUENCAS
A.V.8	CÓMPUTOS MÉTRICOS
A.V.9	PRECIOS UNITARIOS
A.V.10	PRESUPUESTO TIPO POR ESTRUCTURA Y DIFERENCIADOS POR ITEM Y MICROCUENCA PARA RÉPLICA
	A.VI HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE
1	INTRODUCCIÓN
2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN
3	CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA, MORFOMÉTRICO-FLUVIAL Y DE EROSIÓN, DE LA CUENCA
4	ACTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA SERIE DE CAUDALES OBSERVADOS EN ABAPÓ

N	VOLUMEN IV. ANEXOS
	5 ACTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS PRELIMINAR DE LAS SERIES DE CAUDALES OBSERVADOS EN OTRAS ESTACIONES
	6 MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL ESCURRIMIENTO D ELA CUENCA
	7 MODELACIÓN DEL ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA CON ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO
	8 INTRODUCCIÓN AL MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS
	9 CRECIDAS
	10 EVAPORACIÓN EN EMBALSE
	11 ESTIMACIÓN DE LA CRECIDA MÁXIMA PROBABLE
	A.VI.1 INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA RECOPIADA
	A.VI.2 ANÁLISIS DE DATOS HIDROMÉTRICOS EN ESTUDIOS PREVIOS
	A.VI.3 GEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA. FIGURAS
	A.VI.4 MODELOS DIGITALES DEL TERRENO, IMÁGENES DE RELIEVE Y ALTIMETRÍA Y FRECUENCIAS ALTIMÉTRICAS DE LA CUENCA Y SUBCUENCAS
	A.VI.5 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN PARA ABAPÓ Y PARAÍSO PERÍODO 1975-2012 DEL ESTUDIO ENDE-IT-GGR-8/5-12.
	A.VI.6 SERIES DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL AREAL MENSUAL SOBRE LAS CUENCAS VERTIENTES A LAS ESTACIONES DE AFORO EN LA CUENCA ALTA DE RÍO GRANDE
	A.VI.7 CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN ESTACIONES DE AFOROS EN CRECIDAS (GRÁFICAS)
	A.VI.8 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE AFOROS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS
	A.VI.9 SERIES MENSUALES DE EVAPORACIÓN (DATOS DEL SENAMHI)
	A.VI.10 MODELO SWAT
	A.VI.11 MODELO HEC-HMS
	A.VI.12 SERIES DE CAUDALES AFECTADOS POR CAMBIO CLIMÁTICO (Modelo SWAT). En formato digital.
TOMO VIII	A.VII SEDIMENTOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE
	1 INTRODUCCIÓN
	2 REVISIÓN DE ESTUDIOS SEDIMENTOLÓGICOS EXISTENTES
	3 TRABAJOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS DE ABAPÓ, PARAÍSO Y PUENTE AZERO
	4 MODELO MATEMÁTICO SWAT DE PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS
	5 MUESTREOS GRANULOMÉTRICOS
	6 SEDIMENTOLOGÍA DE LOS SITIOS DE PRESA
	7 DEPOSICIÓN DE SEDIMENTOS EN LOS SIETE EMBALSES
	8 SEDIMENTACIÓN Y PURGA DE SEDIMENTOS
	9 CARGA TOTAL DE SEDIMENTOS DURANTE AVENIDAS EXTRAORDINARIAS
	A.VII.1 RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRAS ADICIONALES. GRANULOMETRÍA
	A.VII.2 RESULTADOS DE LABORATORIO MUESTRAS SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN
	A.VII.3 MODELO MATEMÁTICO 2D IBER DE DEPOSICIÓN DE SEDIMENTOS EN EL EMBALSE DE ROSITAS
	A.VII.4 CAUDALES SÓLIDOS EN AVENIDAS
	A.VIII DEFINICIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA
	1 INTRODUCCIÓN Y ESQUEMA LONGITUDINAL DEL SISTEMA
	2 ALTERNATIVAS A ESTUDIAR
	3 PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS
	4 MODELO DE SIMULACIÓN UTILIZADO

N	VOLUMEN IV. ANEXOS
5	PRINCIPALES PARÁMETROS ENERGÉTICOS OBTENIDOS PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS
6	VALORACIÓN DE LOS PARÁMETROS ENERGÉTICOS OBTENIDOS PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS
7	PARÁMETROS ECONÓMICOS, CÁLCULO Y ANÁLISIS
8	ENCAJE DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS EN EL SIN
9	CONCLUSIONES FINALES
	A.IX MEMORIA JUSTIFICATIVA DE HIPÓTESIS Y CRITERIOS DE CÁLCULO PARA LA CASA DE MÁQUINAS
1	INTRODUCCIÓN
2	DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA
3	NORMATIVA DE APLICACIÓN
4	ACCIONES A CONSIDERAR
5	MATERIALES
6	METODOLOGÍA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL
7	GEOTÉCNIA
8	TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL
A.IX.1	MURO DE CONTRAFUERTE (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.2	MURO LADO COMPUERTAS (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.3	CARGAS DE REFERENCIA PARA LOSA DE CIMENTACIÓN (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.1	CUBIERTA METÁLICA (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.2	UNIÓN ATORNILLADA (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.3	PUENTE GRÚA (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.4	MÉNSULA (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.5	PLACA DE ANCLAJE (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.6	VIGAS DE ATADO (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.4.7	PILARES DE HORMIGÓN (CASA DE MÁQUINAS)
A.IX.5	EDIFICIOS AUXILIARES: VIVIENDAS, MÓDULO DE ATENCIÓN MÉDICA, SERVICIOS COMUNES E INSTALACIONES DEPORTIVAS
A.IX.5.1	VIVIENDAS AUXILIARES
A.IX.5.2	VIVIENDAS INGENIEROS
A.IX.5.3	MODULO DE ATENCIÓN MÉDICA
A.IX.5.4	SERVICIOS COMUNES
A.IX.5.5	VIVIENDAS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS
A.IX.5.6	VIVIENDAS GERENCIA
A.IX.5.7	ESPACIO MULTIDEPORTIVO
A.IX.5.8	CANCHA DE RAQUET
A.IX.6	EDIFICIOS AUXILIARES: TALLER
A.IX.6.1	LISTADO DE CÁLCULOS
	A.X CAMINOS DE ACCESO
1	CAMINOS DE ACCESO DEFINITIVOS
2	CAMINOS DE ACCESO A LAS OBRAS

N	VOLUMEN IV. ANEXOS	
	A.X.1	MEMORIAS DE CÁLCULO
	A.X.2	CÓMPUTOS MÉTRICOS
	A.X.3	CÁLCULOS ESTRUCTURALES
	A.X.4	DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE
TOMO X	A.XI EFECTOS FLUVIOMORFOLÓGICOS AGUAS DEBAJO DE LA PRESA DE ROSITAS	
	1	INTRODUCCIÓN
	2	GEOMETRÍA DEL MODELO
	3	SIMULACIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE
	4	CALIBRACIÓN DEL MODELO HEC-RAS
	5	SIMULACIONES REALIZADAS
	6	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS
	A.XI.1	SECCIONES TRANSVERSALES TOPO-BATIMÉTRICAS
	A.XI.2	RESULTADOS DE SIMULACIÓN CON CAUDALES DE TÉRMINOS DE REFERENCIA Y PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO
	A.XII INFORMES ESPECÍFICOS SOBRE LA TIPOLOGÍA DE LA PRESA	
	1	INTRODUCCIÓN
	A.XII.1	NOTA TÉCNICA SOBRE LA EVENTUAL VIABILIDAD DE UNA PRESA DE GRAVEDAD DE HORMIGÓN EN EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO ROSITAS
	A.XII.2	CONSIDERACIONES SOBRE UNA PRESA DE NÚCLEO ASFÁLTICO
	A.XII.3	NOTA TÉCNICA SOBRE LA ALTERNATIVA DE ALIVIADERO EN TÚNEL PARA LA PRESA DE ROSITAS
	A.XIII MODELOS HIDRÁULICOS	
	1	INTRODUCCIÓN
	2	CURVA DE EMBALSE
	3	CÁLCULOS DE LAMINACIÓN DE AVENIDAS
	4	COMPROBACIÓN DE RESGUARDOS
	5	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL ALIVIADERO
	6	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL DESAGÜE DE FONDO
	7	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL DESVÍO DEL RÍO Y FASES CONSTRUCTIVAS
	8	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL CIRCUITO HIDRÁULICO
	A.XIII.1	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	A.XIII.2	RESULTADOS NUMÉRICOS EN RÉGIMEN TRANSITORIO
	A.XIV MEMORIAS JUSTIFICATIVAS Y DE CÁLCULO	
	1	INTRODUCCIÓN
	2	CÁLCULO DE MECÁNICO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO
	3	CÁLCULOS MECÁNICOS DEL ALIVIADERO
	4	OTROS CÁLCULOS ESTRUCTURALES
	A.XIV.1	RESULTADOS DEL CÁLCULO A PRESIÓN EXTERIOR DEL CIRCUITO HIDRÁULICO
	A.XIV.2	RESULTADOS DEL CÁLCULO A PRESIÓN INTERIOR DEL CIRCUITO HIDRÁULICO
	A.XIV.3	EMBOQUILLES DE LOS TÚNELES DE TOMA
	A.XIV.4	EMBOQUILLES DE LOS TÚNELES DE DESVÍO DEL RÍO

N	VOLUMEN IV. ANEXOS	
	A.XIV.5	POZOS DE COMPUERTAS
	A.XIV.6	PASARELA DEL ALIVIADERO
	A.XIV.7	VIGA CARRIL DEL ALIVIADERO
	A.XIV.8	REVESTIMIENTO DEL TÚNEL DE DE DESVÍO / DESAGÜE DE FONDO
	A.XIV.9	RESULTADOS MUROS DEL ALIVIADERO
TOMO XI	A.XV CÁLCULOS ELÉCTRICOS	
	1	INTRODUCCIÓN
	2	CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES PRINCIPALES
	3	CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES AUXILIARES
	4	CÁLCULO DE FLUJO DE CARGAS Y CAIDA DE TENSIÓN.
	5	CÁLCULO DE LAS BATERIAS DE CORRIENTE CONTINUA.
	6	CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LOS CABLES DE B.T.
	7	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO
	8	CALCULO DE PUESTA A TIERRA
	9	ESTUDIO COORDINACIÓN AISLAMIENTO
	A.XV.1	INFORMES DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA ETAP 12.5
	A.XV.2	RESULTADOS Y GRAFICOS DEL ESTUDIO CON ETAP 12.5
	A.XVI MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	
	1	INTRODUCCIÓN
	2	ESTRUCTURA DE COSTOS
	XVI.1	LISTADO DE INSUMOS
	XVI.1.1	MANO DE OBRA
	XVI.1.2	MATERIALES
	XVI.1.3	MAQUINARIA Y EQUIPOS CONSTRUCCIÓN
	XVI.2	ANÁLISIS PRECIOS UNITÁRIOS (APU)
	XVI.3	MEDICIONES AUXILIARES
	XVI.4	PRESUPUESTO
	XVI.4.1	PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS
	XVI.4.2	RESUMEN DEL PRESUPUESTO
	XVI.5	JUSTIFICACIÓN DE LA TARIFA PARA EL PERSONAL DIURNO Y NOCTURNO
XVI.6	PRINCIPALES COTIZACIONES	
A.XVII PROGRAMA DE TRABAJOS		

VOLUMEN V. PLANOS DE ANEXOS

ÍNDICE

Nº de Plano	Nombre	Nº de Hojas
A1. TOPOGRAFÍA		
T.1.1	MAPA DE UBICACIÓN DE LA POLIGONAL BASE PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO LIDAR	1
T.300	MAPA DE LEVANTAMIENTO LIDAR SECTORIZADO	1
T.1.2	MAPA DE UBICACIÓN DE LAS SECCIONES TOPO-BATIMÉTRICAS AGUAS ABAJO DE LA PRESA ROSITAS	1
T.1.3	MAPA DE UBICACIÓN DE LAS SECCIONES TOPO-BATIMÉTRICAS AGUAS ABAJO DE LA PRESA LA PESCA	1
T.1.4	MAPA DE UBICACIÓN DE LAS SECCIONES TOPO-BATIMÉTRICAS DEL SITIO DE PRESA	1
T.2.1	SECCIONES BATIMÉTRICAS AGUAS ABAJO DE LA PRESA ROSITAS	25
T.2.2	SECCIONES BATIMÉTRICAS AGUAS ABAJO DE LA PRESA LA PESCA	5
T.2.3	SECCIONES BATIMÉTRICAS SITIO DE PRESA ROSITAS	43
A2. CARTOGRAFÍA		
1.1	MAPA SINÓPTICO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.2	MAPA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.3	MAPA GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.4	MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.5	MAPA HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.6.1	MAPA EROSIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 1994	7
1.6.2	MAPA EROSIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 2004	7
1.6.3	MAPA EROSIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 2014	7
1.7.1	MAPA USOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 1994	7
1.7.2	MAPA USOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 2004	7
1.7.3	MAPA USOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 2014	7
1.8.1	MAPA COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 1994	7
1.8.2	MAPA COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 2004	7
1.8.3	MAPA COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, ESCENARIO 2014	7
1.9	MAPA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE REMOCIÓN EN MASA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.10.1.1	MAPA ISOYETAS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, PERIODO SECO	7
1.10.1.2	MAPA ISOYETAS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, PERIODO HÚMEDO	7
1.10.1.3	MAPA ISOYETAS MEDIA ANUAL DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.10.2.1	MAPA ISOTERMAS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, PERIODO SECO	7
1.10.2.2	MAPA ISOTERMAS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, PERIODO HÚMEDO	7

Nº de Plano	Nombre	Nº de Hojas
1.10.2.3	MAPA ISOTERMAS MEDIA ANUAL DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.11	MAPA DE LÍMITES MUNICIPALES DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
1.12	MAPA ARQUEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO DEL CURSO MEDIO DEL RÍO GRANDE	7
2.6	MAPA SISMO-TECTONICO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	7
A3. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA		
903	PLANO GEOLÓGICO DEL VASO DEL EMBALSE DE ROSITAS 1:50,000	12
904	PLANO GEOLÓGICO DEL VASO DEL EMBALSE DE ROSITAS 1:25,000	33
905	PLANO DE ESTABILIDAD DE LADERAS, PENDIENTES DEL VASO DE ROSITAS	2
906	PLANO DE SITUACIÓN DE LADREAS INESTABLES	1
907	PLANO DE TATAMIENTO DE INESTABILIDADES, PLANTA Y SECCIÓN TIPO	45
908	PLANTA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LA CERRADA DE LA PRESA DE ROSITAS 1:2.500	1
909	PLANTA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LA CERRADA DE LA PRESA DE ROSITAS 1:1.000 (DIN A-3)	23
910	PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE LA PRESA DE ROSITAS	5
911	PLANO DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS DE ESTUDIOS PREVIOS	1
912	PLANO DE SITUACIÓN DE SONDEOS DE EJES DE PRESA REALIZADOS	1
913	PLANO DE SITUACIÓN DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS	1
914	PERFIL DE PERMEABILIDAD DEL EJE DE PRESA	1
915	PLANTA Y PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL TÚNEL DE DESVÍO	2
916	PERFIL DE PERMEABILIDAD DE LA TAGUÍA	1
917	PERFIL GEOLÓGICO-GEOTECNICO DE LA ATAGUÍA	1
918	PLANTA Y PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DEL TÚNEL DE TOMA	3
919	PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	1
920	PLANTA Y PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE LOS CAMINOS DE ACCESO	11
921	PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN INICIAL DEL RÍO ROSITAS	1
922	PROPUESTA DE CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN DE PRESTAMOS DE GRAVAS	3
923	PLANO DE SITUACIÓN DE PRÉSTAMOS INVESTIGADOS DE ARCILLA	4
924	PLANO DE SITUACIÓN DE CALICATAS Y SONDEOS DE PRÉSTAMOS DE ARCILLAS (PRÉSTAMO 10, CUMBRE NORTE Y CUMBRE SUR)	3
925	PLANO DE INVESTIGACIONES DE ZONAS DE PRÉSTAMOS	5
926	PLANO DE IMPLANTACIÓN DE PRÉSTAMOS DE GRAVAS	3
927	PLANO DE IMPLANTACIÓN DE PRÉSTAMOS DE ARCILLAS	3
928	PLANO DE PROPUESTA DE ACCESOS Y SITUACIÓN DE CANTERAS PARA ENROCADO DE PROTECCIÓN	6
A4. HIDROLOGÍA E HIDROSEDIMENTOLOGÍA		
	<i>CUENCA DEL RÍO CAINE</i>	
B.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE	6
B.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE	6
B.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE	6
B.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE	6
	<i>CUENCA DEL RÍO CHAYANTA</i>	
C.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	8
C.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	8
C.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	8

Nº de Plano	Nombre	Nº de Hojas
C.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	8
	<i>CUENCA DEL RÍO MIZQUE</i>	
D.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	7
D.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	7
D.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	7
D.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	7
	<i>CUENCA DEL RÍO AZERO</i>	
E.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO	5
E.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO	5
E.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO	5
E.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO	5
	<i>CUENCA DEL RÍO GRANDE INICIAL</i>	
F.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CUENCA GRANDE INICIAL	6
F.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA CUENCA GRANDE INICIAL	6
F.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA GRANDE INICIAL	6
F.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LA CUENCA GRANDE INICIAL	6
	<i>AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS</i>	
G.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	7
G.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	7
G.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	7
G.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	7
	<i>CUENCA RÍO GRANDE MEDIO</i>	
H.5.4	MAPA DE TIPOS DE SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE MEDIO	2
H.5.7	MAPA HIPSOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE MEDIO	2
H.5.8	MAPA DE PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE MEDIO	2
H.5.11	MAPA DE ZONAS DE EROSIÓN REGRESIVA SIGNIFICATIVA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE MEDIO	2
	<i>ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO</i>	
I.5.1	MAPA DE DEPOSICIÓN DE SEDIMENTOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE ROSITAS	51
A5. MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS		
	<i>CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS</i>	
A.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS	1
A.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS. MODELO SWAT	1
A.6.11	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS. MODELO SWAT	1
A.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS. MODELO SWAT	1
A.6.13	MAPA DE PRIORIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS, BAJA	1
A.6.14	MAPA DE PRIORIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS, MEDIA	1
A.6.15	MAPA DE PRIORIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE HASTA ROSITAS, ALTA	1
	<i>CUENCA DEL RÍO CAINE</i>	
B.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE	6
B.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE	1

Nº de Plano	Nombre	Nº de Hojas
B.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE. MODELO SWAT	1
B.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE. MODELO SWAT	1
B.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA DEL RÍO CAINE. MODELO SWAT	1
B.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO CAINE. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	1
B.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO CAINE. VEGETACIÓN 2014	1
B.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO CAINE. USOS DEL SUELO 2014	1
B.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO CAINE	1
	<i>CUENCA DEL RÍO CHAYANTA</i>	
C.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	8
C.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	1
C.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA. MODELO SWAT	1
C.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA. MODELO SWAT	1
C.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA. MODELO SWAT	1
C.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	1
C.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA. VEGETACIÓN 2014	1
C.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA. USOS DEL SUELO 2014	1
C.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO CHAYANTA	1
	<i>CUENCA DEL RÍO MIZQUE</i>	
D.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	7
D.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	1
D.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE. MODELO SWAT	1
D.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE. MODELO SWAT	1
D.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE. MODELO SWAT	1
D.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	1
D.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE. VEGETACIÓN 2014	1
D.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE. USOS DEL SUELO 2014	1
D.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MIZQUE	1
	<i>CUENCA DEL RÍO AZERO</i>	
E.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO	5
E.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO	1
E.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO. MODELO SWAT	1
E.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO. MODELO SWAT	1

Nº de Plano	Nombre	Nº de Hojas
E.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA DEL RÍO AZERO. MODELO SWAT	1
E.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO AZERO. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	1
E.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO AZERO. VEGETACIÓN 2014	1
E.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA DEL RÍO AZERO. USOS DEL SUELO 2014	1
E.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO AZERO	1
	<i>CUENCA RÍO GRANDE INICIAL</i>	
F.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA GRANDE INICIAL	6
F.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA GRANDE INICIAL	1
F.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA GRANDE INICIAL. MODELO SWAT	1
F.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA GRANDE INICIAL. MODELO SWAT	1
F.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA GRANDE INICIAL. MODELO SWAT	1
F.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA GRANDE INICIAL. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	1
F.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA GRANDE INICIAL. VEGETACIÓN 2014	1
F.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA GRANDE INICIAL. USOS DEL SUELO 2014	1
F.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA GRANDE INICIAL	1
	<i>AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS</i>	
G.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	7
G.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	1
G.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS. MODELO SWAT	1
G.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS. MODELO SWAT	1
G.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS. MODELO SWAT	1
G.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	1
G.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS. VEGETACIÓN 2014	1
G.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS. USOS DEL SUELO 2014	1
G.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LOS AFLUENTES AL EMBALSE ROSITAS	1
	<i>CUENCA RÍO GRANDE MEDIO</i>	
H.6.8	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA GRANDE MEDIO	2
H.6.9	MAPA DE DELIMITACIÓN DE SUBCUENCAS SWAT DE LA CUENCA GRANDE MEDIO	1
H.6.10	MAPA DE PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA GRANDE MEDIO. MODELO SWAT	1
H.6.11	MAPA DE TASA MEDIA ANUAL DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA GRANDE MEDIO. MODELO SWAT	1
H.6.12	MAPA DE UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA (HRU) DE LA CUENCA GRANDE MEDIO. MODELO SWAT	1
H.6.13	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA	1

Nº de Plano	Nombre	Nº de Hojas
	GRANDE MEDIO. GRANDES UNIDADES DE RELIEVE	
H.6.14	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA GRANDE MEDIO. VEGETACIÓN 2014	1
H.6.15	MAPA DE SUBCUENCAS SWAT CON EROSIÓN SEVERA EN LA CUENCA GRANDE MEDIO. USOS DEL SUELO 2014	1
H.6.16	MAPA DE FENÓMENOS DE EROSIÓN EN LA CUENCA GRANDE MEDIO	1
	<i>MICROCUENCA SOPO MAYU</i>	
I.6.1	MAPA BASE DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.2	MAPA DE CURVAS DE NIVEL DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.3	MAPA DE PENDIENTES DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.4	MAPA HIDROGRÁFICO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.5	MAPA GEOLÓGICO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.6	MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.7	MAPA DE COBERTURA VEGETAL DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.8	MAPA DE USO DE SUELO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.9	MAPA DE EROSIÓN DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.10	IMAGEN SATELITAL DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
I.6.11	MAPA DE INTERVENCIÓN DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
	<i>MICROCUENCA JATUN PAMPA MAYU</i>	
J.6.1	MAPA BASE DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.2	MAPA DE CURVAS DE NIVEL DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.3	MAPA DE PENDIENTES DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.4	MAPA HIDROGRÁFICO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.5	MAPA GEOLÓGICO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.6	MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.7	MAPA DE COBERTURA VEGETAL DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.8	MAPA DE USO DE SUELO DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.9	MAPA DE EROSIÓN DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.10	IMAGEN SATELITAL DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1
J.6.11	MAPA DE INTERVENCIÓN DE LA MICROCUENCA SOPO MAYU	1

INDICE ARCHIVOS DIGITALES

ANEXO I. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA	Topografía Rositas
	Batimetría Rositas
ANEXO II. GEOLOGÍA-GEOTECNIA	Modelo Plaxis de la Presa de Rositas
ANEXO VI. HIDROLOGÍA	Modelo HEC-HMS
	Modelo SWAT
	Series de Caudales afectadas por el cambio Climático (SWAT)
ANEXO VII. SEDIMENTOLOGÍA	Modelación con IBER
	Modelo SWAT (Sedimentología)
	Compactación en Embalse
ANEXO VIII. DEFINICIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA	Simulaciones realizadas
ANEXO X. CAMINOS DE ACCESO	D_masas_caminos_Rositas
ANEXO XIII. MODELOS HIDRÁULICOS	Lamines
ANEXO XVI. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Plantillas PRESTO
	OD_Formato digital (Mediciones auxiliares)
ANEXO XVII. PROGRAMA DE TRABAJOS	Programa de Trabajos

TÍTULO INFORME		7.3.4.1. INFORME FINAL DE DISEÑO FINAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	
FECHA ENTREGA		VERSIÓN INFORME	
Junio de 2017		V.FINAL	
DOCUMENTOS ANTECEDENTES	DOCUMENTACIÓN REMITIDA	OBSERVACIONES RECIBIDAS	
	Con fecha 30 de noviembre de 2016, Eptisa remitió a ENDE el informe 7.3.4.1. INFORME FINAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS	Con fecha 30 de Diciembre de 2016, la Consultora Eptisa recibe la nota “ENDE-DEPH-12/113-16” Ref. Observaciones al Informe Informe Final de la Central Hidroeléctrica Rositas 7.3.4.1 “Servicio de Consultoría para el Diseño final y Documentos de Licitación del Proyecto Construcción Central Hidroeléctrica Rositas”.	
SÍNTESIS CONTENIDO DEL INFORME	El Informe Ejecutivo es un resumen del Diseño final del Proyecto Hidroeléctrico de Rositas.		
OBSERVACIONES O COMENTARIOS ADICIONALES			

7.3.4.1. INFORME FINAL DE DISEÑO FINAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

1. INTRODUCCIÓN Y RESUMEN DEL PROYECTO

El presente informe tiene por objeto describir los trabajos realizados y la solución propuesta para las obras que componen el Proyecto del Aprovechamiento Hidroeléctrico de Rositas a nivel de Diseño Final, dando respuesta a los Términos de Referencia que rigen el contrato.

1.1. Objetivos

La utilización de los recursos hidráulicos en la actualidad se planifica de forma integral para conseguir la máxima utilización del agua y el mejor reparto entre los distintos usos. El Estado Boliviano ha realizado diversos estudios en la cuenca del curso medio del río Grande con el fin de, mediante una sucesión de saltos en cascada, conseguir desde un punto de vista técnico, económico y medioambiental lo siguiente:

- Aprovechamiento hidroeléctrico del recurso hídrico
- Regulación de caudales y atenuación de crecidas
- Aprovechamiento del agua regulada para uso consuntivo, agrícola y pecuario

De acuerdo con las conclusiones obtenidas con datos actualizados del Estudio de Prefactibilidad realizado, el aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca media del río Grande se estructura en torno a 7 embalses (Seripona, Cañahuecal, Las Juntas, Ocampo, Peña Blanca, La Pesca y Rositas) que, contruidos en cascada, posibilitarían la instalación de, aproximadamente, 2.520 MW de potencia hidráulica y la generación anual de 12.066 Gwh de energía.

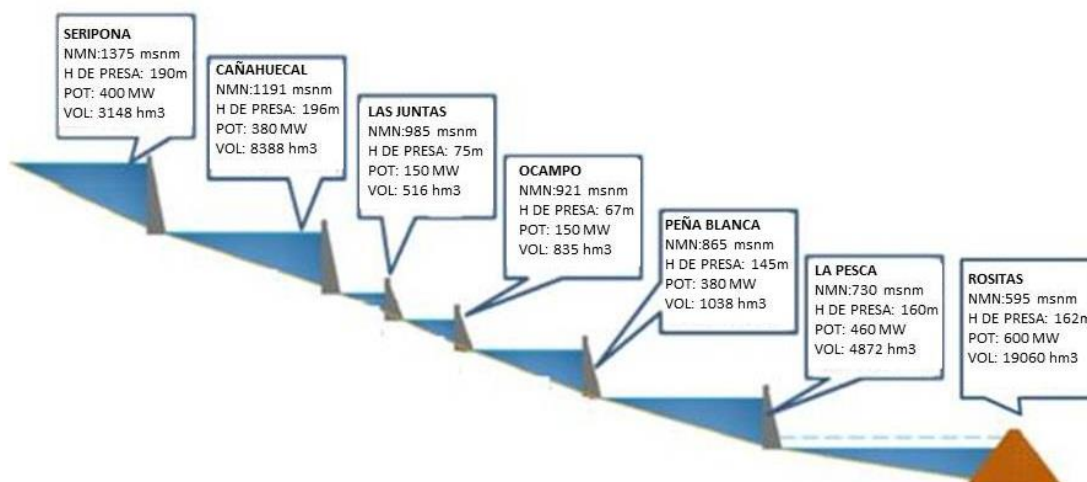


Fig. 1. Esquema longitudinal propuesto en Estudio de Prefactibilidad

El Aprovechamiento Hidroeléctrico de Rositas es la piedra angular del sistema de embalses previsto para la cuenca media del río Grande; la ejecución de este proyecto permitiría conseguir los señalados objetivos fundamentales:

- Aprovechamiento hidroeléctrico: Puesta en funcionamiento de una Central Hidroeléctrica que, con una potencia instalada de 600 MW, tendría una producción de, aproximadamente, unos 3.064 GWh/año y una potencia firme garantizada de 403 MW.
- Regadío: El volumen del embalse de Rositas, con capacidad para 19.094,51 hm³, permitirá el desarrollo potencial de una superficie regable de 165.000 ha en la zona de las llanuras de Abapó, Izozog y Florida.
- Atenuación de crecidas y disminución del riesgo de inundación en toda la zona situada aguas abajo de la presa.

1.2. Descripción general del Proyecto

El proyecto Rositas se encuentra situado sobre el río Grande, aguas abajo de su confluencia con el río Rositas, 16 km aguas arriba de la población de Abapó, en el límite de las provincias Valle Grande y Cordillera en el Departamento de Santa Cruz, a una elevación de 443,00 m.s.n.m.

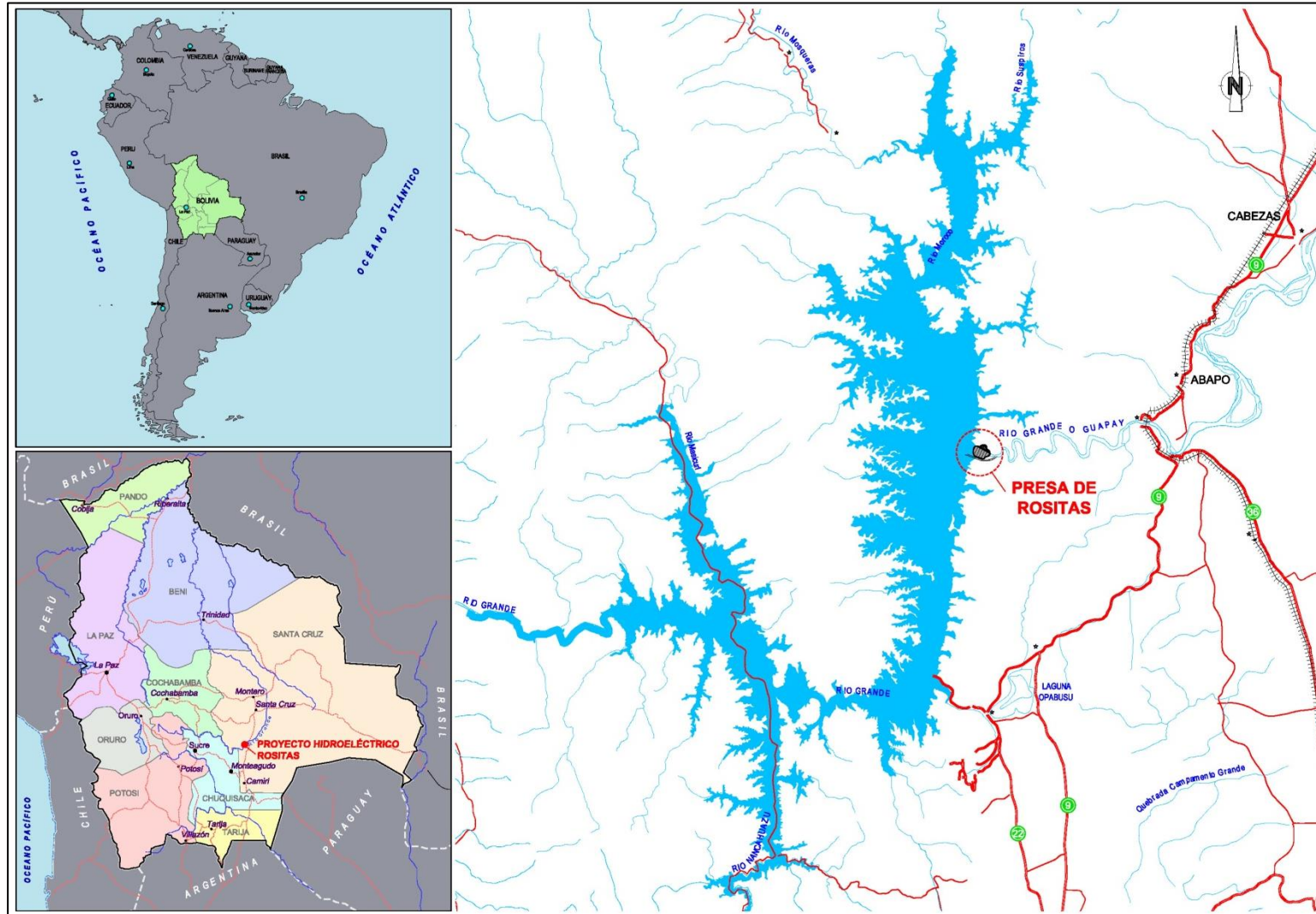


Fig. 2. Situación del Proyecto Hidroeléctrico Rositas

Para cumplir con los objetivos definidos, el Proyecto está constituido por las siguientes obras:

- Presa de tierras con núcleo de arcilla sobre el propio cauce del río Grande, con su cota de coronación a la 605,00 m.s.n.m y altura sobre el cauce de 162,00 m (171,00 m sobre cimientos). El nivel máximo normal de explotación se sitúa a la cota 595,00 m.s.n.m y el nivel mínimo de explotación a la 536,00 m.s.n.m.
- Desvío del río conformado por dos túneles de 17,00 m de diámetro que discurren por la margen derecha, con una longitud de 3.260,21 m, y que, con un caudal de diseño de 6.380,00 m³/s, permite el paso de la avenida de período de retorno 25 años. Estos dos túneles se complementan con una ataguía y una contraataguía para posibilitar el desvío del río durante la construcción
- Vertedero para evacuación de crecidas en la margen izquierda, diseñado para la crecida de 10.000 años atenuada (11.995,63 m³/s) y comprobado para la Crecida Máxima Probable (PMF) atenuada, (12.265,21 m³/s).
- Dos tomas de agua de entrada a los dos túneles de 8,00 m de diámetro blindados de acero para alimentación de la Central Hidroeléctrica.
- Central hidroeléctrica a pie de presa, situada en la zona de central del cauce del río Grande y que, con un salto bruto máximo de 152,00 m y un caudal turbinado de 440,00 m³/s (4 x 110,00 m³/s), tiene una potencia máxima instalada de 600 MW. La central está equipada con 4 turbinas Francis de eje vertical y 150,00 MW de potencia cada una. El caudal turbinado se utilizará para satisfacer las demandas de las zonas regables aguas debajo de la presa.
- Tres desagües de fondo de sección rectangular de 3,10 x 3,80 m regulados cada uno por una válvula Bureau y una compuerta Taintor de las mismas dimensiones. Estos desagües de fondo aprovechan parcialmente el túnel derecho de desvío del río. Los desagües de fondo tienen una toma única situada a la cota 495,00 m.s.n.m y, dicha toma, se conecta con el túnel de desvío mediante un codo vertical de 17,00 m de diámetro. Si por cualquier circunstancia, la casa de máquinas no funciona o turbinas un caudal inferior al requerido para riego, se utilizarán los desagües de fondo para satisfacer estas demandas.

Para el acceso a la coronación de la presa desde la población de Abapó se ha diseñado un camino permanente de 22,31 km de longitud por la margen derecha del río Grande. Asimismo, se ha definido un camino de acceso a la Central Hidroeléctrica a pie de presa que parte del anterior en el PK de 15+024 y tiene 7,14 km de longitud.

En la casa de máquinas, se han previsto las instalaciones auxiliares necesarias para la operación-mantenimiento de la Presa y Central Hidroeléctrica; estas comprenden: Oficina de Control, Oficina de Seguridad, Talleres (3) y Almacenes (3).

Las instalaciones de campamentos permanentes se ubican a una distancia de 9,91 km de la presa por su camino de acceso y consta de:

- Viviendas para gerencia, huéspedes, técnicos especializados, auxiliares, etc.
- Servicios de cocina, comedores y lavanderías
- Zonas de deportes y recreación colectiva.

1.3. Cuadro Resumen del Proyecto

En el cuadro de síntesis que se adjunta a continuación, se muestran las principales características del Proyecto Hidroeléctrico Rositas:

Tabla 1.- Cuadro resumen del proyecto.

1. Características de la cuenca del río Grande hasta el sitio de Presa	
Superficie de la cuenca de aportación	59.347,47 km ²
Longitud del cauce principal hasta el sitio de presa (confluencia de los ríos Caine y Chayanta)	693,31 km (incluyendo el cauce del río Caine)
Precipitación media de la cuenca	647,80 mm
Caudal medio en el sitio de la presa Rositas	312,60 m ³ /s
Aporte de sedimentos medio anual	248,10 Millones de toneladas
Temperatura media	16 °C
Evaporación en Rositas (mm)	1.640,70 mm
Caudal punta avenida T=10.000 años	14.873,19 m ³ /s
Volumen total avenida T=10.000 años	15.238,76 hm ³
Caudal punta avenida PMF	15.794,70 m ³ /s
Volumen total avenida PMF	16.153,90 hm ³
2. Embalse	
Nivel de coronamiento de la presa	605,00 m.s.n.m
Nivel máximo maximorum de aguas	600,28 m.s.n.m
Nivel máximo normal de operación	595,00 m.s.n.m
Nivel mínimo de operación	536,00 m.s.n.m
Área de inundación a nivel de coronación	449,00 km ²
Área de inundación a nivel normal de operación	410,00 km ²
Volumen total de embalse (595,00 m.s.n.m)	19.094,51 hm ³
Volumen máximo de embalse (600,28 m.s.n.m)	21.220,90 hm ³
Volumen útil de embalse (Hasta el nivel mínimo de operación: 536,00 m.s.n.m)	14.829,16 hm ³
3. Presa Principal	
Tipo de presa	Relleno de tierra con núcleo de arcilla
Nivel máximo de coronamiento	605,00 m.s.n.m
Altura de presa (sobre cimientos)	171,00 m
Altura de presa (sobre el cauce)	162,00 m
Longitud de coronamiento de la presa	540,00 m

Volumen de relleno de presa	15.312.788,00 m ³
Excavación total (Ataguía y cuerpo de presa)	1.376.257,00 m ³
4. Desvío del río Grande durante la construcción	
Tipo	Dos túneles de 17,00 m de diámetro que discurren por la margen derecha
Longitud total	3.260,21 m
Longitud túnel izquierdo	1.591,59 m
Longitud túnel derecho	1.668,62 m
Caudal de diseño (Lámina libre)	6.380,00 m ³ /s
Período de retorno de la crecida de diseño	25 años
5. Vertedero de excedencias	
Tipo	De superficie, con compuertas ubicado en la margen izquierda y con 3 canales de descarga de 29,67m de ancho cada uno
Caudal de diseño (crecida de 10.000 años atenuada)	11.995,63 m ³ /s
Caudal de comprobación (PMF atenuada)	12.265,21 m ³ /s
Número de compuertas	9
Tipo de compuertas	de Sector (Taintor)
Anchura de compuertas	10,50 m
Altura de compuertas	11,00 m
Cota umbral del vertedero	584,00 m.s.n.m
Estructura terminal del aliviadero	Cuenca de resalto hidráulico común a las rápidas de los tres canales, que consta de una serie de dientes de disipación y un azud a 45° con el flujo de agua
Volumen de excavación	6.116.875,00 m ³
Volumen de hormigón estructural	566.449,00 m ³
6. Desagües de Fondo	
Ubicación	Margen derecha, aprovechando parte del túnel derecho de desvío del río
Nº desagües	3
Compuertas de regulación	Tipo Taintor 3,10 x 3,00 (ancho x alto)
Compuertas de guarda	Tipo Bureau 3,10 x 3,80 (ancho x alto)
Compuertas de aislamiento (Ataguías)	2 de 6,00 m de ancho x 14,70 m de altura en pozo aguas abajo de la embocadura y aguas arriba de la caverna

	de compuertas
Embocadura	En túnel independiente al de desvío
Cota de la embocadura	495,00 m.s.n.m.
Capacidad total del desagüe de fondo a NMN:	1.255,83 m ³ /s
Tiempo de vaciado hasta la parte más baja de la embocadura de toma:	183 días
7. Toma de agua circuito hidráulico	
Ubicación	En margen derecha
Nº conductos y tipo	2 túneles blindados de 8,00 m de diámetro
Cota de la embocadura	510,00 m.s.n.m.
Longitud de los túneles	700,00 m y 720,00 m
Cierre de la toma	2 compuertas Wagon de 6,20 x 8,00 y 2 ataguías situadas en sendos pozos a 100 metros aguas abajo de la embocadura
8. Casa de Máquinas	
Tipo de Turbinas	Francis de eje vertical
Núm. de unidades y potencia	4 x 150,00 MW
Caudal de diseño	4 x 114,50 m ³ /s
Caída máxima (bruta)	152,00 m
Caída mínima (bruta)	93,00 m
Producción media anual	3.064,63 GWh/año
Cota de eje de turbinas	441,27 m.s.n.m
Nivel de restitución	443,00 m.s.n.m
9. Subestación de salida (3 líneas de 230 kV)	
Capacidad de transformación	440,00 MVA
Tensión Primaria	13,40 kV
Tensión Secundaria	230,00 kV
10. Caminos de acceso	
Camino de acceso a coronación	22,31 km
Camino de acceso a central	7,14 km
11. Plazo de construcción estimado	5,50 años + 6-7 meses puesta en marcha
12. Coste estimado de las obras	1.179.397.204,74 US\$

1.4. Costos del proyecto

En el **Anexo XV** del presente documento se presentan los precios unitarios y los cálculos métricos a los que se ha aplicado dichos precios. Como resumen de dicha justificación se obtiene el siguiente cuadro resumen del presupuesto de las obras.

Tabla 2.- Resumen de presupuesto de las obras

CÓDIGO	RESUMEN	PRESUPUESTO (US\$)
0	TRABAJOS GENERALES	4.156.185,00
1	PRESA	782.965.413,93
2	CENTRAL HIDROELÉCTRICA	241.761.182,92
3	CIRCUITO HIDRÁULICO	124.026.443,22
4	CAMINOS DE ACCESO	19.571.759,26
5	EDIFICIOS AUXILIARES	6.916.220,41
COSTES DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN		1.179.397.204,74
6	EXPROPIACIÓN	70.850.790,65
7	DEFORESTACIÓN	120.000.000,00
8	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA	93.000.000,00
9	MEDIDAS DE IMPACTO AMBIENTAL	51.675.070,77
TOTAL		1.514.923.066,16

1.5. Plazo de ejecución de las obras

Se ha realizado un programa de trabajos en función de los diferentes volúmenes de obra, resultando un plazo para la ejecución de las obras de aproximadamente 5,5 años de la obra civil e instalaciones y otros 6-7 meses hasta la puesta en servicio de todos los equipos de producción de energía.

A continuación, se presenta un detalle con las principales actividades incluidas en el plan de obra:

Fig. 3. Resumen del Programa de trabajo.

2. APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO GRANDE

La cuenca media del río Grande ofrece un alto potencial de desarrollo energético, económico y social para el Estado Plurinacional de Bolivia y forma parte esencial de las estrategias y objetivos planificados por el Estado Boliviano, entre los que destacan los siguientes:

- Universalizar el servicio de energía eléctrica.
- Cambio de la matriz energética, reduciendo la utilización de combustibles fósiles por energía más limpia y económica.
- Incentivos a la instalación de plantas de generación de energías renovables y aprovechamiento de los recursos naturales, con criterios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.
- Visión de país a largo plazo. Sostenibilidad, soberanía e independencia energética.
- Generación y exportación de excedentes energéticos.

Las previsiones de desarrollo eléctrico a medio y largo plazo, vienen recogidas en la actualidad en dos documentos básicos, el Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025. Editado por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas. Enero 2014 y el Plan Óptimo de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2012-2022. Editado por el CNDC. Diciembre de 2011. En los que, por una parte, se hacen previsiones sobre la evaluación de la demanda eléctrica y, por otra parte, se identifican las nuevas instalaciones de generación y transporte necesarias para cumplir con dichas demandas.

En este sentido, el desarrollo hidroeléctrico de la cuenca media del río Grande es prioritario y con este fin, se han realizado diversos estudios en la zona montañosa del río Grande para analizar el potencial utilizable y la forma óptima del aprovechamiento para usos múltiples, hidroeléctrico, regulación de caudales y la atenuación de crecidas, además del aprovechamiento del agua regulada para el uso consuntivo agrícola y pecuario, en las llanuras de Abapó, Izozog y Florida, incluyendo el abastecimiento de agua potable y el beneficio de la reducción de la magnitud de las inundaciones aguas abajo de Abapó.

El río Grande o Guapay de Bolivia forma parte de la cuenca del río Mamoré, tributario del Madera, dentro de la hoya hidrográfica del Amazonas. El río Grande, en su curso superior, objeto de estudio, tiene su principal sección de control aguas abajo de la confluencia con el río Rositas, en las proximidades de Abapó, con una cuenca de, aproximadamente, 59.000,00 km², que se extiende en la vertiente oriental de la Cordillera Real u Oriental de Los Andes, con altitudes máximas entre 3.500,00 y 4.100,00 m.s.n.m en sus nacientes y una altitud del orden de 400,00 m.s.n.m al inicio de su curso inferior en las llanuras del Departamento de Santa Cruz.

Las precipitaciones medias anuales en la cuenca varían entre 500,00 y 1.000,00 mm. Los caudales medios anuales en Abapó varían entre un mínimo de 114,00 m³/s y un máximo de 858 m³/s, ambos registrados. El caudal medio multianual estimado en diversos estudios hidrológicos varía entre 276,00 m³/s y 377,00 m³/s y caudales mínimos mensuales de 30,00 a 40,00 m³/s. Los volúmenes anuales de escorrentía se estiman en el orden de 9.000,00 a 11.000,00 hm³.

La primera referencia de estos trabajos data de los años 1971-1972 cuando Harza Engineering Co elaboró para la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) el Estudio de Prefactibilidad del Desarrollo Hidroeléctrico del Río Grande.

De acuerdo con los términos de referencia que rigen el presente contrato, Eptisa ha realizado una actualización de dicho estudio de Prefactibilidad tomando en consideración los nuevos levantamientos topográficos y los estudios geológicos-geotécnicos, hidrológicos, sedimentológicos, etc.

De acuerdo con los trabajos realizados, el esquema propuesto es el siguiente:

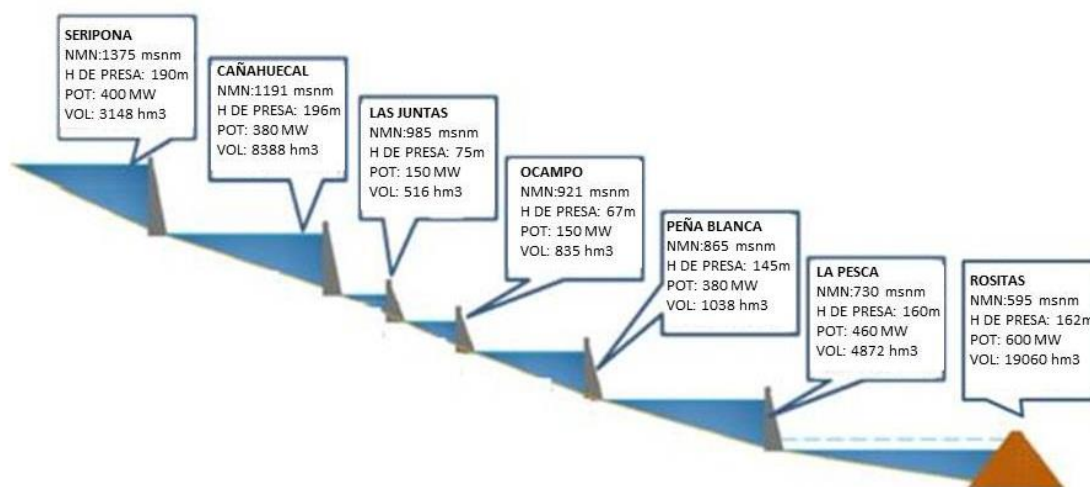


Fig. 4. Esquema longitudinal propuesto para el aprovechamiento de la cuenca media del río Grande

Recorriendo el río Grande de aguas arriba hacia aguas abajo, el primero de los aprovechamientos hidroeléctricos previstos es el de **Seripona**; localizado, aproximadamente, 71 km aguas abajo de Puente Arce y cerca del río Seripona. Se ha previsto la construcción de una presa de gravedad de hormigón de planta recta con una altura de 215 m sobre cimientos, creando un embalse con un nivel máximo normal situado a la cota 1.375,00 m.s.n.m y volumen total de **3.148 hm³**. La potencia instalada es de **400 MW**.

Inmediatamente aguas abajo de la presa de Seripona, se encuentra el embalse de **Cañahuecal** cuyo sitio de presa está localizado, aproximadamente, 126 km aguas abajo de Puente Arce y a 11 km aguas abajo del río Tomima. En dicho emplazamiento se ha planteado la construcción de una presa bóveda delgada de doble curvatura con una altura máxima sobre cimientos de 216 m. El embalse generado tiene un volumen de **8.388 hm³** con el nivel máximo normal situado a la cota 1191,00 m.s.n.m; este embalse permite la instalación de una casa de máquinas con una potencia instalada de **380 MW**.

La presa de **Las Juntas** está localizada a 1 km hacia aguas abajo de la confluencia del río Mizque con el río Grande. Se ha previsto la construcción de una presa arco-gravedad de hormigón vibrado

con la central hidroeléctrica integrada dentro del propio cuerpo de presa; la presa prevista tiene una altura de 95 m sobre cimiento y genera un embalse de **516 hm³** a cota de nivel máximo normal (985,00 m.s.n.m). La central hidroeléctrica tendrá una potencia instalada de aproximadamente **150 MW**.

Aguas abajo de la presa de **Las Juntas** se encuentra el embalse de **Ocampo** cuya presa está localizada 29 km aguas abajo de la confluencia del río Grande con el río Mizque. Está prevista una presa de tierras con núcleo arcilloso impermeable de 85 m de altura sobre cimientos que generará un embalse que a cota de nivel máximo normal, 921,00 m.s.n.m, generará un embalse de **835 hm³**. La central hidroeléctrica tendrá una potencia instalada de aproximadamente **150 MW**.

La presa de **Peña Blanca** se encuentra localizada 42 km aguas abajo de la presa de Ocampo. Se ha previsto una presa tipo arco-gravedad de hormigón compactado de 165 m de altura sobre cimiento. El nivel máximo normal previsto para el embalse de Cañahuecal es el 865,00 m.s.n.m; el volumen embalsado a esta cota es de aproximadamente **1.038 hm³**. La potencia instalada en la central hidroeléctrica será de aproximadamente **380 MW**.

La presa de **La Pesca** está localizada 274 km aguas abajo de Puente Arce y, aproximadamente, a 108 km aguas arriba de Abapó, justo aguas abajo de la confluencia del río La Pesca con el río Grande. Está previsto construir una presa de 180m de altura sobre cimientos que genere un embalse que, con el nivel máximo normal situado a la cota 730,00 m.s.n.m, tenga capacidad para almacenar **4.872 hm³**. Está prevista la construcción de una presa de gravedad de hormigón compactado y planta curva; asimismo, la central hidroeléctrica tendrá una potencia instalada de aproximadamente **460 MW**.

En la planificación eléctrica de Bolivia se prevé la puesta en servicio en 2020 del proyecto de Rositas y a partir del 2025 el conjunto de proyectos que constituyen el aprovechamiento hidroeléctrico de la cascada de río Grande, aguas arriba de la CH Rositas.

En los estudios realizados en el marco de este contrato, Eptisa ha propuesto que después de la central de Rositas, se construya la central de Cañahuecal y la central de La Pesca, como segunda y tercera central, respectivamente, todo ello justificado por la mayor contribución de potencia y energía de dichas centrales y su mayor contribución a la regulación de caudales para otro tipo de usos, con el menor coste monómico. En consecuencia, en el marco del contrato de Eptisa, se desarrollará el estudio de factibilidad del proyecto hidroeléctrico de Cañahuecal.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y EQUIPAMIENTO HIDRO-MECÁNICO

En este capítulo se describen de forma más detallada las obras que componen el Proyecto del Aprovechamiento Hidroeléctrico de Rositas, que principalmente son las siguientes:

- Presa de tierra con núcleo de arcilla
- Obras del desvío del río durante la construcción
- Aliviadero de evacuación de crecidas
- Desagüe de fondo
- Toma del Embalse y aducción de fuerza (circuito hidráulico)
- Casa de máquinas
- Subestación de salida
- Caminos de acceso permanentes
- Instalaciones auxiliares permanentes (campamento)

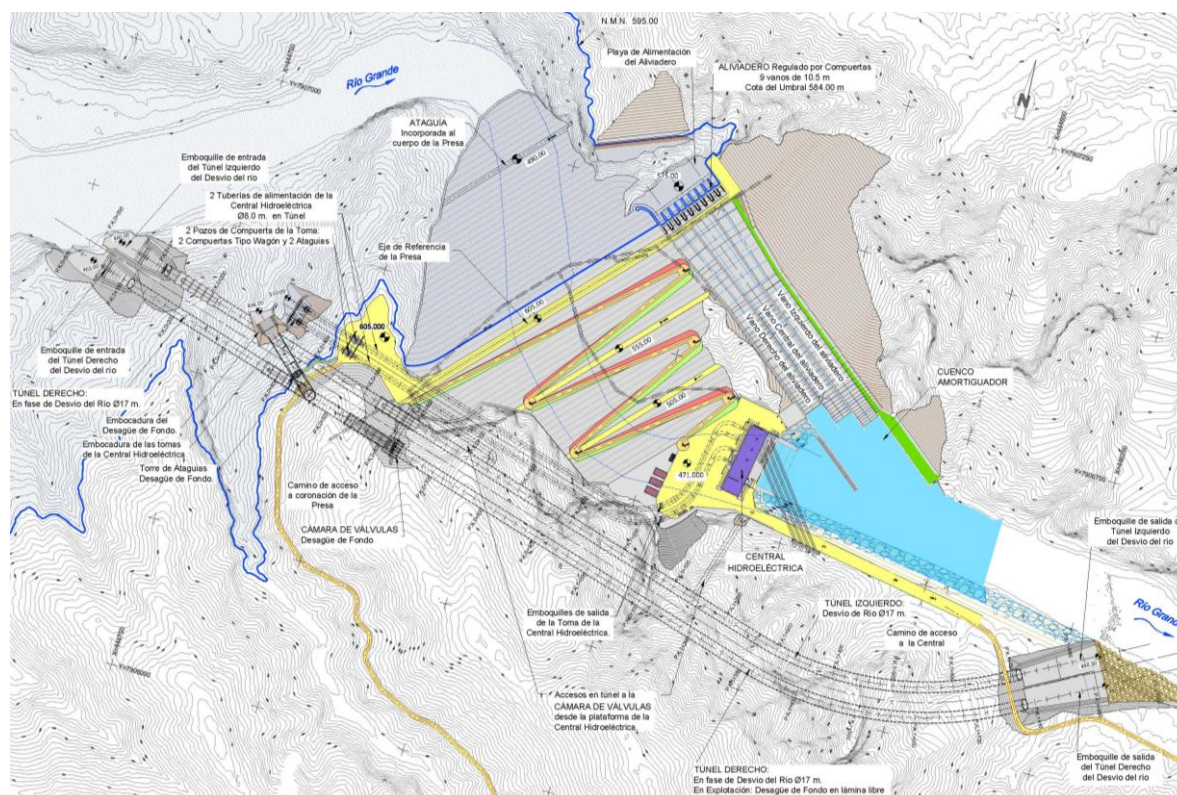


Fig. 5. Planta general de las obras

3.1. Cuerpo de presa

La sección tipo de la presa es de materiales sueltos con núcleo de arcilla.

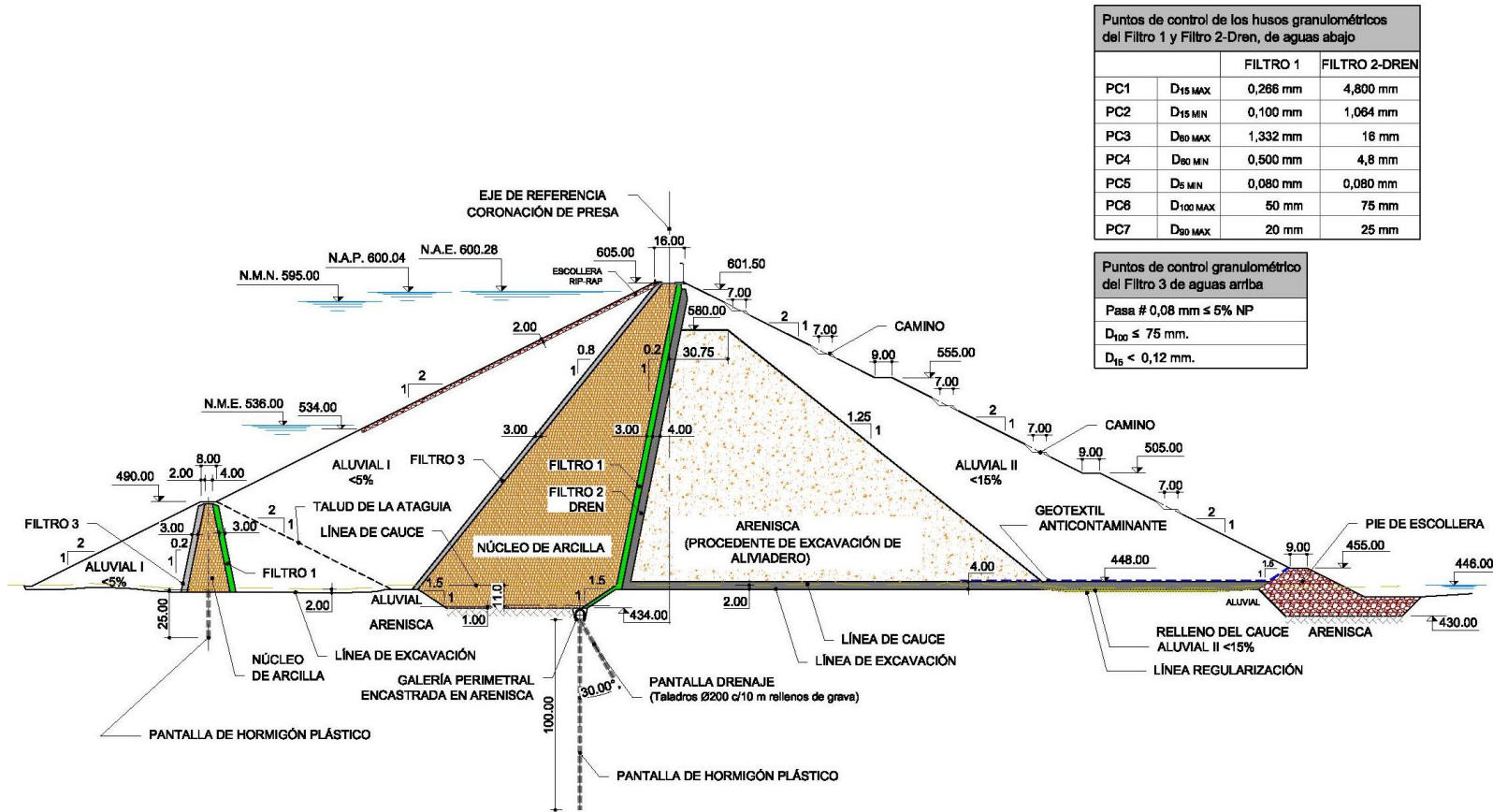


Fig. 6. Sección tipo de la presa.

La coronación de la presa se encuentra a la cota 605,00 m.s.n.m. Los taludes exteriores de la presa son 2H / 1V y en el de aguas abajo se han incorporado dos bermas de 9,00 metros de ancho a las cotas 505,00 y 555,00 m.s.n.m.

La sección presenta un núcleo ligeramente inclinado hacia aguas arriba, de manera que la zona de sombra queda únicamente aguas abajo del núcleo de arcilla. De esta manera se eliminan posibles riesgos vinculados con el colapso de las arenas (asientos por humectación), que son fruto de la colocación y compactación de las areniscas con origen en la excavación del aliviadero.

El espaldón de aguas arriba estará formado por el aluvial del cauce y se le exigirá un contenido en finos (arenas) inferior al 5%. El espaldón de aguas abajo estará formado por una zona de sombra de las areniscas procedentes de la excavación del aliviadero y la parte exterior por aluvial del río al que le exigiremos menos de un 15% de finos (arenas).

Aguas abajo se incorporará un tacón de escollera drenante.

La ataguía para el desvío del río se incorpora al cuerpo de presa y también presenta un núcleo arcilloso.

Bajo el núcleo de la presa se proyecta una galería perimetral de sección abovedada y de las dimensiones necesarias para el paso de maquinaria de perforación e inyecciones, en concreto, de 4 m de ancho por 5 m de altura. Su sección transversal se ha dividido en tres zonas: una central para el paso de las máquinas, de tres metros de ancho y dos laterales, de 0,50 m de ancho donde se sitúan las escaleras o aceras de paso peatonal que se alternan por tramos de 16 peldaños cerrados por un parapeto de hormigón para evitar caídas o vértigo. En la zona central de los tramos con pendiente se dispone una cuneta para canalizar las aguas del drenaje. En la zona baja, donde el trazado es horizontal la solera se recrece para dar una pendiente del 0,5 % hacia el pozo de bombeo de sección circular, de 10,00 m de profundidad y 1,20 m de diámetro, en el que se aloja la bomba sumergida y un hidronivel para el manejo automático de su arranque y parada.

Para el acceso a esta galería se han dispuesto dos galerías, una por cada margen, la primera situada a la cota 506,00 m.s.n.m y la otra que, partiendo de la plataforma de la Central de pie de presa (cota 471,00 m.s.n.m) accede directamente a la zona más baja de la galería perimetral donde se ha situado el pozo de achique (cota 428,00 m.s.n.m). En esta galería se aloja la tubería de impulsión de las aguas del drenaje.

Finalmente, a nivel de coronación por la margen derecha y bajo el aliviadero de superficie por la margen izquierda, a cota 560,00 m.s.n.m, se proyectan galerías que penetran sensiblemente horizontales en el terreno con el fin de permitir su inspección así como construir las pantallas de inyecciones previstas en las dos márgenes. Por la margen izquierda las galerías se prolongarán unos 60 metros. La galería de la margen derecha a la cota 506,00 se ha alargado unos 190 metros hasta alcanzar en planta la caverna de los desagües de fondo por si en un futuro fuera necesario realizar una pantalla de inyecciones para impermeabilizar la caverna. La galería de coronación por la margen derecha se ha prolongado unos 125 metros hasta la divisoria de un barranco existente para inyectar el abanico de inyecciones que complementen la pantalla de hormigón plástico.

Para la impermeabilización del cimientado se ha previsto la ejecución de dos pantallas de hormigón plástico, una bajo el núcleo de la ataguía, y la otra, de altura variable de 100 m máximo, bajo el cimientado del núcleo central del cuerpo de presa. Asimismo, se ha previsto una pantalla de drenaje

aguas abajo de la pantalla plástica principal cuya función no es propiamente el drenaje sino, fundamentalmente, el control de posibles roturas de dicha pantalla a cuyos efectos se dispondrán en ella los correspondientes piezómetros.

3.2. Obras de desvío durante la construcción

Para el dimensionamiento de las obras de desvío se ha tomado como caudal de cálculo 6.380,00 m³/s, que se corresponde aproximadamente con un caudal de 25 años de periodo de retorno. De esta manera, la probabilidad de que las obras provisionales se vean desbordadas es inferior al 7,5% en un periodo de dos años.

Para este caudal los túneles funcionan en lámina libre con un calado aproximadamente igual al 80% del diámetro del túnel, pudiendo entrar en carga para caudales mayores de hasta 7.600 m³/s.

Dada la magnitud del caudal a desviar se han definido dos túneles de desvío de sección circular de 17,00 m de diámetro que discurre por la margen derecha del cauce. Ambos túneles tienen una pendiente del 0,6%. El derecho tiene la boca de entrada a la cota 470,00 m.s.n.m y la boca de salida a la cota 453,41 m.s.n.m, mientras que el izquierdo tiene la boca de entrada a la cota 468,00 m.s.n.m y la boca de salida a la 448,87 m.s.n.m.

La longitud del túnel izquierdo es de 1.591,59 m y la del derecho es de 1.668,65 m.

En la boca de entrada cada túnel posee dos obras de aproximación que encauzan el flujo hidráulico hacia el interior de los túneles de manera ordenada. Comienzan con una azud de creación de energía cinética a la cota 470,00 m.s.n.m en el caso del túnel derecho y a la cota 468,00 m.s.n.m en el caso del izquierdo que da inicio, en ambos túneles a una rápida con una pendiente del 25% que se acuerda circularmente con la rasante de cada túnel.

En planta esta obra de aproximación está dividida en dos vanos de 12,50 m de longitud cada uno de ellos, delimitados cada uno por el cajero extremo y una pila o tajamar central. Esto permite la instalación de guías embebidas en el hormigón de una luz razonable (12,50 m). A continuación del umbral, en el túnel derecho, el tajamar intermedio se interrumpe y los cajeros laterales convergen 9,28° hasta alcanzar en su anchura el diámetro interior del túnel.

La posición de las guías de ataguía en el túnel izquierdo es diferente a las ya descritas para el túnel derecho, ya que, para la operación de cierre el agua habrá de desviarse por el desagüe de fondo, ya construido, cuya embocadura está a la cota 514,00 m.s.n.m (en clave), muy por encima de la coronación de los muros de encauzamiento. Así pues el cierre ha de realizarse en la misma boca de entrada al túnel lugar, donde han de disponerse las ataguías, para lo cual la visera de entrada se ha diseñado con dos ranuras por las que se introducirán las ataguías.

Se adjunta una planta general del desvío:

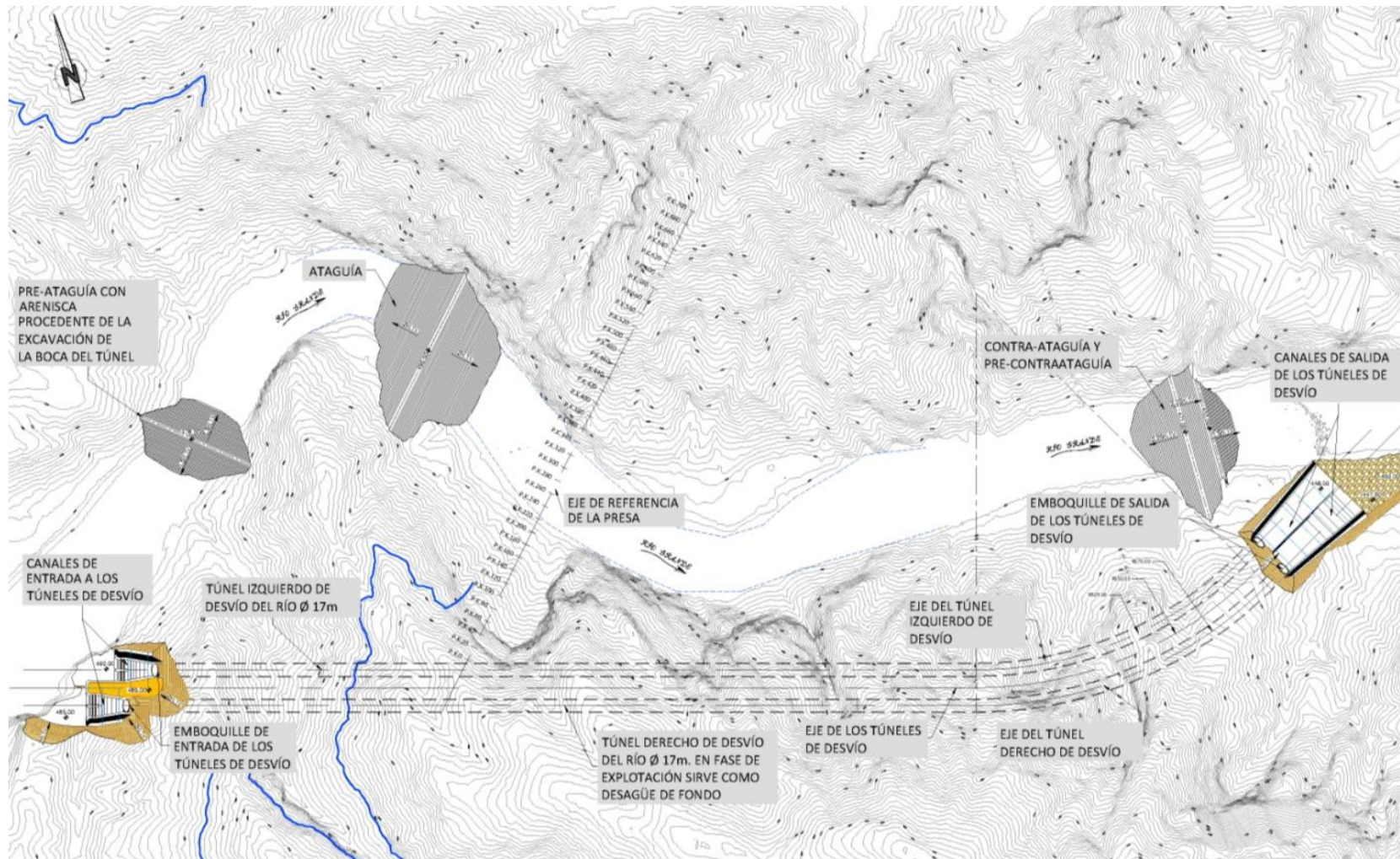


Fig. 7. Planta general y longitudinales del desvío del río

Las fases del desvío del río y construcción de la presa son las siguientes:

- Fase N° 1. Construcción de los túneles de desvío. El agua circula por el cauce original. Para la construcción del emboquille de salida de los túneles de desvío se prevé un caballón de protección en la margen derecha.
- Fase N° 2. Construcción de la ataguía y contraataguía. El agua circula por los túneles de desvío. Para la construcción de la ataguía y contraataguía se ejecuta una preataguía y pre-contraataguía que se integrará en la contraataguía definitiva.
- Fase N° 3. Construcción de la presa al abrigo de la ataguía y contra-ataguía ejecutadas en la fase anterior. El agua circula por los túneles de desvío.
- Fase N° 4. Construcción de los desagües de fondo en el túnel de desvío derecho. El agua circula por el túnel de desvío izquierdo.
- Fase N° 5. Cierre del túnel de desvío izquierdo y construcción del acceso a la cámara de válvulas. El agua circula por los desagües de fondo.

3.3. Sistema de Evacuación de Crecidas y Disipación de energía

El aliviadero proyectado es un aliviadero en canal a cielo abierto, y regulado por compuertas.

La embocadura y sección de control está formada por nueve vanos controlados por compuertas de 10,50 x 11,00 m. El umbral del labio fijo se ubica a la 584,00 m.s.n.m, y la cota superior de las compuertas, nivel correspondiente al máximo de explotación del embalse, es la 595,00 m.s.n.m. La cota de coronación de la presa es la 605,00 m.s.n.m.

Como avenidas de cálculo se emplea la avenida de 10.000 años de periodo de retorno, con una punta de 14.271,00 m³/s y que se atenúa a 11.995,63 m³/s y la PMF, con una punta de 15.794,70 m³/s que se atenúa a 12.265,21 m³/s.

En concordancia con criterios usualmente aceptados la primera avenida (T=10.000 años) se emplea como avenida de diseño mientras que la segunda (PMF) se emplea como avenida de comprobación.

Con objeto de reducir las excavaciones al máximo posible, el conjunto del canal que constituye el aliviadero, se divide en tres canales distintos con rasantes independientes unos de otros. De esta manera cada uno de los tres canales engloba tres vanos hasta los nueve totales.

Cada una de las rasantes trata de adaptarse de la manera más fiel posible al terreno natural al objeto de minimizar las excavaciones. Para ello se emplean tramos rectilíneos acordados mediante parábolas de segundo grado cuando estos acuerdos son convexos, y arcos de círculo cuando los acuerdos son cóncavos.

En los tres canales, existen varios tramos bien diferenciados:

1. El primero sería la embocadura, en donde se ubican las compuertas y el escarpe, de tipo Bradley para lámina de diseño de 14 m.
2. El segundo sería el comienzo en cada canal de la rápida de descarga. Existe un tramo de pendiente moderada, que da lugar a números de Froude relativamente bajos y la posibilidad de adoptar cierta convergencia entre los cajeros lo que produce un estrechamiento ligero de los canales y la consiguiente ventaja económica.
3. La segunda parte de la rápida en cada canal se caracteriza por tener pendientes elevadas y, por tanto, velocidades elevadas.
4. El último tramo sería el correspondiente a la estructura terminal de caudales, que se corresponde en cada canal con un cuenco de resalto hidráulico. Dicho cuenco de resalto hidráulico es común a los tres grupos de vanos, consta de una serie de dientes y un azud a 45° con el flujo.

Mediante el empleo de FLOW-3D®, un software de cálculo CFD (Computational Fluid Dynamics), se ha conseguido optimizar la solución del conjunto del aliviadero

Para acortar la longitud del cuenco de resalto hidráulico ha sido necesaria la colocación de varias filas de dientes en solera, la disposición de un azud oblicuo y la interrupción de las pilas intermedias. Dicha interrupción genera un flujo transversal entre los distintos vanos que aumenta la turbulencia y mejora el funcionamiento del cuenco, además de evitar el problema del desequilibrio de los cajeros intermedios. El resultado es una estructura de restitución de caudales no convencional, que deberá ser validada también mediante un modelo físico a escala reducida.

Se adjunta la planta general del aliviadero:

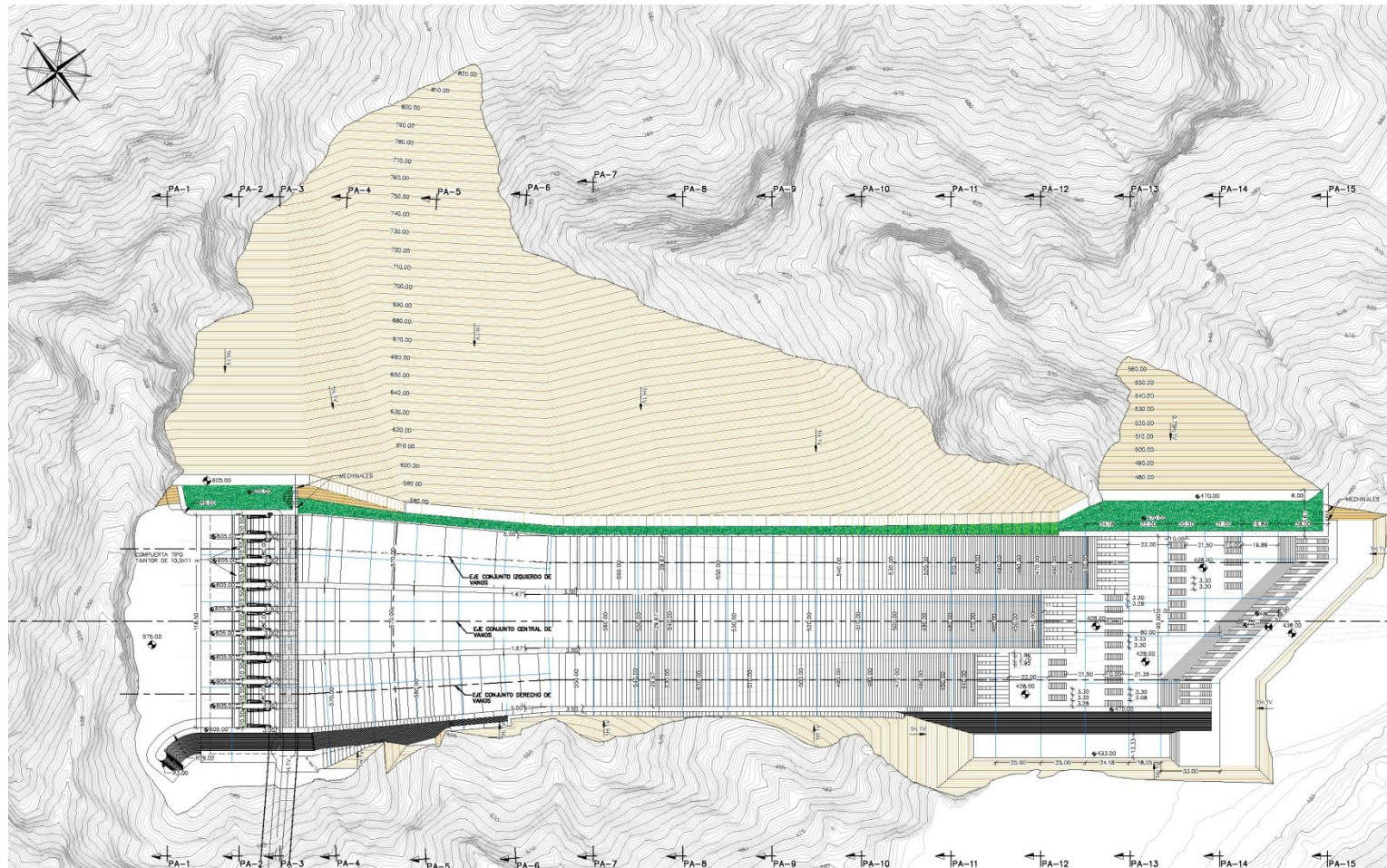


Fig. 8. Planta general del aliviadero

A continuación se muestran los perfiles longitudinales por cada uno de los tres vanos:

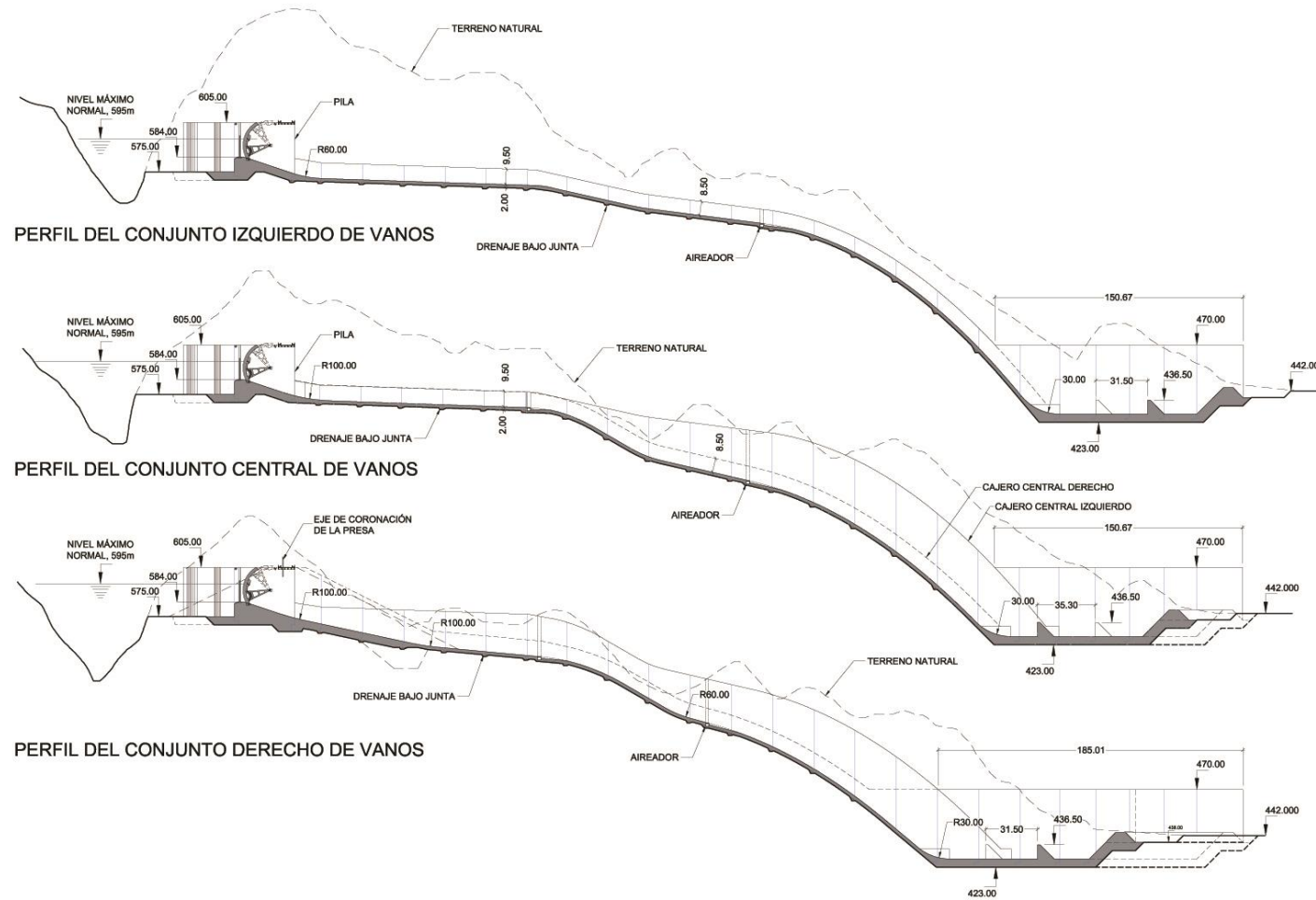


Fig. 9. Perfiles longitudinales del aliviadero

Modelo Reducido

Para verificación del diseño del aliviadero se ha realizado en el Centro de Estudios Hidrográficos del Ministerio de Medioambiente de España (CEDEX) un modelo físico a escala reducida (1/100) que incorpora:

- Aliviadero: zona de alimentación, rápida y cuenco de resalto
- Descarga de caudales de la central
- Tramo de cauce aguas debajo de la central a pie de presa con lecho móvil.



Fig. 10. Fotografías varias del modelo reducido

Las simulaciones en el mencionado modelo han permitido validar el diseño general realizado y optimizar el mismo.

3.4. Toma del embalse y Aducción de fuerza

La toma de la central se ha dimensionado para un caudal de $4 \times 110 \text{ m}^3/\text{s}$ y consta de dos embocaduras y sendos túneles blindados de 8,00 m de diámetro, cuya cota de rasante de las embocaduras se encuentra a la cota 510,00 m.s.n.m.

Se han proyectado dos pozos, con sus correspondientes cámaras de revisión, que alojarán las compuertas de cierre (en este caso tipo Wagon para un hueco de 6,20 m de anchura y 8,00 m de altura) y las ataguías totalmente similares pero que, al no ser fijas, pueden ser modulares para su mejor almacenamiento. La parte superior de los pozos corona a la cota 605,00 m.s.n.m y se une con la presa mediante una explanación situada a la cota de coronación. Sobre la cota 605,00 m.s.n.m se ha dispuesto un pórtico grúa que recorre ambas torres, que se rematan a esta cota mediante losas de hormigón ranuradas, para dar paso a las compuertas hasta la sala de montaje situada en una planta interior. El manejo de los elementos electromecánicos se realiza desde la intemperie, con los cilindros hidráulicos o el propio pórtico grúa.

Antes de los pozos y tras ellos, se han proyectado las correspondientes transiciones circular-rectangular y rectangular-circular. Los túneles se han proyectado con una pendiente mínima descendente hasta llegar a los pozos y, tras ellos, con una pendiente descendente del 15%, valor máximo fijado por motivos constructivos.

A continuación se muestra una planta general y el perfil longitudinal de la toma del embalse y los pozos descritos:

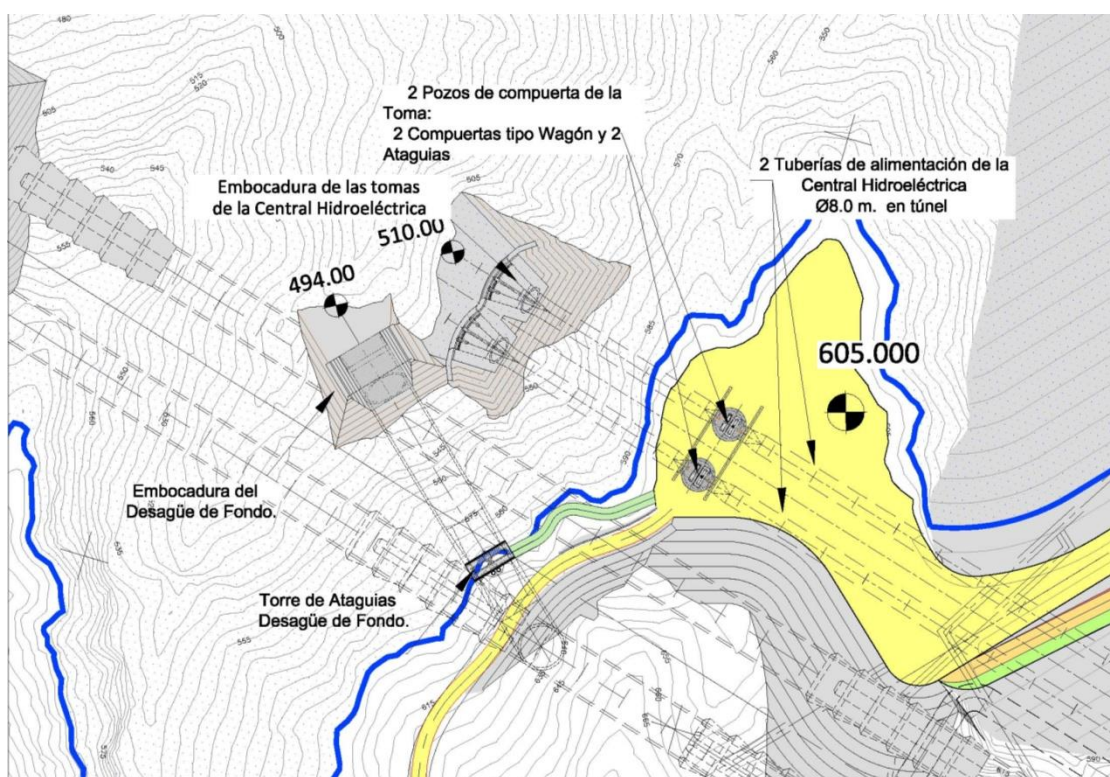


Fig. 11. Planta general de la obra de toma hidroeléctrica



Los desagües de fondo constan de una obra de entrada ubicada en la vaguada de la margen derecha donde también se sitúan las embocaduras del circuito hidroeléctrico, un túnel y una conexión con el túnel derecho de desvío del río, aproximadamente a 347 m del inicio de éste. La embocadura tiene su plataforma de excavación a la cota 494,00 m.s.n.m y el eje a la 505,00 m.s.n.m. Tras el emboquille necesario para situar la embocadura, se ha proyectado un túnel de 17,00 m de diámetro y unos 62 m de longitud hasta una transición circular-cuadrangular (de 14,70 x14,70 m) al llegar al pozo de ataguías. En la transición se produce también la bifurcación a dos conductos de 6,00x14,70 m, de dimensiones similares a los huecos de las ataguías modulares. La finalidad de esta disposición es disponer de unos elementos de cierre provisional aguas arriba de la caverna donde se ubican las válvulas, para poder acceder al tramo blindado que se dispone aguas arriba de esta caverna. El revestimiento del túnel del desvío en esta zona está previsto para resistir en vacío (con ataguías cerradas y toda la carga del embalse en el exterior).

Tras la torre de ataguías, consistente en un pozo de dimensiones 5,74x19,00 m se configura un codo vertical de 17,00 m de diámetro y previamente a él la transición necesaria (cuadrangular-circular en este caso). Tras el codo, se produce la conexión con el túnel derecho del desvío del río, en este caso, otro codo vertical, en el plano del eje del desvío. La torre de ataguías tiene una cámara de revisión en la parte superior, ya a cielo abierto, con el correspondiente pórtico grúa comunicado con la plataforma de coronación de la presa en su margen derecha con un camino.

Se adjunta una figura de la obra de entrada, hasta la conexión con el túnel derecho del desvío del río:

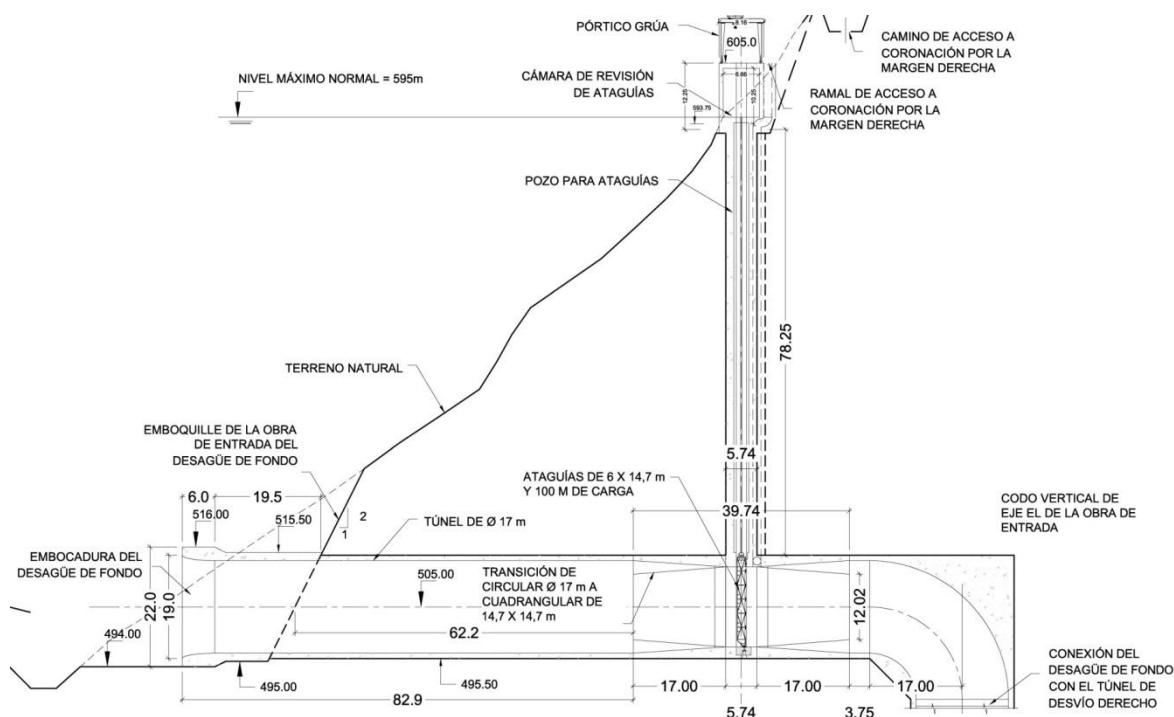


Fig. 13. Figura de la obra de toma y torre de ataguías del desagüe de fondo

Desde el eje de la conexión hasta la caverna donde se alojan las compuertas, existen 150,00 m de túnel de desvío, en cuyos 76,50 m finales se configura el tapón de cierre bajo la presa, donde se embeben tres conductos de sección rectangular de 3,10 x 3,80 m mediante sendas entradas abocinadas.

Estos tres conductos tienen lugar en una cámara subterránea revestida de hormigón que aloja los mecanismos de control y regulación de los desagües. La cámara tiene unas dimensiones interiores de 24,10 m de largo, 23,20 m de anchura y 19,60 m de altura.

Aloja, por cada uno de los tres conductos, una válvula BUREAU para conducto rectangular de 3,10 x 3,80 como elemento de seguridad y una compuerta TAINTOR para conducto de las mismas dimensiones que es el elemento de regulación.

Las compuertas TAINTOR propician un desagüe bajo compuerta de tal modo que hay una transición de régimen, de presión aguas arriba de las compuertas a lámina libre aguas abajo de las mismas.

En esta transición de régimen se aduce aire inferiormente a la lámina mediante dos conductos de 2,20 m de diámetro.

Se adjunta una figura:

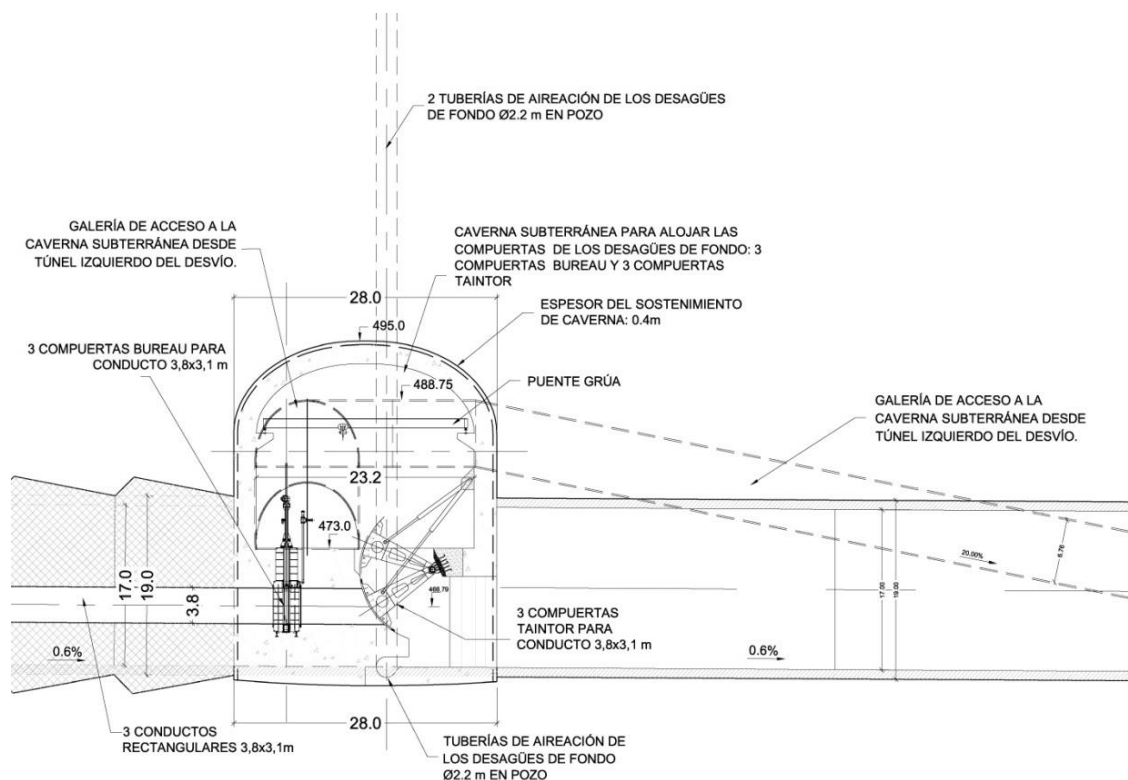


Fig. 14. Figura de la cámara de mecanismos del desagüe de fondo

Aguas abajo de las compuertas TAINTOR, el flujo discurre en lámina libre por el interior del túnel de desvío derecho, hasta la obra de salida del mismo, formada por un encauzamiento a cielo abierto hormigonado, que restituye los caudales al cauce original.

El acceso a la cámara de válvulas se realiza desde el túnel de desvío izquierdo, una vez ejecutado el tapón de cierre del mismo, al que a su vez se accede desde un ramal desde la plataforma de la casa de máquinas. Del propio túnel izquierdo parte por su lado derecho la galería que accede a la referida cámara de mecanismos. Este acceso sale a la derecha y sube de cota hasta cruzar el túnel izquierdo para llegar a cota de la cámara de mecanismos.

La obra del desagüe de fondo tendrá en explotación las siguientes funcionalidades:

- Purga de sedimentos del embalse en una zona próxima a la presa
- Vaciado del embalse en situaciones extraordinarias que lo requieran

- Proporcionará las descargas de caudales para satisfacer las demandas aguas abajo de abastecimiento para consumo humano, riego y caudales ecológicos en aquellas situaciones en las que estas demandas no puedan ser satisfechas por el agua turbinada (averías en turbinas, caudales inferiores al mínimo técnico de las turbinas, etc.)

Eptisa, en colaboración con el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (España), han realizado con el modelo bidimensional IBER un estudio en el que se ha analizado si el funcionamiento de los desagües de fondo provoca algún tipo de afección en el cuenco de resalto del aliviadero de la presa y en la salida de las turbinas. Para ello, se han realizado varias simulaciones considerando que por los desagües de fondo se vierten diferentes caudales y se ha determinado también el diámetro mínimo del árido para evitar arrastres.

Las magnitudes analizadas han sido el calado, la velocidad del agua y el diámetro crítico, valores que nos indican las zonas con mayor riesgo de sufrir erosión en función del tamaño del árido del lecho del río.

Una vez realizadas las diferentes simulaciones, los resultados muestran que todos los caudales simulados ($Q_1=161,66 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2=363,73 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_3=900,00 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_4=1280,00 \text{ m}^3/\text{s}$) no generan afecciones aguas arriba de la salida del desagüe de fondo. De acuerdo con los resultados obtenidos, si bien el agua llega a cubrir el cauce, la salida de las turbinas que en ocasiones, llega a anegar el cuenco de resalto. En ningún escenario se generan velocidades mayores a $0,5 \text{ m/s}$ aguas arriba de la salida del desagüe, por lo que los efectos del flujo en esta zona se pueden considerar inapreciables.

En cuanto a los vectores de velocidad, las simulaciones muestran que, una vez alcanzada una situación estable, las líneas de flujo van en dirección hacia aguas abajo, evitando efectos de remonte hacia el pie de presa.

Por último, el análisis del diámetro crítico permite concluir que, considerando elementos del lecho con un diámetro medio de $0,6 \text{ m}$, sólo se producen efectos de arrastre en la zona inmediata de salida del desagüe (abocinamiento); en consecuencia, esta zona debería contar con un revestimiento de escollera superior al resto del cauce para evitar efectos de erosión.

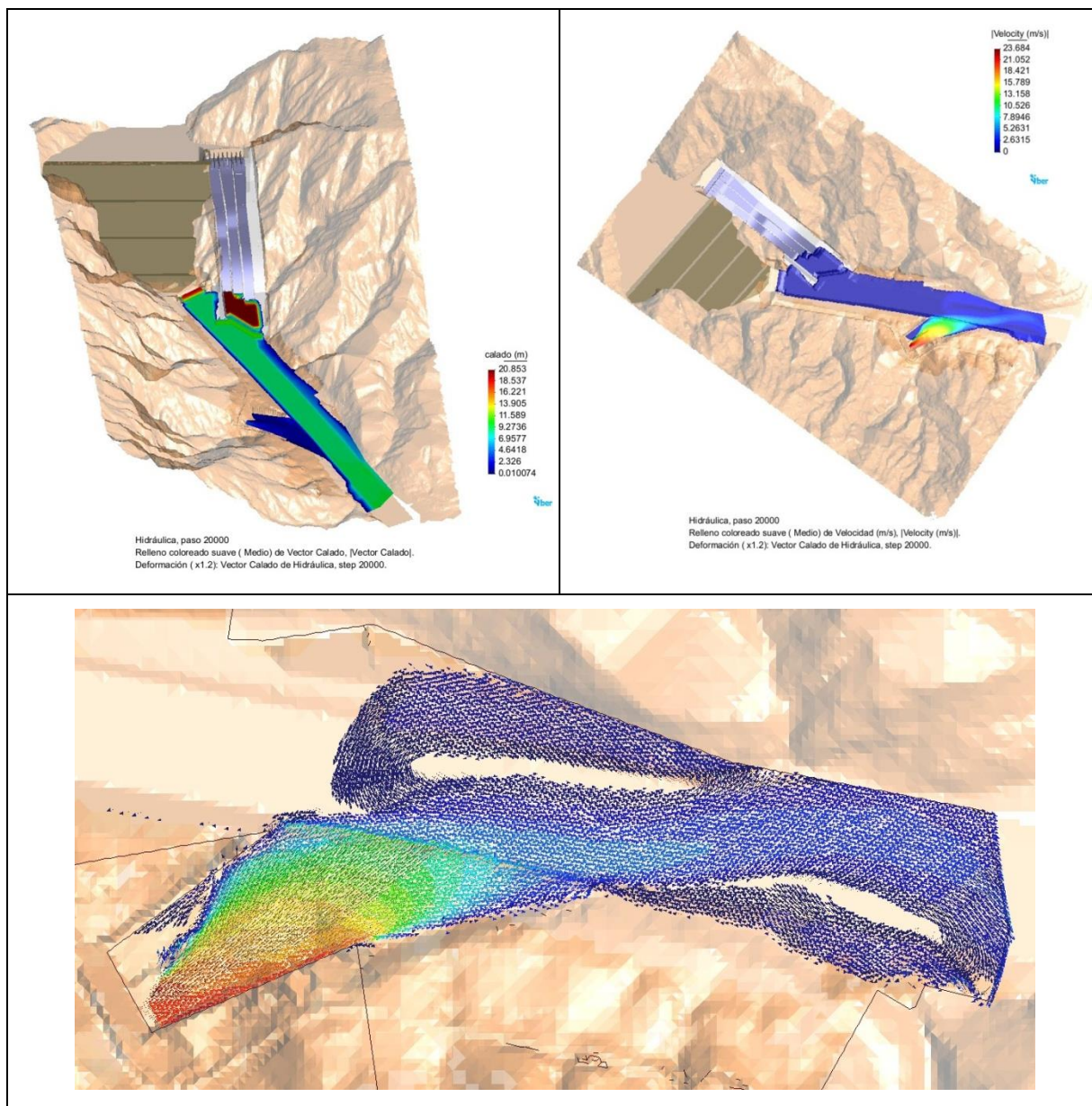


Fig. 15 Perspectiva del mapa de calados en la zona de estudio, Mapa de velocidades y Mapa de vectores de velocidad para $Q = 1.280 \text{ m}^3/\text{s}$

3.6. Casa de máquinas

La central Hidroeléctrica de Rositas se compone de un único edificio de planta rectangular que albergará cuatro turbinas Francis de eje vertical y 150 MW de potencia unitaria que van precedidas de cuatro válvulas tipo mariposa que realizarán la función de válvulas de guarda. Cada uno de los grupos es capaz de turbinar un caudal aproximado de $110,00 \text{ m}^3/\text{s}$ con saltos variables entre los 147,70 y los 89,00 m.

Las dimensiones del edificio de la central están condicionadas por el tamaño de los grupos y por la separación existente entre los ejes de los grupos; esta distancia, que es 19,50 m, es la estrictamente necesaria para poder instalar los equipos auxiliares, barras de fase aislada, etc.

En alzado, el edificio se estructura en torno a cuatro niveles principales:

- El nivel inferior, situado a la cota 443,80 m.s.n.m además de albergar algunos de los equipos auxiliares de las turbinas y de las válvulas de guarda (equipos de refrigeración, lubricación, aceite, etc.), se caracteriza por tener dos zonas destinadas a desmontar los rodets de las turbinas sin necesidad de tener que transportarlas a la playa de montaje principal; estas zonas están situadas entre los grupos 1 y 2 y entre los grupos 3 y 4. Adicionalmente, por debajo de este nivel, se encuentran varias galerías y pozos de drenaje destinados al drenaje de la central y a permitir el acceso de personal a la cámara espiral, tubo de aspiración y a la zona de las válvulas de guarda.
- Planta intermedia o de alternadores, situada a la cota 448,80 m.s.n.m, que es donde se instalan los alternadores dentro de un foso de hormigón armado, y otros equipos de generación: celdas de medida, equipos de CO₂, transformadores de excitación, interruptores de máquina así, como parte del recorrido de las barras de fase aislada.
- Planta de operación, situada a la cota 452,30 m.s.n.m, por debajo de la cual se encuentran instalados los alternadores y que está, completamente, bajo la acción del puente grúa principal. Este nivel, una vez finalizada la construcción, es totalmente diáfano y está provisto de escotillas y tapas movibles sobre los equipos situados en las plantas inferiores.
- La planta de acceso está situada a la cota 471,00 m.s.n.m y en ella, además de los diferentes accesos a la central, se encuentra la playa de montaje.
- Los equipos de la subestación GIS se encuentran localizados a la cota 486,00 m.s.n.m, encima de los vanos centrales de la losa que sirve de cubierta de los transformadores de la central. La nave que protege los equipos se sustenta sobre la losa ocupando aproximadamente las tres cuartas partes de la misma.

Analizando la central más detalladamente, se puede observar que el edificio de la central se cimenta a la cota 420,00 m.s.n.m, bajando hasta la cota 418,00 m.s.n.m en la zona situada más hacia aguas arriba para albergar los dos grandes pozos de drenaje que se encargan de recoger y centralizar todos los drenajes y vaciados de la central. Adicionalmente, se dispone también de una galería que, situada por debajo de los conductos de aspiración a la cota 424,10 m.s.n.m, se encarga de recoger todas las filtraciones del muro de aguas abajo (que es el que está en contacto con el río) y conducirlas hacia los dos pozos de drenaje principales. Esta galería recorre el edificio de la central de un extremo al otro, y mediante dos escaleras, situadas una en cada extremo, se conecta directamente con el nivel 430,60 m.s.n.m; esta característica permite evitar inundaciones potenciales puesto que permite que la zona de los pozos de drenaje pueda llenarse hasta la cota 435,95 m.s.n.m sin afectar a la galería situada a la cota 424,10 m.s.n.m.

Por encima de los niveles anteriores, a la cota 435,95 m.s.n.m se sitúa el punto de acceso del personal a los tubos de aspiración a través de compuertas de acceso.

Dos bloques de escalera, situadas entre los grupos 1 y 2 y entre los grupos 3 y 4, respectivamente, comunican el nivel 435,95 m.s.n.m con el nivel 443,80 m.s.n.m descrito en la parte inicial del presente punto

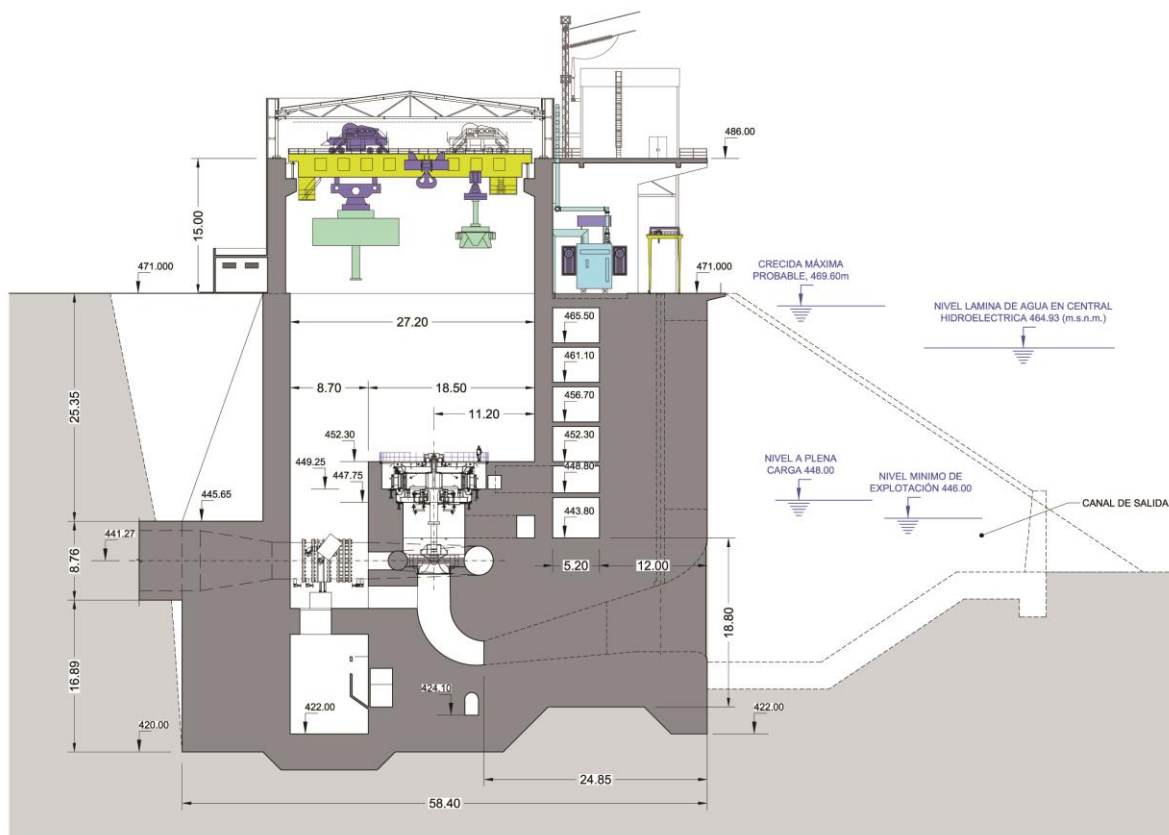


Fig. 16. Sección de la casa de máquinas

3.7. Subestación de salida

La Subestación Eléctrica contemplará 3 líneas de salida de 230 kV, de las cuales al menos 2 conectarán con Abapó. El valor central de la tensión nominal será 230kV, debiendo los transformadores disponer de tomas sin carga ni tensión, para $\pm 2 \times 2,50\%$ de dicho valor nominal (de acuerdo a la Norma Operativa 30) No se debe prever una salida para instalación de reactancia pues esto no tiene sentido debido a la corta longitud de las líneas de transmisión según la nueva planificación.

La subestación tendrá una ejecución en “Doble Barra” en las posiciones de la subestación.

Los transformadores elevadores seleccionados son trifásicos con los siguientes parámetros:

- 150 MW, $\cos\phi=0,85$, X_{cc} 13-15% (esto depende del cálculo de cortocircuito)
- Refrigeración ONAN-ONAF
- Tensión nominal 230 kV, $\pm 2 \times 2,50\%$ con cambiador de tomas sin carga ni tensión.

La Subestación Eléctrica (en adelante SE) cumplirá con los siguientes criterios de diseño:

- Cada aparato de 230 kV dispondrá de un mando a pié, que sirva exclusivamente para probar su maniobra, siempre en estado sin tensión.
- La operación de cada una de las posiciones de SE se efectuará desde la sala de CONTROL de SE, donde existirá una pantalla de supervisión-control-mando. Esta pantalla estará duplicada en la sala de control de la CENTRAL, pudiéndose elegir el mando desde una u otra.
- Todas las informaciones que maneje el operador desde estas pantallas, estará disponible para ser enviada también hacia el Despacho Zonal Remoto (Telemando de la SE).
- Todos los elementos de una misma posición se controlarán de forma autónoma y completa desde una unidad de control típica de SE, que dispondrá de la posibilidad de mando desde su carátula frontal (Control de bahía). El control de cada una de las posiciones, se montará físicamente separado del resto de posiciones, de forma que un incidente en uno de ellos no afecte a los demás.
- Todas las unidades de control de las distintas posiciones, se interconectarán mediante bus con protocolo IEC 61850, entre sí y con las Estaciones de Ingeniería de CENTRAL y de SE, así como con el DCS para información y / o autorización/permiso.
- Se instalarán sistemas de medición de energía redundantes 100 %, cuatro cuadrantes, de acuerdo a la Normativa del mercado Boliviano, clase de precisión 0,2S.
- Para la SE se instalará una estación de ingeniería (EDI), autónoma e independiente de la existente en la Central, desde donde se pueda gestionar todo el sistema de protecciones, alarmas, maniobras y osciloperturbografía. La EDI incorporará PC-industrial completo + segunda pantalla + impresora.
- Los sistemas auxiliares de B.T. se alimentarán desde la CENTRAL, mediante dos acometidas redundantes 100%, con cable aislado, a 400/230V, 50Hz y de la potencia adecuada. Además de estas dos acometidas, se instalará un Grupo Diesel de Emergencia, de arranque automático cuando ambas acometidas fallen.
- Se incluirán los sistemas necesarios de alimentación a 125Vcc (dos sistemas 100% redundantes de batería+cargador+distribución) y sistemas de UPS a 220V, 50Hz (dos sistemas 100% redundantes). Las baterías para una capacidad de 1 h en cada una de las unidades redundantes.
- Se instalará un conjunto de cargador+batería a 48V, también redundante 100%, especialmente dedicado a las funciones de telemando y conexión con el sistema Boliviano exterior.
- Todo el sistema de protecciones eléctricas será 100% redundante, tanto en los transformadores de medida como los cables, los relés de protección propiamente dichos y los canales de disparo hacia cada una de las bobinas de apertura de los interruptores. Los relés electrónicos de protección, en ejecución programable, se dotarán de función de

registro osciloperturbográfico, que se almacenará y se enviará hasta las estaciones de ingeniería mediante bus IEC-61850

- La red enterrada de PaT de la SE se calculará según Normativa considerándola como única, aunque se unirá con la de CENTRAL, al menos en dos puntos, con arquetas registrables y de separación.
- La sala eléctrica para albergar los equipos GIS de la -SE-235 kV, se dotarán de protección contra incendios, equipos de aire acondicionado y polipasto-grúa para desmontaje de los distintos elementos.
- Se instalará un sistema completo de alumbrado y tomas de corriente, que permita los trabajos de mantenimiento completo de la SE.

3.8. Caminos de acceso definitivo

Para la ejecución de las obras del aprovechamiento hidroeléctrico proyectado y su posterior funcionamiento, es necesaria la ejecución de dos caminos que den acceso a las diferentes instalaciones:

- Uno principal de 22,31 km de longitud, que partiendo de la Ruta Interdepartamental nº9 en Abapó da acceso a la coronación de la presa.
- Otro secundario de 7,14 km de longitud que, partiendo del anterior en el PK 15+024, permite el acceso hasta la central hidroeléctrica situada al pie de la presa.

Estos caminos de acceso definitivos se han diseñado por la margen derecha del río Grande.

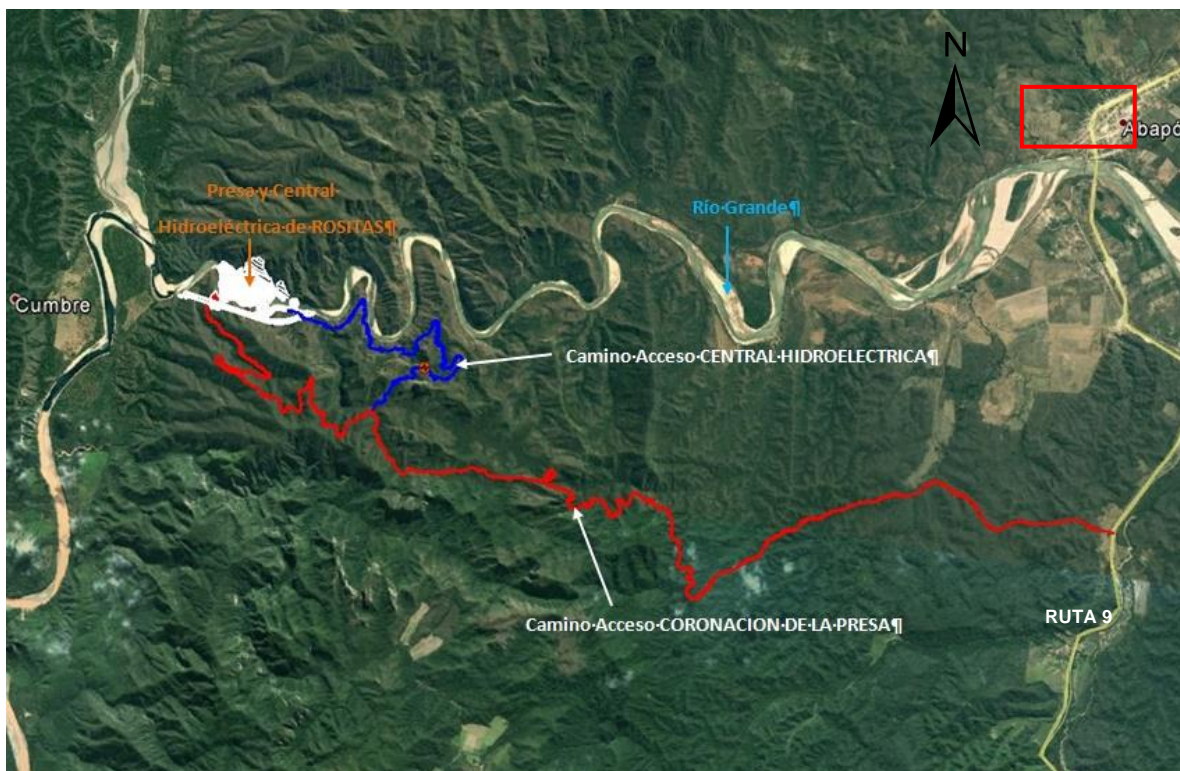


Fig. 17. Caminos de Acceso Definitivos.

El trazado geométrico y diseño general de los dos caminos diseñados ha tenido en cuenta los pesos y dimensiones requeridos por el transporte de equipamientos y maquinaria de la central, principalmente los transformadores.

Los caminos se han diseñado con el objeto de evitar la construcción de túneles y estructuras, para lo cual se han requerido fuertes movimientos de tierra y recurrir a parámetros mínimos en el diseño del trazado.

Según estos condicionantes, se han proyectado los caminos como Caminos de Desarrollo con velocidad de proyecto de 30 Km/h, por lo que los parámetros mínimos de trazado que se han considerado son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3. Parámetros mínimos de trazado para $V_p=30$ Km/h

Parámetro	Valor
Radio mínimo en planta	25,00 m
Peralte mínimo	3,50 %
Peralte máximo	3,50 %
Pendiente máxima	10-12 %
Pendiente mínima	0,50 %
Acuerdo cóncavo mínimo	400
Acuerdo convexo mínimo	300

No obstante, para conseguir una mayor adaptación del trazado a la orografía, en ocasiones se ha utilizado un radio mínimo de 20,00 m. En alzado los caminos diseñados cumplen con los parámetros mínimos indicados, utilizándose pendientes máximas del 12%.

La sección transversal está formada por una calzada bidireccional con 2 carriles, uno para cada sentido de circulación, permitiendo el cruce de un vehículo liviano y un camión a velocidades tan bajas como 10 km/h y la de dos camiones, estando uno de ellos detenido; según se indica en el Manual Técnico para el Diseño de Carreteras de la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras).

La sección propuesta es la siguiente:

- Camino bidireccional formado por dos carriles (uno por sentido) con un ancho de 3,00 m cada uno y sobreebanco en aquellas curvas que lo requieran.
- Bermas de 0,50 m de anchura a ambos lados que permitan la colocación de barreras metálicas de seguridad y proporcionen un espacio suficiente que cumpla con el ancho de trabajo de la barrera.
- Cunetas trapezoidales de 1,00 m de anchura en la parte superior, 0,50 m en la parte inferior y 0,50 m de altura, con taludes 1H:2V.
- Los taludes estimados para los caminos, tal y como se menciona en el apartado de campaña geológico-geotécnica son los siguientes:

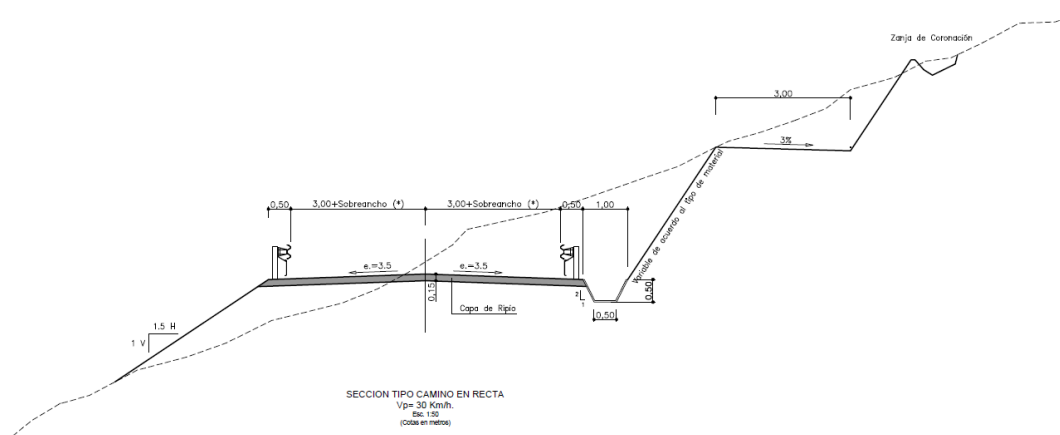


Fig. 18. Sección tipo del camino en recta

Tabla 7. Taludes en caminos de acceso definitivos

	P.K. Inicial	P.K. Final	Talud de Corte	Talud de Relleno
Camino de Acceso a Coronación	0+000	6+700	1H:1V	1,50H:1V
	6+700	8+300	2H:3V	1,50H:1V
	8+300	10+960	1H:4V con banquetas de 3 m de anchura cada 10 m de altura	1,50H:1V
	10+960	15+600	1H:3V con banquetas de 3 m de anchura cada 10 m de altura	1,50H:1V
	15+600	22+310	1H:3V con banquetas de 3 m de anchura cada 12 m de altura	1,50H:1V
Camino de Acceso a Central	0+000	6+908,339	1H:3V con banquetas de 3 m de anchura cada 10 m de altura	1,50H:1V
	6+908,339	6+958,339	1H:5V con banquetas de 3 m de anchura cada 12 m de altura	1,50H:1V
	6+958,339	7+144,627	1H:3V con banquetas de 3 m de anchura cada 10 m de altura	1,50H:1V

En algunos tramos en los que colocar banquetas producía un aumento innecesario de la excavación, se han dispuesto con un talud 1H:3V y sin banquetas hasta alturas máximas de 50 m.

Como capa de rodadura para los caminos, se dispone de ripio en un espesor de 15 cm.

En curvas de radio pequeño y mediano, se han previsto ensanchamientos de la calzada con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (huelgas) entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales y entre los vehículos y los bordes de las calzadas.

A lo largo del trazado de los caminos de acceso ha sido necesario proyectar una serie de muros de alturas que varían entre los 2.5 m y los 15 m.

Se han considerado dos tipologías: muros escollera para alturas inferiores a 6 m y muros de terreno reforzado para alturas superiores. En total se han proyectado un total de 15 muros en el camino de acceso a la Central, y 39 muros en el camino de acceso a la presa.

3.9. Instalaciones auxiliares permanentes

La parcela sobre la que se ubican las instalaciones auxiliares permanentes está localizada entre el PK 12.100 y el PK 12.700 del referido camino de acceso la coronación de Presa. Tiene forma irregular y una superficie aproximada de 13.000 m², de los que unos 7.000 m² se urbanizan. El acceso se realiza a la cota 901,00 m.s.n.m y la vía de reparto a las edificaciones asciende hasta la cota 908,00 m.s.n.m. La topografía es irregular, contando con desniveles apreciables a nivel de calle.

Se han proyectado una serie de edificaciones aisladas de una sola planta posibilitando la realización de una estructura viable para el conjunto y un mayor aprovechamiento de los espacios interiores y la

mayor diaphanidad posible en planta que permita una distribución para los objetivos de gestión y explotación.

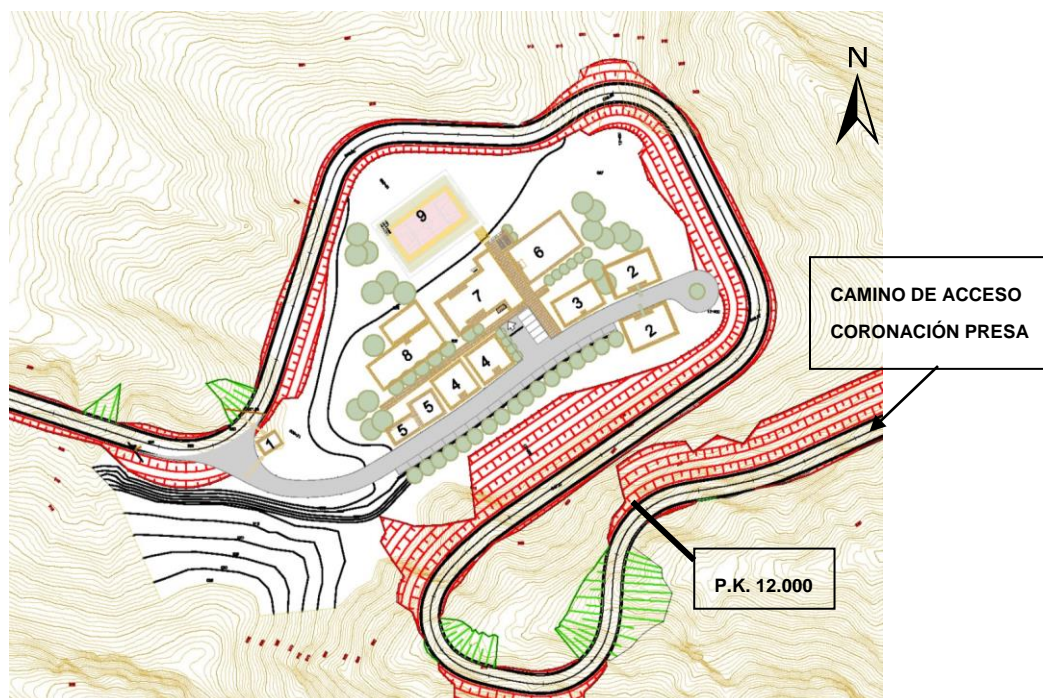


Fig. 19. Instalaciones permanentes

Las superficies a construir para cada uno de los usos son las del siguiente cuadro:

Tabla 4.- Cuadro de superficies.

	Identificación	Personal	m ²
EDIFICIOS RESIDENCIALES		48	1820,50
Garita de Entrada	1	4	26,50
Viviendas Gerencia (2 chalets adosados 160 m ² c/u)	2	2	320,00
Viviendas Ingenieros(4)	3	4	130,00
Viviendas Técnicos Especializados (2 unidades de 125 m2 c/u)	4	16	250,00
Vivienda Médicos (68 m ²)	5	2	68,00
Módulo Sanitario (43 m ²)	5	-	43,00
Vivienda de Auxiliares (cap.20 personas)	6	20	295,00
Servicios (cocinas, comedores, almacenes, etc)	7	-	340,00
Espacio Multideportivo (gimnasio, sauna, aseos, vestidores)	8	-	252,00
Cancha de Raquet	9	-	96,00

4. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS Y EQUIPAMIENTOS. EVALUACIÓN ECONÓMICO - FINANCIERA

En el Anexo XV se presentan los precios unitarios y los cálculos métricos a los que se ha aplicado dichos precios. Como resumen de dicha justificación se obtiene el siguiente presupuesto de las obras:

4.1. Presupuesto de las obras

Tabla 5.- Resumen de Presupuesto

CÓDIGO	CAPÍTULO	IMPORTE (US\$)
00	TRABAJOS GENERALES	4.156.185,00
00.01	DESVÍO DEL RÍO Y MANEJO DE AGUAS Y DESECACIÓN DE FUNDACIONES	4.140.000,00
00.02	EXCAVACIONES ADICIONALES	6.285,00
00.03	REMOCIÓN DE DERRUMBES	9.900,00
01	PRESA	782.965.413,93
01.01	DESVÍO DE RIO	236.424.127,77
01.02	CUERPO DE PRESA	268.187.813,22
01.03	ALIVIADERO	208.802.927,36
01.04	DESAGÜES DE FONDO	61.199.385,60
01.05	INSTRUMENTACIÓN	8.351.159,98
02	CENTRAL HIDROELÉCTRICA Y SUBESTACIÓN	241.761.182,92
02.01	OBRA CIVIL	82.753.426,78
02.02	EQUIPOS Y SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS	143.686.946,50
02.03	SISTEMA DE CONTROL, MANDO E INSTRUMENTOS ESPECIALES	1.763.142,65
02.04	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	13.557.666,99
03	CIRCUITO HIDRÁULICO	124.026.443,22
03.01	POZO DE TOMA	8.352.903,36
03.02	TÚNELES Y TUBERÍA FORZADA	111.461.540,83
03.03	EQUIPAMIENTO	4.211.999,03
04	CAMINOS DEFINITIVOS	19.571.759,26
04.01	CAMINO A CORONACIÓN	12.904.079,67
04.02	CAMINO A CENTRAL	6.667.679,59
05	EDIFICIOS AUXILIARES	6.916.220,41
05.01	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y SANEAMIENTO	1.115.568,33
05.02	OBRA CIVIL, EDIFICACIÓN, URBANIZACIÓN E INSTALACIONES	5.800.652,08
	TOTAL	1.179.397.204,74

4.2. Evaluación económico-financiera

La evaluación del proyecto se realiza desde el punto de vista económico (o social) y financiero. En la evaluación financiera se miden los ingresos y costos relevantes desde el punto de vista del inversionista privado, en la evaluación social se tendrán en cuenta la identificación, medición y valoración desde el punto de vista de todos los agentes sociales implicados.

Como puede verse con detalle en el documento principal, en el apartado correspondiente a presupuesto de las obras y evaluación económica y financiera, las conclusiones del análisis realizado, se pueden destacar las siguientes:

- El análisis financiero muestra que el negocio planteado es viable desde el punto de vista financiero (tiene capacidad para hacer frente al crédito a suscribir), aunque no es capaz de retornar por sí mismo el crédito del EXIMBANK en el plazo exigido de 15 años. Es necesario ampliar al menos a 25 años la devolución del crédito del EXIMBANK.
- La aportación de una parte de la financiación por parte del Banco Central de Bolivia permite a ENDE obtener rentabilidades del orden del 12,01% para aportaciones en el entorno de los 50 Millones US\$.

Tabla 6. Aportaciones de ENDE por escenarios

Escenario	Crédito solo EXIMBANK, devolución en 15 años	Crédito solo EXIMBANK, devolución en 25 años	Crédito EXIMBANK, devolución en 25 años + Banco Central Bolivia devolución 30 años
Aportaciones máximas acumuladas ENDE	555.424.626,52\$	215.591.303,26 \$	50.304.637,43 \$
TIR ENDE	5, 55%	7, 19%	12,01%

- El ahorro de gas que se produce como consecuencia de la generación eléctrica en Rositas permite además obtener una plusvalía con la venta al exterior de dicho gas a precio de mercado, en lugar del precio subvencionado con el que se consume para generar electricidad.
- El análisis del costo monómico permite comprobar que para una tasa de descuento del 12%, el costo monómico de la central de Rositas resulta de 74,33 \$/MWh, inferior al de la central de referencia para un precio del gas de 6 \$/millón de BTU, que resulta de 81,69 \$/MWh, y también inferior a los valores calculados como costo de oportunidad para países del entorno como Chile o Brasil (en torno a 80 \$/MWh) según los estudios realizados en el proyecto CIER15.

Tabla 7. Costo monómico central térmica equivalente

		TASA DE DESCUENTO		
		6%	9%	12%
Precio del gas natural (US\$/MMBTU)	3	47,37	50,69	54,24
	6	74,82	78,14	81,69
	9	102,27	105,59	109,14
Rositas		36,68	53,82	74,33

- En cuanto al análisis económico, los beneficios económicos esperados (ahorro de consumo de gas, reducción de emisiones de CO₂, reducción de daños por inundaciones, aumento de la productividad por cultivo, producción de energía más sostenible en el mercado boliviano) permiten obtener una rentabilidad social (TIRS) del 14,20%, superior a la Tasa de Descuento Social de referencia del 12,67%, y muy superior al 6% que se establece usualmente como tasa de descuento económica en esta clase de inversiones.

Tabla 8. Indicadores económicos análisis costo-beneficio

ESCENARIO 1	
VAN	2.680.618.312,33 USD
TIR	14,20%

- La conclusión general es que el proyecto resulta rentable tanto en términos financieros como en términos económicos, presentando un perfil de riesgo y una viabilidad financiera adecuados.
- Debido al impacto del proyecto multipropósito que nos ocupa, tanto a nivel local como regional entendemos que la financiación del mismo no debe de restringirse únicamente a ENDE, no debemos olvidar que estamos dotando de una infraestructura de riego a un área muy importante del departamento de Santa Cruz, lo que incidirá notablemente en su economía local y regional, y además se está mitigando el efecto de las inundaciones en la zona con el consecuente beneficio económico y social. Los efectos multiplicadores del proyecto se dejarán ver en los restantes sectores productivos (comercio o servicios), así como en el empleo.

5. PLAZO DE EJECUCIÓN Y PLANIFICACIÓN DE OBRAS

Se ha realizado un programa de trabajos en función de los diferentes volúmenes de obra, resultando un plazo para la ejecución de las obras de aproximadamente 5,5 años de la obra civil e instalaciones y otros 6-7 meses hasta la puesta en servicio de todos los equipos de producción de energía

Mediante la definición de las mediciones de obra y los rendimientos específicos de cada equipo y mano de obra, se determina la duración total de cada unidad de obra elemental, afectada por los coeficientes de reducción por condiciones climáticas y de días trabajables al año.

Las actividades incluidas en la planificación representan un elevado porcentaje de las reales a ejecutar, incluyendo en dicha programación aquellas que representan un elevado porcentaje respecto al presupuesto, son singulares o condicionan el camino crítico.

A continuación, se presenta el plan de obra elaborado, incluyéndose con mayor detalle en el Anexo XVII. PROGRAMA DE TRABAJOS:

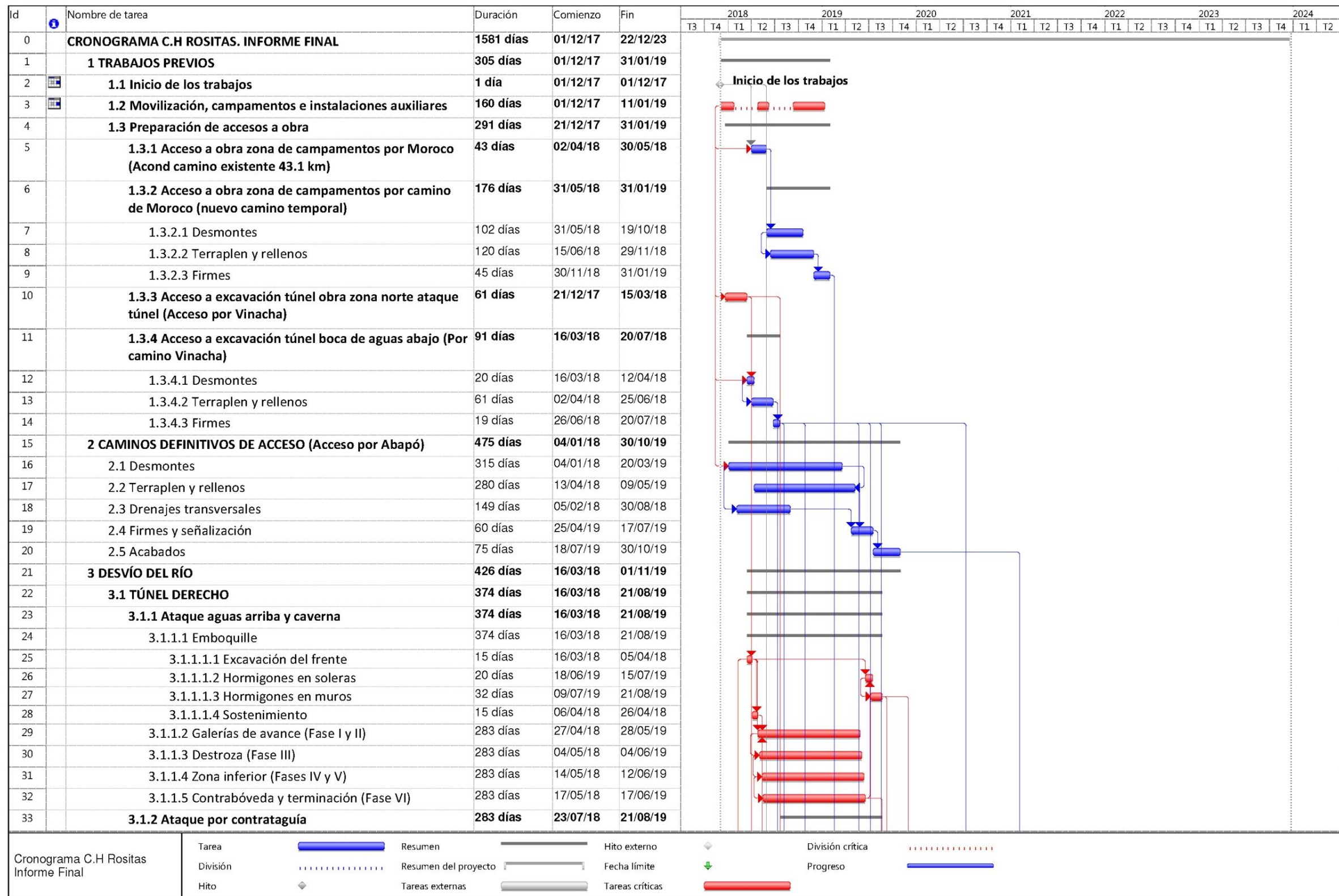


Fig. 20. Programa de trabajo. Página 1 de 7

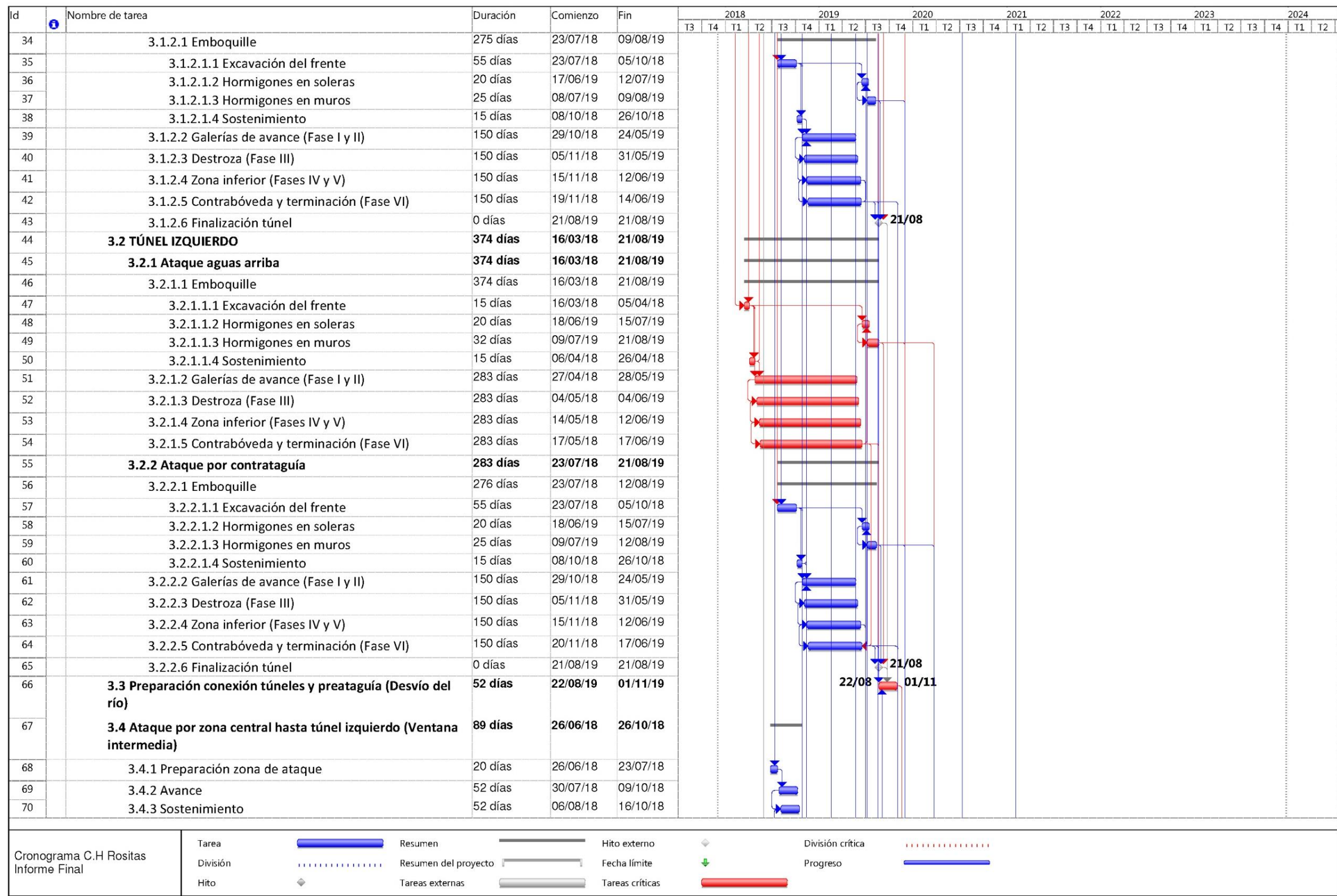


Fig. 21. Programa de trabajo .Página 2 de 7

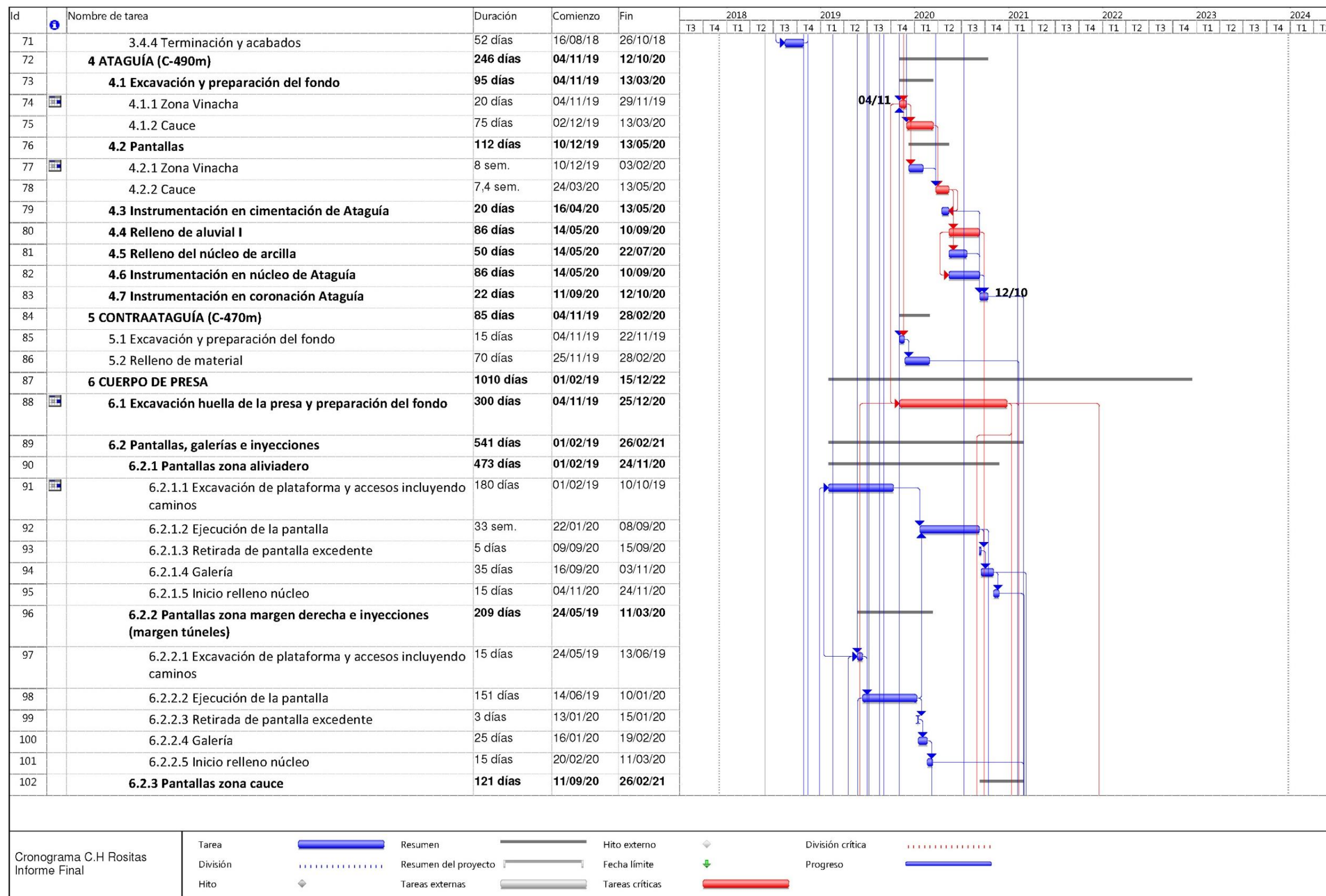


Fig. 22. Programa de trabajo. Página 3 de 7

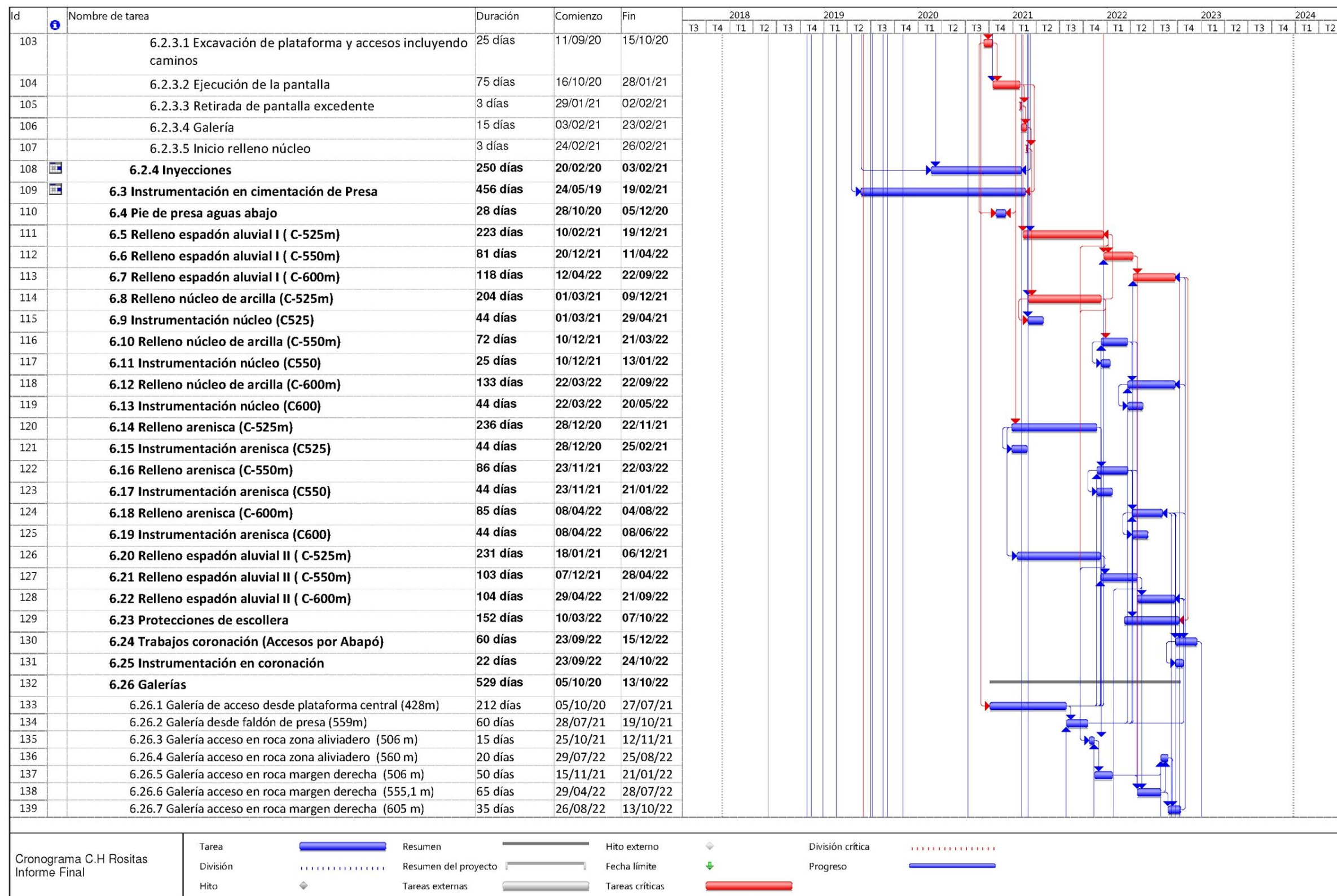


Fig. 23. Programa de trabajo. Página 4 de 7

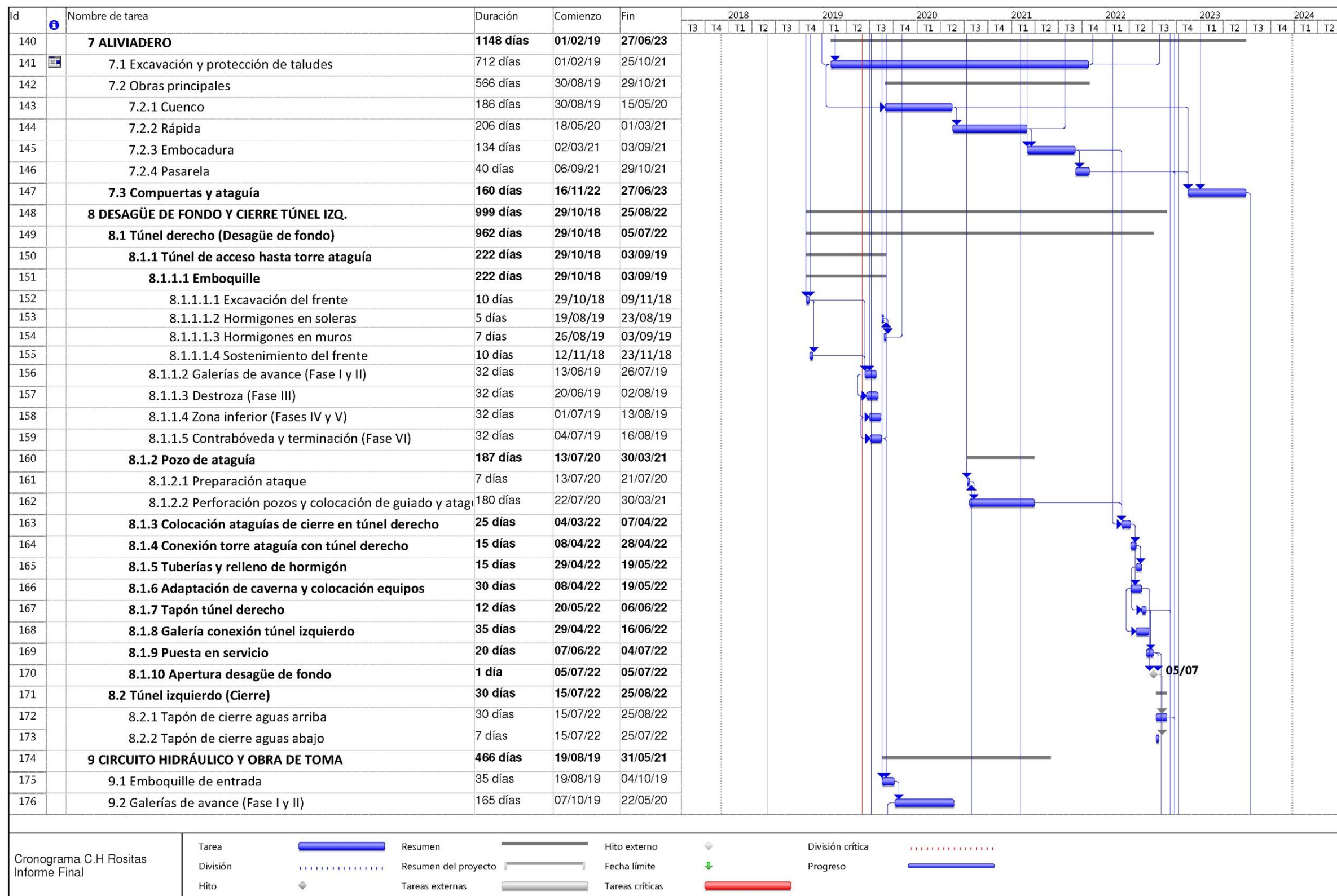


Fig. 24. Programa de trabajo. Página 5 de 7

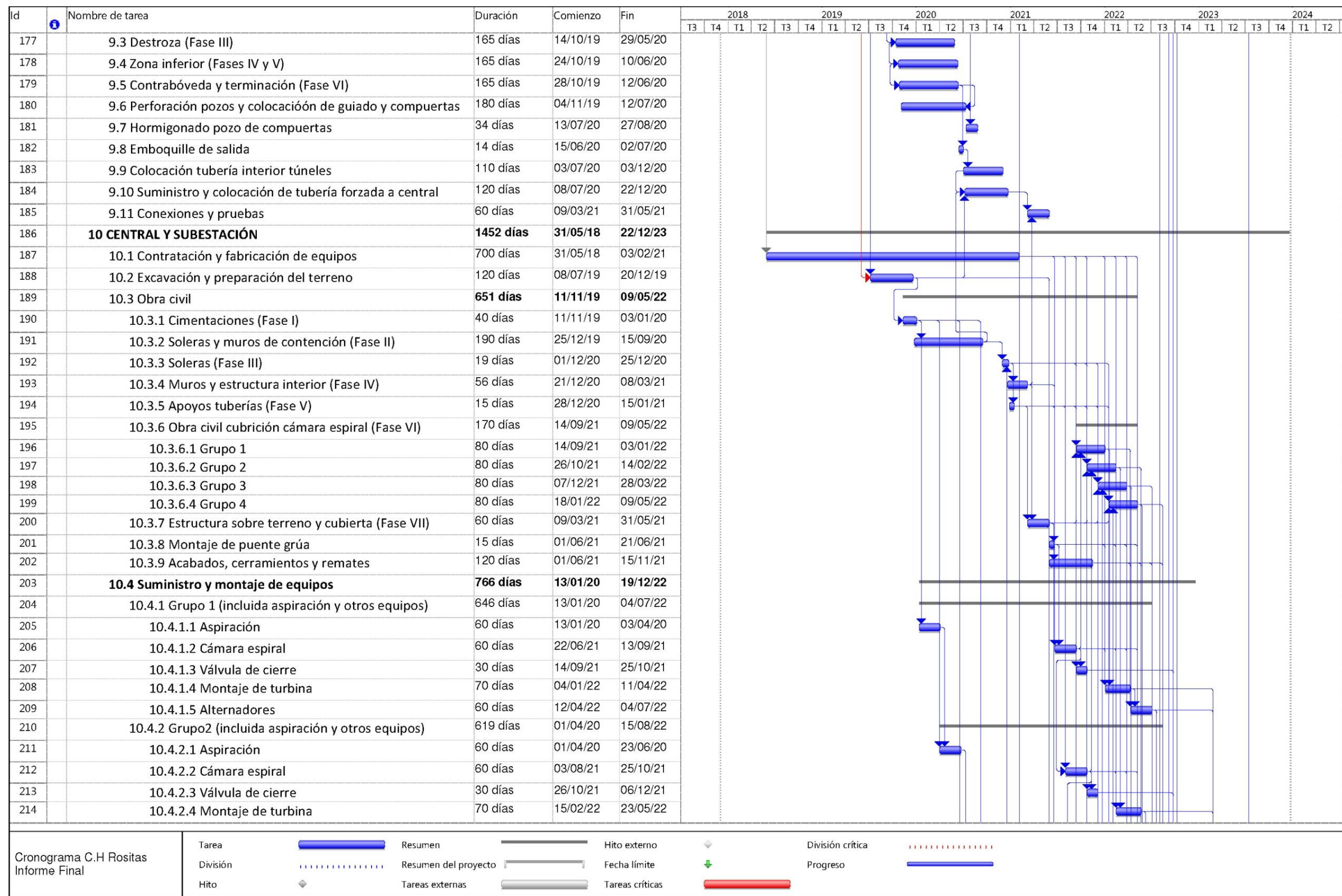


Fig. 25. Programa de trabajo. Página 6 de 7

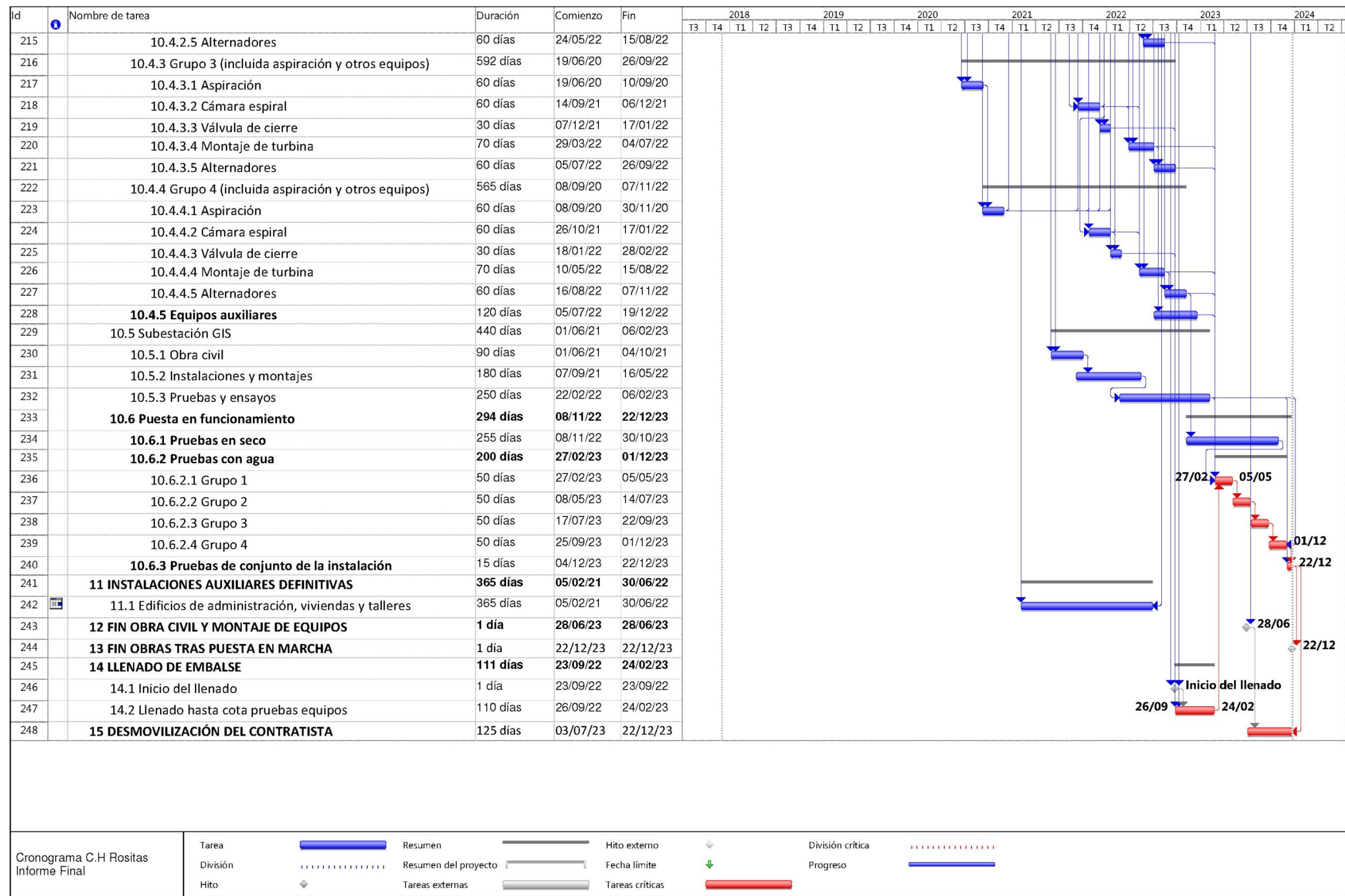


Fig. 26. Programa de trabajo. Página 7 de 7

5.1. Instalaciones provisionales de obra

Se ha estimado que durante la construcción de las obras habrá una punta de unos 3.500 trabajadores, de los cuales, unos 250 son operarios con necesidad de oficinas.

Aplicando a estas necesidades de trabajadores y operarios los ratios ($\text{m}^2/\text{trabajador}$) de la siguiente tabla, se obtiene una superficie necesaria de unos 38.000 m^2 en viviendas, oficinas, servicios, etc.

Tabla 9. Estimación de las superficies necesarias de las instalaciones auxiliares

Concepto	$\text{m}^2/\text{trabajador}$	Total m^2
Vestuarios	2,00	7.000
Comedor	2,00	7.000
Oficinas	6,00	1.500
Retretes (1,2 $\text{m}^2/25$ trabajadores)	0,048	168
Lavabos (1,2 $\text{m}^2/10$ trabajadores)	0,12	420
Duchas (1,2 $\text{m}^2/10$ trabajadores)	0,12	420
Viviendas (2 alturas)	10	17.500
		34.008
Viales	10%	3.400
TOTAL		37.408

Adicionalmente, a estas instalaciones básicas, se planteará una instalación de agua potable, capaz de suministrar 4 l/s de agua para consumo humano en época punta. El contratista de las obras será el encargado de encontrar una fuente de suministro fiable para el abastecimiento al campamento de obra, y en el caso de optar por una toma directa en el río Grande deberá disponer de un equipo de potabilización adicional. Será necesario un depósito de agua, con capacidad para unos 150 m^3 en donde se realizará cloración manual.

El campamento deberá contar también con una red de saneamiento interno, provisto de fosas sépticas para recoger las aguas residuales generadas en los campamentos de obra.

El contratista será el responsable de proponer la solución más adecuada para el abastecimiento y saneamiento del campamento de obra cumpliendo en cualquier caso la normativa boliviana a estos efectos.

Se ha previsto que es necesario en la zona anexa al campamento de obra, una superficie adicional de 10.000 m², para albergar otro tipo de instalaciones, como talleres y zonas de recreo.

5.2. Instalaciones Auxiliares

Para el resto de instalaciones auxiliares principales se han estimado las siguientes superficies:

Plantas de hormigón

Se propone la instalación de tres plantas de hormigón:

- Plantas de hormigón Margen Derecha (2 uds.): 2 x 70 x 70 m²
- Planta de hormigón Margen Izquierda (1 ud.): 100 x 100 m²

La primera, situada en la margen derecha, busca dar servicio a las obras de toma y desvío de río, y, siendo estas obras camino crítico, estará compuesta por dos unidades independientes, para mitigar los efectos en la programación de un posible fallo de planta. Cada una de estas plantas tendrá capacidad para producir una media de 50 m³ y punta de 125 m³ de hormigón a la hora, incluyendo el almacenaje de los materiales propuestos para 15 días para dar suministro a ambas plantas (15.000 m³).

La superficie necesaria para una planta de estas características es de 2.500 m² para las instalaciones, más 4.000 m² comunes para movimiento y depósito de vehículos de transporte y de maquinaria, acopios temporales de áridos, etc, considerándose para el presente proyecto una superficie de 12.000 m² totales.

La planta de hormigón propuesta para la margen izquierda, tendrá capacidad para producir una media de 100 m³ y punta de 250 m³ de hormigón a la hora, incluyendo el almacenaje de los materiales para 15 días de suministro a la planta (15.000 m³).

Con esta previsión de producción en ambas plantas se podría alcanzar una media de unos 200.000 m³ anuales por planta y una posible punta máxima de 520.000 m³. De este modo, repartiendo la producción con criterios de medias podemos garantizar el suministro a la obra incluso en caso de una posible avería puntual.

Las plantas se situarán aguas arriba del sitio previsto para la presa, en una cota elevada para evitar cualquier problema de inundación, previéndose su implementación a la cota 530,00 m.s.n.m en el caso de las plantas de margen derecha y a la cota 565,00 m.s.n.m, para la de margen izquierda. No obstante el contratista podrá seleccionar el lugar que crea más conveniente siempre y cuando el tiempo que transcurre entre la planta de hormigón y la puesta en obra no supere una hora.

Planta de Clasificación y tratamiento de Áridos

La planta de clasificación de áridos deberá tener un rendimiento medio de 800 T/h con objeto de dar alimentación tanto a las plantas de suministro de hormigón como de aquellos materiales del cuerpo de presa que requiera de un tratamiento previo a su colocación.

Con este rendimiento pueden tratar 850.000 m³ al año. Con este volumen quedaría cubierta la producción de hormigón de los 400.000 m³ necesarios para el suministro de hormigón, así como otros 450.000 m³ para posible uso en tratamiento de materiales en el cuerpo de la presa.

Las dimensiones de esta planta de áridos sumando instalaciones de cribado, lavado, tamizado, machaqueo, cintas distribuidoras y acopio final de cada fracción se estima en unos 37.500 m².

La planta de clasificación de áridos se situará en una parcela anexa a la planta de hormigón de margen izquierda.

Parque de Maquinaria

Se han estimado 60.000 m² para el parque de maquinaria, basado en las necesidades básicas para dar servicio a la obra, estas serán de al menos:

- Zona para maquinaria de movimiento de tierras (200 equipos entre extravales y camiones para desplazamiento de material, 30 equipos de maquinaria de carga, 30 para maquinaria de extendido y compactación, 50 equipos para pequeña maquinaria de movimiento de tierras y otros de pequeña envergadura). Se estima una necesidad de superficie de 40.000 m².
- Zona de talleres para la reparación y repostaje de la maquinaria de movimiento de tierras con una dimensión estimada como para dar servicio a 20 equipos de modo simultáneo. Las dimensiones de estos talleres son de 5.000 m².
- Zona de talleres para la reparación y repostaje de los vehículos de transporte de hormigón y otros suministros de menor envergadura. La zona destinada a este uso es de 2.000 m².
- Zona de almacenaje de combustible para suministro de la maquinaria y los vehículos de obra. Se reservarán unos 1.500 m².
- Zona de almacenaje de vehículos y maquinaria en depósito por avería de larga duración. 1.000 m².
- Zona de acopio de materias para reposición en vehículos y maquinaria (neumáticos, piezas mecánicas, etc). Se estima en unos 500 m² la superficie necesaria.

Se reservan 10.000 m² para la distribución de los espacios necesarios para circulación de vehículos, accesos, edificaciones de control, equipos de generación de energía, recogida de residuos, etc.

Taller de ferralla junto aliviadero (acopio y doblado de acero para armaduras)

Se plantea otra zona de unos 2.000 m², en la zona anexa a la construcción del aliviadero, para acopio de acero en barras para su posterior conformación en la zona del taller y acopio temporal hasta su puesta en obra.

Zona de Acopios de Material de Cuerpo de Presa

Por otra parte, se han estimado las necesidades de superficies destinadas a acopios tanto del núcleo de arcilla como de espaldones.

Para el núcleo se ha estimado tener acopiado un 15% del material necesario, es decir unos 500.000 m³.

Suponiendo un rendimiento de colocación del material de núcleo de 2.000 m³/equipo y día y 10 equipos trabajando simultáneamente se obtiene que el núcleo se colocará en unos 200 días y el acopio servirá para 25 días. Esto supone una superficie de unos 40.000 m² y unos 18 metros de altura.

Para los espaldones se ha supuesto que trabajan 20 equipos de manera simultánea y el rendimiento es el mismo que para el núcleo, es decir 2.000 m³/día por equipo. Con ello se obtiene que los espaldones se ejecutarían en 400 días. Se ha tomado aproximadamente un volumen de acopio de un mes, para el que se necesitarían 70.000 m² de superficie y una altura de 22 metros.

Estas zonas de acopio se situarían en la margen izquierda del río Grande, en la confluencia de los dos ríos, en dos cotas diferenciadas. Una zona de acopios se situará a la cota 485,00. Se trata de dos áreas de 45.000 m² para acopiar el material del espaldón de la presa, y otra de 25.000 m² para el material del núcleo. Adicionalmente, se ha propuesto otra zona de acopios más elevada (a cotas 505,00 y 530,00 m.s.n.m), para disponer de material de reserva en caso de producirse la avenida de 5 años de periodo de recurrencia que afecte a los acopios situados en la cota inferior.

Zona de Acopios Material Central Hidroeléctrica y Auxiliar.

En la explanada planteada para albergar la Central Hidroeléctrica y la Subestación, se plantea una zona propia de acopios para el material necesario para la construcción de la Central. En esta zona de acopios se prevé el almacenaje de la parte de tubería de acero para la conducción forzada, elementos principales de generación hidráulica y eléctrica, además de material para la propia construcción de la Central. Se prevén dos zonas diferenciadas, una cerrada por protección atmosférica y por valor de equipamiento, y otra para grandes acopios de tubos, encofrados, etc. Se estima que serán necesarios unos 2.000 m² de superficie.

5.3. Caminos de Acceso a Obra

Para el acceso a las zonas de obras durante la construcción de la presa y aprovechamiento hidroeléctrico de Rositas, se han estudiado dos caminos:

- Camino de obra acceso acopios e instalaciones: El recorrido para acceder a la zona de acopios e instalaciones situada al norte del río Rositas, se origina en Abapó sobre la ruta 9 y continúa por el camino existente de Cabezas a Moroco por la margen izquierda del río Grande, continuándose en sentido Sur hacia la zona de obras. El camino existente tiene una extensión de 43,10 kilómetros y su acondicionamiento es necesario para el tránsito de los vehículos de obra. Además, es necesario realizar 16,26 km de caminos de acceso a obra nuevos que discurren por el valle del río Rositas hasta llegar a las plataformas de acopios, instalaciones de obra, parque de maquinaria y planta de clasificación de áridos, situados todos en la margen izquierda del río Grande.

- Camino de obra acceso túnel de desvío: Desde el camino de Vinacha ubicado al sur del río Grande, se diseña un camino de acceso a las bocas del túnel de desvío para poder construirlo. Su longitud es de 5,10 km y da acceso tanto a la boca de entrada como a la de salida. La parte inicial permanece por encima del nivel de agua para avenidas inferiores a la de cálculo a la entrada del túnel. La parte próxima a la boca del túnel (en el P.k. 3+140 del camino, está a la cota de solera de la obra de entrada, por lo que permite el acceso durante la obra del túnel, pero queda sumergida cuando el túnel entre en servicio. Aguas abajo del túnel, el camino estará sumergido cuando el túnel esté funcionando.

6. INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO

6.1. Cartografía y topografía

En relación a los trabajos de Cartografía y topografía, se han realizado los siguientes trabajos:

- Levantamiento topográfico del área del futuro embalse de Rositas con tecnología LIDAR. A partir de su tratamiento digital se han obtenido unas curvas de nivel que detallan el terreno con una precisión de 1 metro entre curvas.
- Levantamiento de 49 secciones topo-batimétricas transversales aguas debajo de la confluencia del Río Grande con el Río Rositas hasta Abapó, en un espacio de 25 km de longitud y con distancias entre secciones que varían entre 150 m y 1 km curvas.
- Levantamiento de 79 secciones topo-batimétricas transversales en el entorno de la presa de Rositas, desde la entrada del túnel hasta la salida, en un espacio de 1,50 km de longitud y con distancia aproximada de 20 metros entre secciones curvas.
- Serie de mapas temáticos del área de la cuenca del río Grande a escala de presentación 1:250.000. Los mapas realizados son:
 - Mapa sinóptico
 - Mapa hidrográfico
 - Mapa geológico
 - Mapa geomorfológico
 - Mapa hidrográfico y de delimitación de cuencas
 - Mapa erosión (horizontes 1994, 2004 y 2014)
 - Mapa de usos del suelo (horizontes 1994, 2004 y 2014)
 - Mapa de cobertura vegetal (horizontes 1994, 2004 y 2014)
 - Mapa de remoción en masa
 - Mapa de isoyetas (Periodo seco, húmedo y Total anual)
 - Mapa de isotermas (Periodo seco, húmedo y Total anual)
 - Mapa de límites municipales

- Mapa arqueológico y paleontológico
- Curva de Cotas – Volumen – Área del embalse. En la figura adjunta a continuación, se muestra la curva Cota - Área – Volumen del embalse de Rositas en el año de su puesta en servicio, año inicial.

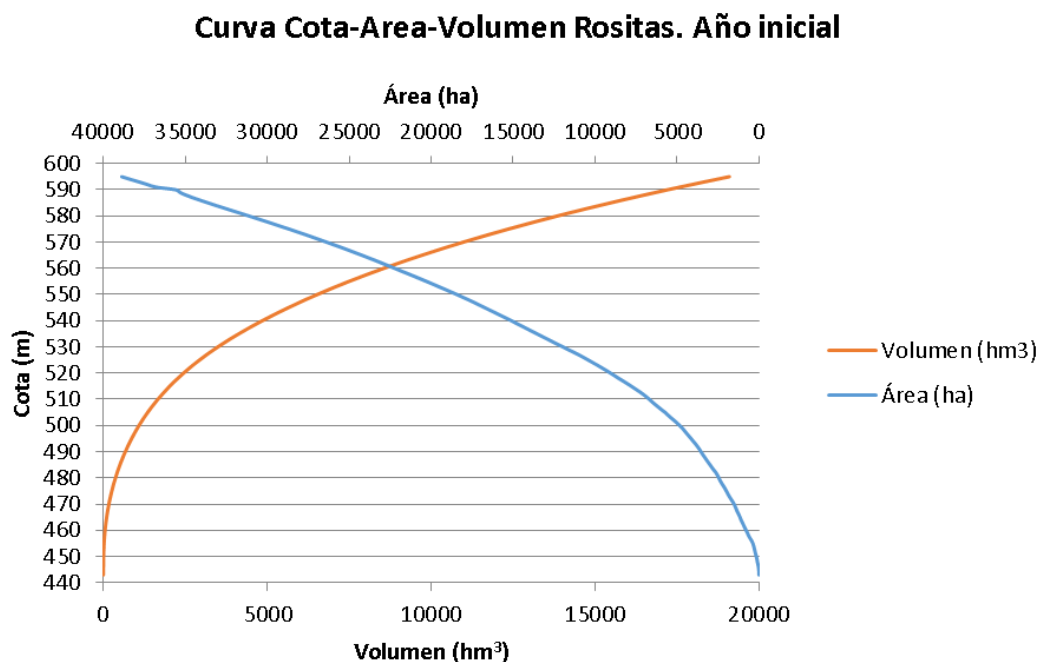


Fig. 27. Curva Cota-Área-Volumen Rositas. Año Inicial

6.2. Geología, geomorfología regional y sismología

El estudio geológico de la Cuenca de río Grande se realizó a partir de la información existente en estudios anteriores y mapas geológicos oficiales de Bolivia, complementada con la foto-interpretación de las fotografías aéreas ortorectificadas. Esto supone la práctica totalidad de la cuenca media y alta del río, afectando a una superficie de unos 53.000 km².

Igualmente el estudio geomorfológico se realizó a partir de imágenes satelitales y ortofotos. Se realizó una descripción fisiográfica, un análisis morfo estructural, así como una descripción de las unidades de relieve. También, se ha realizado una descripción de las formas geomorfológicas y formaciones superficies identificadas en la cuenca. Una vez realizados los trabajos indicados se describió la evolución morfodinámica o la Historia Geomorfológica de la Cuenca del río Grande, aguas arriba de la futura presa de Rositas.

Se realizaron así las siguientes cartografías de la Cuenca del río Grande aguas arriba de Abapó.

- Mapa geológico a escala 1:250.000
- Mapa geomorfológico escala 1:250.000

6.2.1. Estudio sísmológico

Se recomienda dirigirse al Anexo II, donde se describe con gran detalle el análisis y estudio sísmológico realizado en la zona de la Represa Hidroeléctrica Rositas para la determinación de las aceleraciones sísmicas y coeficientes sísmicos de diseño.

Del estudio sísmológico realizado se puede extraer lo siguiente:

- La actividad sísmica en el sector de la Represa Rosita, corresponde a terremotos superficiales o de corteza, producto de esfuerzos locales o regionales. A estos esfuerzos también existe la contribución del proceso de subducción debido a que esta se manifiesta en profundidad (entre 300 a 650 Km). Profundidades que proyectadas en superficie coincide con el Departamento de Santa Cruz.
- La constante b es igual a 0,93; valor que indica la alta frecuencia de ocurrencia de terremotos de magnitudes leves y por lo tanto una baja capacidad de acumulación de esfuerzos en la zona analizada, porque siempre está liberando energía. Los resultados obtenidos indica la alta frecuencia de ocurrencia de terremotos de magnitudes leves y por lo tanto una baja capacidad de acumulación de esfuerzos en la zona.
- El valor de la constante $a = 5,957$ que indica la máxima magnitud que podría ocurrir en la zona.
- La frecuencia de ocurrencia de sismos de magnitud 4 es mayor (tres por año) que para los moderados, como por ejemplo 5,5.
- El mayor periodo de retorno (26 años), es para sismos de magnitudes iguales o mayores a 5.5. Para magnitudes iguales o mayores a cuatro el periodo es menor.
- La probabilidad de ocurrencia para sismos de magnitud 4 es del 100%, mientras que para magnitudes moderadas es menor.
- Se han obtenidos aceleraciones entre 0,03 g a 0,12 g, y el ajuste de los valores ha permitido obtener las constantes para calcular la probabilidad anual de ocurrencia de aceleraciones
- El cálculo se ha realizado para el intervalo entre 0,3 %g a 10 %g (0,03 g a 0.1 g).
- A medida que aumenta el valor de aceleración (calculada) disminuye la probabilidad de ocurrencia en un año
- No es posible establecer una clara relación de los datos obtenidos en el análisis con los datos del Uniform Building Code UBC. Existiendo el peligro de una subestimación del riesgo sísmico de la Represa Rosita en el sector de Abapo provincia Cordillera del Departamento de Santa Cruz.
- Debido a la falta de una red acelerográfica, en la actualidad no se cuenta con datos, de aceleración de donde se debería encontrar varios parámetros sísmicos como ser espectros de aceleración S_d y otros.

6.3. Geología y geotecnia del vaso y de la presa

Para el estudio geológico geotécnico se ha realizado el mapeo geológico del vaso y de las zonas de obra, trabajos de investigación o prospección geotécnica, estaciones geomecánicas, trabajos de prospección geofísica, ensayo in situ, muestreo y ensayos de laboratorio.

El resultado de estos trabajos es además de los informes geológico-geotécnicos, la elaboración de las siguientes cartografías:

- Mapa geológico-geomorfológico a escala 1:50.000
- Mapa geológico y geomorfológico a escala 1:25.000
- Mapa de pendientes
- Mapa de situación de préstamos
- Mapas geológicos de propuestas de campañas
- Planta de situación y acceso de canteras, 1:10.000
- Mapa geológico de situación de calicatas de préstamos de gravas, 1:3.500
- Planta geológico-geotécnica del sector de presa y obras anexas, 1:2.500.
- Mapa geológico de detalles de laderas inestables, 1:2.000
- Mapa geológico de la zona de presa, 1:1.000
- Planta de situación de reconocimientos previos, 1:2.500
- Planta de situación de sondeos, 1:2.500
- Perfil geológico-geotécnico del eje de la presa, 1:2.500
- Perfil de permeabilidad del eje de presa, 1:2.000
- Perfiles geológico-geotécnicos de ejes de alternativas de presa, 1:2.000
- Perfil geológico-geotécnico de la central eléctrica, 1:1.000
- Planta y perfil geológico-geotécnico del túnel de Desvío, 1:3.000
- Planta y perfil geológico-geotécnico del túnel de Toma, 1:2.500
- Planta y perfil del camino de acceso a coronación, 1:1000 y 1:500

El emplazamiento de la presa de Rositas se localiza en los denominados cajones del río Grande en Abapó, que consisten en una serie de escarpes en los que se encaja el río Grande en las últimas elevaciones del Subandino antes de abrirse sobre la llanura Chaco Beniana.

El trazado del río en este tramo corresponde con la orientación E-W atravesando los ejes de plegamiento principales andinos. Esta orientación E-W coincide con una de las orientaciones frecuentes de diaclasado dentro el macizo rocoso. Localmente se forman meandros de dirección N-

S que aprovechan planos de debilidad del sistema de plegamiento general de la zona. Estas dos orientaciones perpendiculares son las que siguen los planos de fractura predominantes en la zona.

Toda la zona de los cajones de Abapó está formada por una serie de materiales arenosos de la formación Escarpment. Son arenas formadas en el escarpe del talud continental por el desmantelamiento de la cordillera formada en el Carbonífero inferior.

Son arenas turbidíticas en las que son frecuentes las estructuras de flujo, ocasionadas por la inestabilidad de las arenas que se van depositando en la zona del talud.

Litológicamente las arenas presentan una cementación ligera carbonatada y un cemento limolítico.

Esta diferencia de cementación da lugar a diferentes comportamientos en cuanto a aspecto, siendo las muestras de colores blanquecinos y grises las que presentan cemento carbonatado, mientras que las muestras que lo han perdido presentan coloraciones marrones y amarillentas.

No se encuentra relación entre las capas geológicas y el grado de cementación. Parece que la pérdida de cemento se debe a disolución kárstica que puede estar asociada a zonas de fracturación zonas preferentes de circulación de agua.

En los sondeos realizados aparece un predominio de las zonas sin cemento en la parte alta de la ladera y estribos

Por encima de la formación Escapement, aparece un conjunto de arenas triásicas de la formación Cangapi, menos cementadas pero más homogéneas. Son en general areniscas blandas de colores amarillentos y rojizos.

El contacto entre ambas formaciones va ascendiendo por las laderas en dirección W-E y está recogido en los planos geológicos. La estructura es ligeramente inclinada hacia el W con un buzamiento medio de 10°. Localmente aparecen pliegues menores que hacen variar el buzamiento e incluso lo cambian hacia el E.

La arenisca es muy masiva y en la zona concreta de la cerrada no se aprecian estructuras de deslizamientos (slumping) características de esta formación (Dragón de los cañones de Abapó).

En la siguiente figura se muestran planos geológico-geotécnicos en la cerrada de la Presa de Rositas:

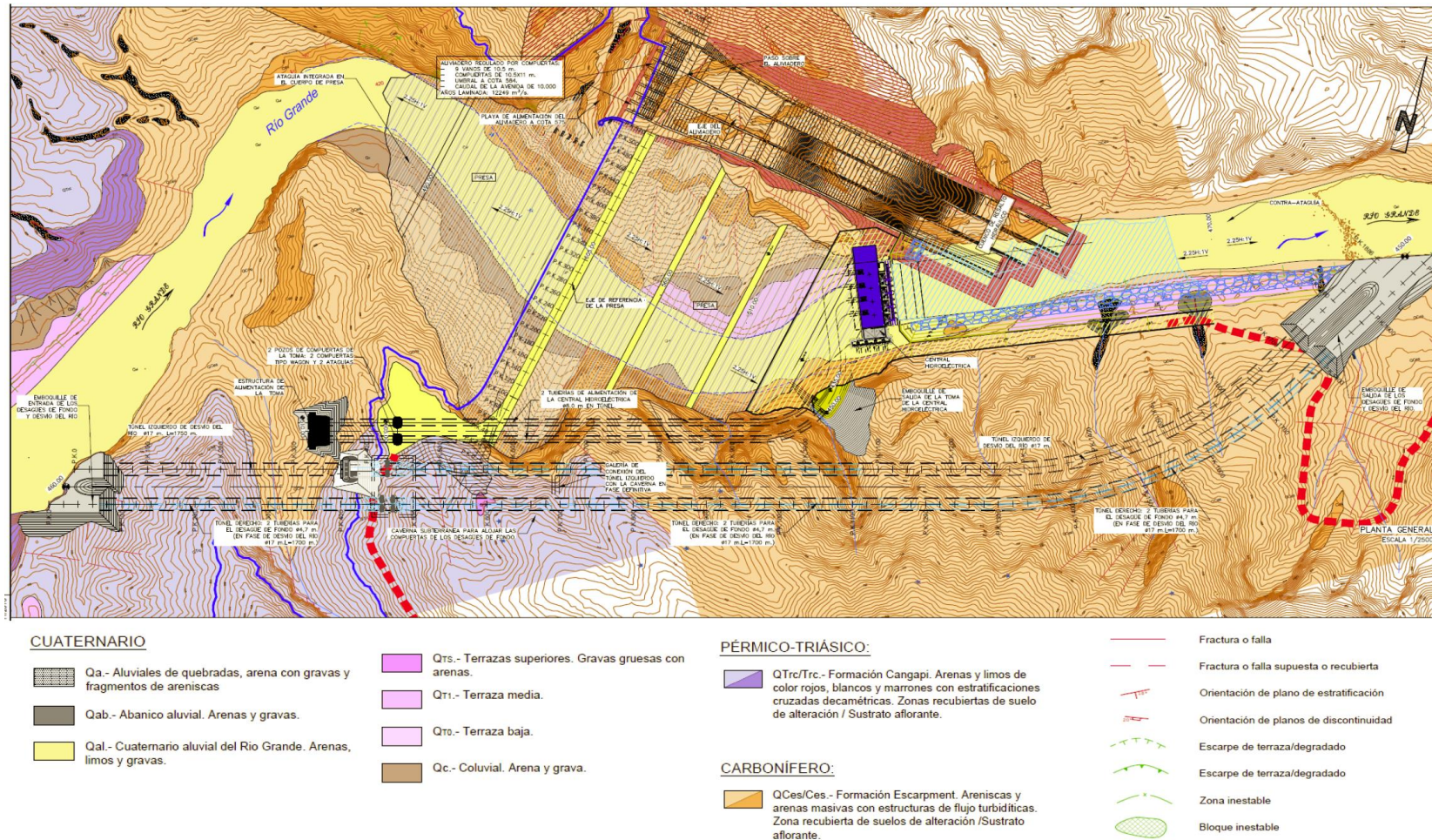


Fig. 28. Plano geológico de la cerrada de la presa de Rositas

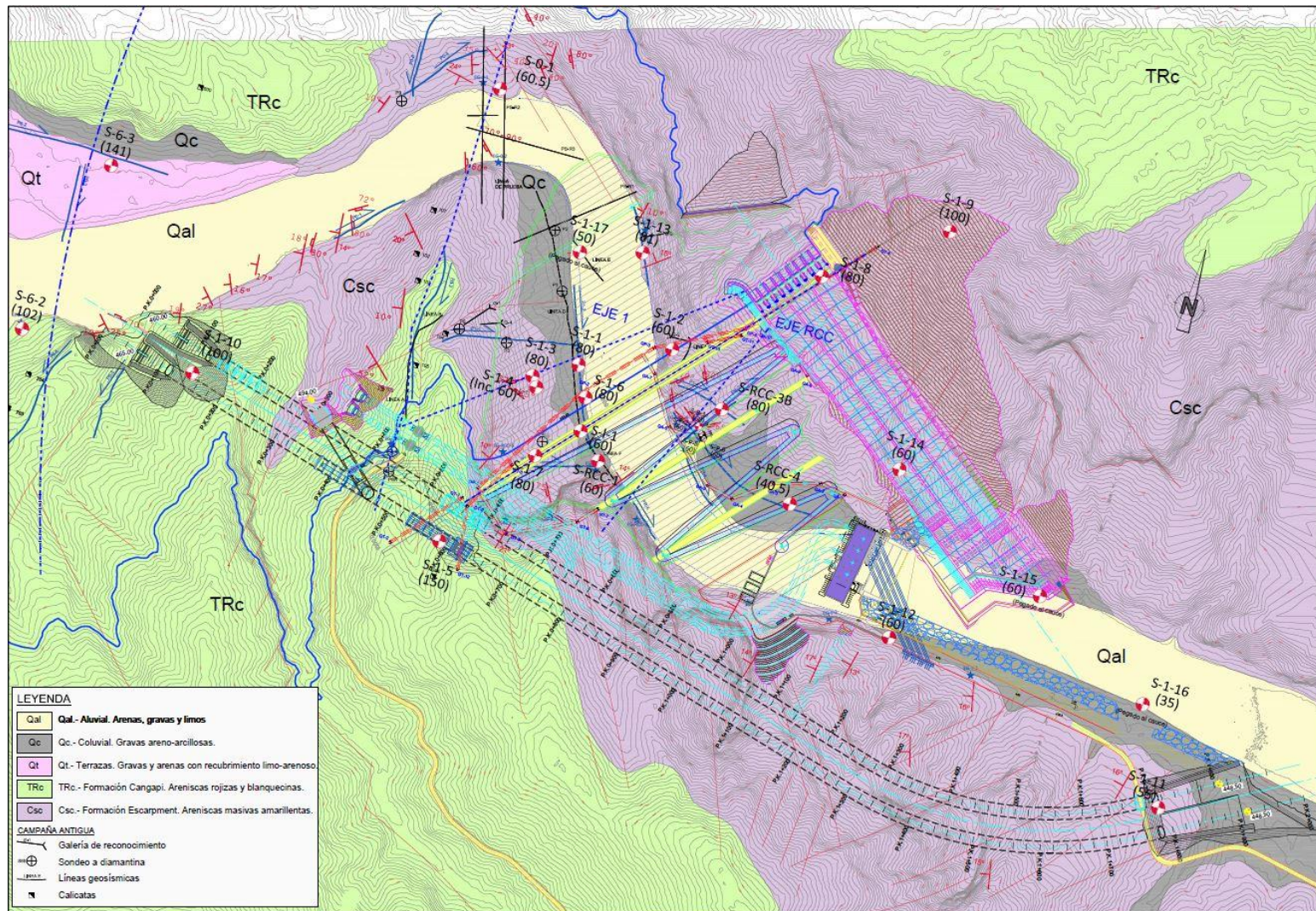


Fig. 29.- Ejemplo del plano geológico-geotécnico del sector de la presa de Rositas 1:2500

En la imagen siguiente se incluye la imagen del perfil geológico geotécnico del eje de presa donde se definen los grados de alteración de la roca obtenidos a partir de los registros de los sondeos realizados.

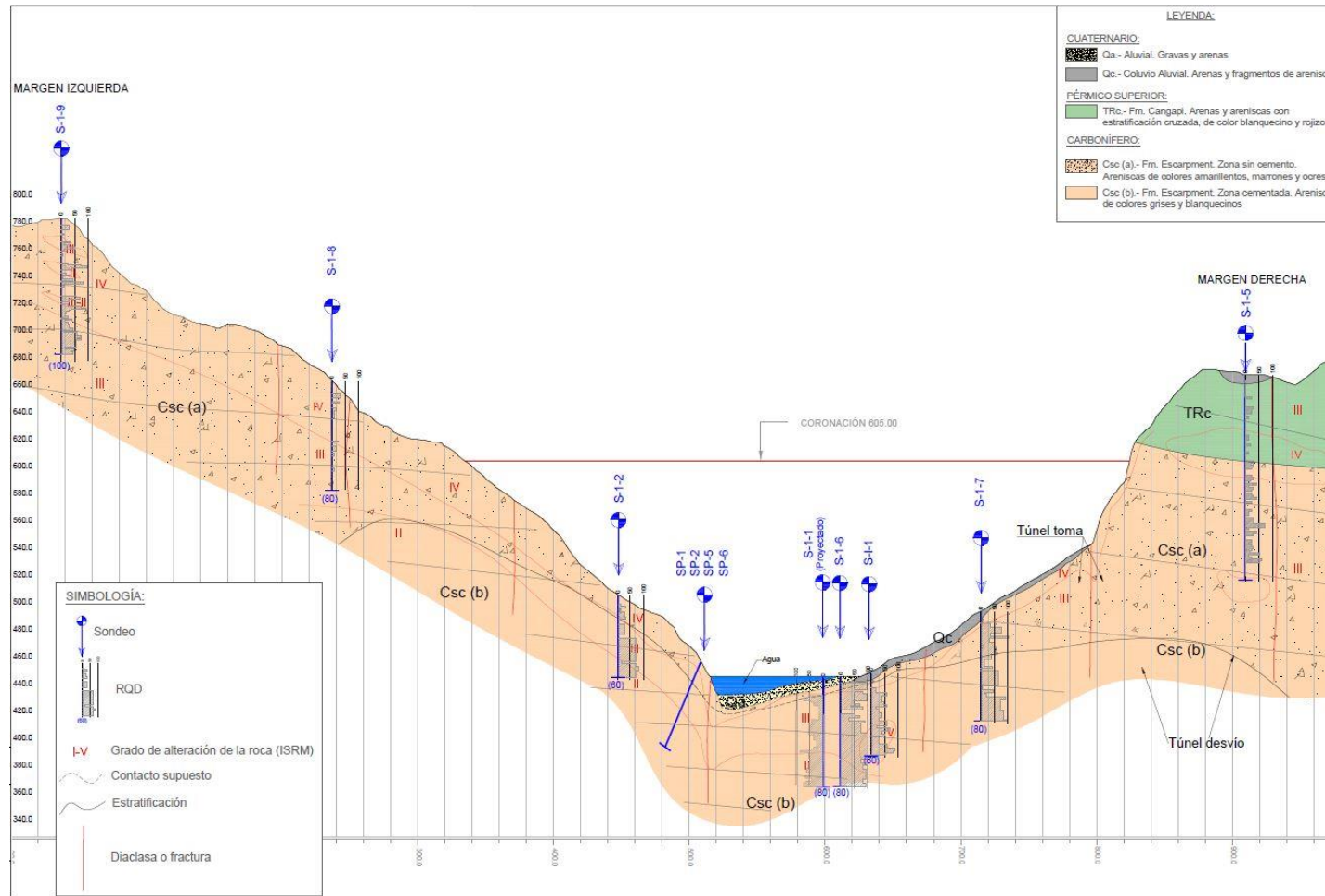


Fig. 30.- Esquema del perfil geológico-geotécnico del eje de la presa, escala 1:2500

6.3.1. Estudios geológicos y geotécnicos

A partir de las investigaciones realizadas, cartografías geológico-geotécnica y de los resultados de laboratorio se realizaron los siguientes estudios:

- Estudio geológico de la cuenca de río Grande y vaso de la presa de Rositas
- Estudio geomorfológico de la cuenca de río Grande y vaso de la presa
- Estudio de estabilidad de laderas en el vaso de la presa de Rositas
- Estudio sismo-tectónico de la zona del vaso y presa de Rositas
- Estudio geológico-geotécnico de la zona de la presa y obras anexas
- Estudio geofísico mediante refracción sísmica, tomografía eléctrica y onda superficiales MASW de la zona de presa

En el estudio sismo-tectónico se realizó una síntesis del estado del conocimiento sismotectónico de Bolivia, haciendo énfasis en la información obtenida de los catálogos internacionales (PDE-NEIC) y locales Observatorio San Calixto (OSC) y en los resultados de los últimos estudios neotectónicos en el país.

6.3.2. Trabajos de investigación geotécnica

6.3.2.1. Investigación de los ejes de presa: sondeos y geofísica

Se incluye una tabla con el resumen de los datos básicos de los sondeos, localización, los ensayos in situ realizados, las muestras obtenidas, así como una breve descripción litológica. En el Anexo II: Geología y Geotecnia se presentan en detalle los planos ubicación georreferenciados de los sondeos y ensayos de campo realizados así como también las conclusiones obtenidas. La perforación total fue de 2.374,2 m de sondeo a testigo continuo.

Tabla 10. Tablas resumen de los sondeos realizados. Datos básicos y situación

DENOMINACIÓN.	PROF. (m)	INCLINACIÓN	FECHA		SONDA		COORDENADAS UTM WGS84		COTA
			INICIO	FIN	EQUIPO	PROPIEDAD	X	Y	Z
SRCC-1	60,00	Inclinado 60° S	25-05-16	27-05-16	TONE-3	EXPERT D.	445.253,24	7.906.656,36	455,88
SRCC-3 (repetido)	25,50	Vertical	30-05-16	07-05-16	TONE-3	EXPERT D.	445.410	7.906.787	495,0
SRCC-3B	80,00	Vertical	08-05-16	13-05-16	TONE-3	EXPERT D.	445.409,63	7.906.780,83	495,25
SRCC-4	40,50	Vertical	27-04-16	29-04-16	TONE-3	EXPERT D.	445.545,38	7.906.673,73	457,92
S-1-1	80,00	Vertical	18-05-16	22-05-16	TONE-3	EXPERT D.	445.187,08	7.906.785,61	449,77
S-1-3	80,00	Vertical	01-06-16	04-06-16	TONE-3	EXPERT D.	445.125,82	7.906.750,78	448,74
S-1-4	60,00	Inclinado 60° SW	06-06-16	07-06-16	TONE-3	EXPERT D.	445.135,74	7.906.736,44	486,83
S-6-3	141,00	Vertical	15-06-16	19-06-16	Rolatec RL48-L	FUJITA	444.437,96	7.906.878,00	466,66
S-6-4	84,50	Vertical	27-05-16	05-06-16	TONE-TGM	FUJITA	444.4104,51	7.907.150,71	573,20
S-6-5	41,20	Vertical	13-06-16	15-06-16	TONE-TGM	FUJITA	444.486,78	7.907.451,53	579,15
S-0-1	60,50	Vertical	27-06-16	02-07-16	TONE-TGM	FUJITA	444.961,98	7.907.146,73	453,24

DENOMINACIÓN.	PROF. (m)	INCLINACIÓN	FECHA		SONDA		COORDENADAS UTM WGS84		COTA
			INICIO	FIN	EQUIPO	PROPIEDAD	X	Y	Z
S-1-7	80,00	Vertical	27-06-16	02-07-16	TONE-3	EXPERT D.	445.162,25	7.906.638,21	499,94
S-6-2	102,00	Vertical	29-06-16	02-07-16	Rolatec RL48-L	FUJITA	444.377,78	7.906.608,54	454,29
S-1-6	80,00	Vertical	04-07-16	06-07-16	TONE-3	EXPERT D.	445.210,31	7.906.741,73	447,61
S-1-13	81,00	Vertical	06-07-16	08-07-16	Rolatec RL48-L	FUJITA	445.232,77	7.906.971,70	449,27
S-1-10	100,00	Vertical	17-07-16	23-07-16	TONE-TGM	FUJITA	444.638,89	7.906.615,85	534,24
S-1-8	80,00	Vertical	21-07-16	30-07-16	LIM 44	EXPERT D.	445.498,57	7.907.011,38	674,88
S-1-9	100,00	Vertical	05-08-16	07-08-16	LIM 44	EXPERT D.	445.662,73	7.907.127,80	801,58
S-1-2	60,00	Vertical	13-08-16	14-08-16	LIM 44	EXPERT D.	445.314,61	7.906.845,89	501,30
S-1-5	150,00	Vertical	17-08-16	24-08-16	LIM 44	EXPERT D.	445.060,45	7.906.477,04	686,59
S-1-11	55,00	Vertical	28-9-16	29-9-16	TONE-3	EXPERT D.	446.196,05	7.906.391,82	484,34
S-1-17	50,00	Vertical	23-9-16	28-9-16	TONE-3	EXPERT D.	445.142,86	7.906.946,76	446,38
S-I-1	60,00	Vertical	26-9-16	1-10-16	TONE-3	TECSOMIN	445.208,14	7.906.728,04	451,14
S-1-12	60,00	Vertical	3-10-16	7-10-16	TONE-3	EXPERT D.	445.732,05	7.906.547,65	448,37

DENOMINACIÓN.	PROF. (m)	INCLINACIÓN	FECHA		SONDA		COORDENADAS UTM WGS84		COTA
			INICIO	FIN	EQUIPO	PROPIEDAD	X	Y	Z
S-1-16	35,00	Vertical	13-10-16	14-10-16	TONE-3	EXPERT D.	446.131,68	7.906.533,10	445,95
S-1-15	60,00	Vertical	14-10-16	15-10-16	TONE-3	EXPERT D.	445.940,61	7.906.645,08	445,95
S-1-14	60,00	Vertical	19-10-16	21-10-16	TONE-3	EXPERT D.	445.689,59	7.906.793,92	547,93
S-P-4	60,00	Inclinado 60° SW	10-10-16	13-10-16	LIM-44	TECSOMIN	445.207,0	7.906.736,0	450,4
SCS-2	30,00	Vertical	30-10-16	07-11-16	LIM-44	TECSOMIN	441.413	7.906.616	520,0
SCS-1	21,00	Vertical	10-11-16	12-11-16	LIM-44	EXPERT D.	441.432	7.906.884	555,0
S-P-1	60,00	Inclinado 60° NE	17-12-16	18-12-16	TONE-3	EXPERT D.	445.348,19	7.906.726,33	448,95
S-P-2	60,00	Inclinado 60° NE	26-12-16	27-12-16	TONE-3	EXPERT D.	445.354,78	7.906.725,95	448,89
S-P-3	57,00	Inclinado 60° SW	6-12-16	9-12-16	LIM-44	TECSOMIN	445.205,0	7.906.736,0	450,4
S-P-5	60,00	Inclinado 60° NE	9-1-17	11-1-17	TONE-3	EXPERT D.	445.358,66	7.906.725,95	488,90
S-P-6	60,00	Inclinado 60° NE	12-1-17	14-1-17	TONE-3	EXPERT D.	445.362,37	7.906.725,66	448,95
TOTAL	2.374,20								

Tabla 11. Tablas resumen de muestreo y ensayos in situ de sondeos

DENOMINACIÓN	LONGITUD (m)			MUESTRAS		ENSAYOS IN SITU		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
	SUELOS	ROCA MEDIA	GRAVAS	SPT	TP	Presiómetros	LUGEON/ INYECCIÓN	
SRCC-1	-	54,40	5,60	-	39	1	4	0,00-5,60m Q aluvial (gravas); 5,60-60,00m Fm Escarpment (arenisca)
SRCC-3 (repetido)	1,75	23,75	-	-	8	0	0	0,00-1,75m TV+GM VI (arena); 1,75-25.5m Fm Escarpment (arenisca)
SRCC-3B	1,50	78,50	-	-	52	2	13	0,00-1,50m Q GMVI (arena); 1,50-80,00m Fm Escarpment (arenisca)
SRCC-4	17,80	22,50	0,20	6	9	0	2	0,00-18,00m Q aluvial (arena); 18,00-40,50m Fm Escarpment (arenisca)
S-1-1	9,15	70,85	-	-	49	3	12	0,00-9,15m Q aluvial (arena y gravas); 9,15-80,00m Fm Escarpment (arenisca)
S-1-3	-	80,00	-	-	50	2	7	0,00-24,50m Arenisca ocre; 24,50-80,00m Arenisca gris verdosa.
S-1-4	-	60,00	-	-	34	0	3	0,00-22,20m Arenisca ocre; 22,20-60,00m Arenisca gris verdosa.
S-6-3	20,50	120,00	0,50	-	79	3	7	0,00-21,00m Q aluvial (arena con grava); 21,00-141,00m Fm Cangapi (arenisca)
S-6-4	3,90	75,00	5,60	3	1	0	0	0,00-9,50m Q terraza (CL-ML hasta 3,90m, después gravas); 9,50-100,00m Fm Cangapi (arenisca)
S-6-5	4,00	37,00	-	4	10	0	4	0,00-4,00m Q GMVI (arena); 4,00-41,00m Fm Cangapi (arenisca)
S-0-1	-	60,50	-	-	22	3	6	0,00-60,50m Arenisca gris verdoso.

DENOMINACIÓN	LONGITUD (m)			MUESTRAS		ENSAYOS IN SITU		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
	SUELOS	ROCA MEDIA	GRAVAS	SPT	TP	Presiómetros	LUGEON/ INYECCIÓN	
S-1-7	1,50	78,5	-	-	23	2	11	0,00-0,15m TV(CL); 0,15-1,50m Coluvión(SP); 1,50-30,40m Arenisca ocre; 30,40-80,00m Arenisca gris verdosa.
S-6-2	0,30	101,70	-	-	25	1	11	0,00-102,00m Arenisca gris verdosa.
S-1-6	3,10	76,90	-	-	26	0	11	0,00-3,10m Q aluvial (gravas); 3,10-80,00m Arenisca gris verdosa.
S-1-13	-	80,00	-	-	20	0	7	0,00-80,00m Arenisca gris verdosa.
S-1-10	0,10	99,90	-	-	31	0	15	0,00-0,10m TV (SC); 0,10-78,50m: Arenisca ocre; 78,50-100,00m: Arenisca gris verdosa.
S-1-8	-	80,00	-	-	25	0	11	0,00-80,00m Arenisca ocre
S-1-9	-	100,00	-	-	22	0	13	0,00-100,00m Arenisca ocre
S-1-2		45	-	-	15	0	7	0,00-60,00m Arenisca ocre
S-1-5	-	1458,5	4,5	-	-	-	-	0.00-4,50m Q terraza (GW); 4,50-150 m areniscas ocres grano fino
S-1-11	2,5	52,50		4	6	0	1	0,00-2,50m Q aluvial (arens); 2,50-55,00 Areniscas ocres
S-1-17		27,00	23,00	5	10	0	4	0,00-23,00m Q aluvial (gravas); 23,00-50,00 Areniscas ocres
S-I-1		54,00	6,00	0	8	0	9	0,00-6,00m Q aluvial (gravas); 6,00-10,50 Areniscas marrón claro; 10,50-60,00m Areniscas ocres

DENOMINACIÓN	LONGITUD (m)			MUESTRAS		ENSAYOS IN SITU		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
	SUELOS	ROCA MEDIA	GRAVAS	SPT	TP	Presiómetros	LUGEON/ INYECCIÓN	
S-1-12		57,50	2,5	0	17	0	8	0,00-2,50m Q aluvial (gravas); 2,50-14,00 Areniscas marrón claro; 14,00-60,00m Areniscas gris verdosas
S-1-16	17,00	14,00	4	4	40	0	0	0,00-21,00m Q aluvial (arenas y gravas); 21,00-35,00 Areniscas gris verdosas
S-1-15	2,5	56,00	1,5	0	18	0	8	0,00-4,00m Q aluvial (gravas y arenas); 4,00-8,50 Areniscas marrón claro; 8,50-60,00m Areniscas gris verdosas
S-1-14		60,00		0	15	0	8	0,00-60,00m Areniscas ocreas
S-P-4	4,5	53,90	1,4	0	13	0	0	0,00-5,90m Q aluvial (arenas hasta 4,5m y luego gravas); 5,90-60,00 Areniscas gris verdosas
SCS-2	17,5	12,5	0	0	8	0	0	0,00-15,5 M Qal(arcillas y arenas) 17,50-30 m: Kta (lutitas)
SCS-1	2,0	19	0	0	9	0	0	0,00-2,00 Suelo eluvial (arcillas); 2,00-21,00 Kta (lutitas)
S-P-1	0,6	59,4	0	0	16	0	8 ENSAYOS. INYECCION	0,00-0,60m Q aluvial de arenas 0,6-60,00 Areniscas desde meteorizadas a techo a grado II
S-P-2	1,2	58,8	0	0	15	0	11 ENSAYOS INYECCION	0,00-0,80m Q aluvial de arenas 0,8-60,00 Areniscas de meteorizadas a grado II
S-P-3	5	49	3	0	15	0		0,00-8,00m Q aluvial (arenas hasta 5,00m y luego grava); 8,00-57,00m Arenisca gris verdoso.
S-P-5	1,5	58,5	0	0	15	0	9 ENSAYOS INYECCION	0,00-1,50m Q aluvial de arenas 0,8-60,00 Areniscas desde meteorizadas a grado II
S-P-6	1,8	58,2	0	0	14	0	10 ENSAYOS INYECCION	0,00-1,80m Q aluvial de arenas 1,8-60,00 Areniscas desde meteorizadas a grado II

Ensayos “in situ” y muestreo en sondeos, se realizaron los siguientes

- 183 tramos de entre 2-6 m para determinar la permeabilidad Lugeon del macizo rocoso bajo la presa, que determinaron un macizo permeable.
- 38 ensayos e inyección de lechada de cemento para determinar la inyectabilidad del macizo.
- 15 ensayos presiométricos para determinar los módulos de deformación del terreno, que resultaron bajos a muy bajos.
- 26 ensayos de penetración estándar, SPT
- Se muestrearon más de 600 testigos parafinados para realizar ensayos de laboratorio de suelos y rocas para caracterizar los materiales

Para la investigación de los ejes de presa se realizaron además perfiles de geofísica: de refracción sísmica, de tomografía eléctrica y ensayos MASW de ondas superficiales.

Tabla 12. Resumen de los trabajos geofísicos realizados en cada uno de los ejes de estudio

Eje	Nombre	Tomografía Eléctrica		Tomografía Sísmica			MASM
		Longitud	Implantación	Longitud	Implantación	Detonaciones	Ensayos
0	P0-1	242,00	3	120,00	1	0,00	3,00
	P0-2			245,00	3	0,00	6,00
	P0-3	126,50	1	145,00	1	0,00	3,00
	P0-4	126,50	1	145,00	1	0,00	3,00
1	P1-1	242,00	3	265,00	3	1,00	3,00
	P1-2	236,50	3	275,00	3	2,00	3,00
	P1-3	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
	P1-4	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
6	P6-1	187,00	2	205,00	2	2,00	3,00
	P6-2	242,00	3	265,00	3	2,00	3,00
	P6-3	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
	P6-4	242,00	3	265,00	3	2,00	3,00
	P6-5	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
	P6-6	121,00	1				
RCC	PR-1	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
	PR-2	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
	PR-3	242,00	3	265,00	3	2,00	2,00
	PR-4	121,00	1	120,00	1	0,00	3,00
	PR-5			120,00	1	0,00	1,00
TOTAL		2.854,50	33	3.155,00	36		54,00

6.3.2.2. Investigación de los préstamos de arcillas en margen izquierda del río Grande

Para la investigación de las arcillas necesarias para el núcleo de presa se han realizado 50 calicatas manuales en varios préstamos denominados Cumbre Norte y Cumbre Sur. Previamente se habían muestreado manualmente las zonas denominadas Aguas Termales y Tatarenda y el Banco 9-10 mediante 10 calicatas mecánicas. Todas estas zonas conforman una franja de materiales cretácicos arcillosos de dirección Norte-Sur en la margen izquierda del río Grande por lo que puede ser explotada en diversos puntos. Todas las calicatas se muestrearon para realizar ensayos de laboratorio y caracterizar las zonas de préstamo.

Se realizaron además dos sondeos en la zona de préstamo Cumbre Sur, el SCS-1 y el SCS-2 de 21 y 30 m de profundidad, que se incluyen en el cuadro de sondeos anteriormente insertado.

Se concluye que se dispone de las denominadas como “arcillas del Cretácico”, de varios préstamos investigados: Préstamo 10, Tatarenda, Aguas Termales y Cumbre Sur.

Por otro lado, los materiales coluvio-eluviales obtenidos en varias muestras de las calicatas de los préstamos de Cumbre Norte y Cumbre Sur presentan características geotécnicas de granulometría, plasticidad y permeabilidad similares a las de las arcillas cretácicas, sin el inconveniente de presentar litificación. Si bien este material puede presentar cierta heterogeneidad, debido a las diferencias del material de sustrato del que proceden. La grandísima extensión del área garantiza la existencia de suficientes zonas adecuadas para satisfacer los volúmenes de la obra.

Desde el punto de vista geotécnico, el requisito fundamental que se le exige al material arcilloso es que sea impermeable. Ello es consecuencia, básicamente, de su composición “granulométrica”. De los resultados de los análisis de laboratorio, obtenidos por tamizado y también por sedimentación, se puede concluir que:

- El % medio que pasa por el tamiz 200 de la serie ASTM, es del 90% con desviación típica de 7
- El porcentaje medio de partículas inferiores a las 2 micras, es del 32% con una desviación típica del 11.

6.3.2.3. Investigación de préstamos de gravas en los aluviales y terrazas del río Grande y Rositas

En el denominado préstamo 10 del río Rositas se realizaron 5 calicatas mecánicas que cortaron y muestrearon materiales de aluviales. Posteriormente se realizó una extensa campaña de investigación mediante 73 calicatas mecánicas de la zona de la confluencia de los ríos Grande y Rositas algunas hasta de 9 m de profundidad. En estas calicatas se muestrearon materiales granulares que se ensayaron en laboratorio.

En estas calicatas se muestrearon materiales granulares que se han ensayado en laboratorio. Se trata principalmente de arenas en las que se intercalan niveles de gravas de buena calidad aptas para la obtención de espaldón y áridos para obra.

6.3.3. Estudios geológico-geotécnicos

A partir de las investigaciones realizadas, cartografías geológico-geotécnica y de los resultados de laboratorio se realizaron los siguientes estudios:

- Estudio geológico de la cuenca de río Grande y vaso de la presa de Rositas
- Estudio geomorfológico de la cuenca de río Grande y vaso de la presa
- Estudio de estabilidad de laderas en el vaso de la presa de Rositas
- Estudio sismo-tectónico de la zona del vaso y presa de Rositas
- Estudio geológico-geotécnico de la zona de la presa y obras anexas
- Estudio geofísico mediante refracción sísmica, tomografía eléctrica y onda superficiales MASW de la zona de presa

6.3.4. Estudios de caracterización geotécnica y cálculos

A partir de las investigaciones, ensayo “in situ” realizadas y de los resultados de laboratorio se realizaron los estudios de caracterización y los cálculos geotécnicos siguientes:

- Caracterización geotécnica de los materiales del cimiento de la presa
- Caracterización geotécnica de los materiales de préstamos de arcillas de la confluencia río Grande-Rositas
- Caracterización geotécnica de los materiales de los préstamos de gravas del río Grande y Rositas
- Estudio de permeabilidad del macizo rocoso
- Estudio de estabilidad del cuerpo de presa
- Estudio tenso-deformacional del cuerpo de presa y cimiento
- Cálculos de la cimentación de la presa y tratamientos de consolidación
- Estudio de redes de flujo bajo el cuerpo de presa
- Estudio del tratamiento de impermeabilización bajo el núcleo y estribos de presa. Pantallas de hormigón y de inyección.
- Cálculos de la cimentación de la central eléctrica
- Cálculos de la estabilidad del frente del túnel de Desvío
- Cálculos tenso-deformacionales para el sostenimiento de los túneles de desvío.
- Cálculos de la estabilidad del frente de los túneles de Toma
- Cálculos tenso-deformacionales para el sostenimiento de los túneles de Toma
- Estudio y cálculos de estabilidad del talud del vertedero y medidas de tratamiento

- Estudio de estabilidad de los taludes del acceso a la coronación y central

6.3.5. Geotecnia de la presa

6.3.5.1. Parámetros de diseño








Una vez se ha llevado a cabo el dimensionamiento y el estudio de evaluación de la seguridad estructural de la sección tipo de la presa de materiales sueltos para la cerrada de Rositas, se ponen en relieve los principales aspectos geométricos de la propuesta, así como la caracterización hidromecánica de los materiales que la componen y que son empleados en el siguiente nivel de análisis, correspondiente al comportamiento tenso-deformacional de la presa.

Tabla 13.- Resumen parámetros geométricos de la sección tipo.

Elementos de la presa	Valores de sección tipo
<i>Talud aguas abajo</i>	2H:1V
<i>Talud aguas arriba</i>	2H:1V
<i>Anchura base núcleo</i>	108,8 m
<i>Talud núcleo aguas arriba</i>	0,8H:1V
<i>Talud núcleo aguas abajo</i>	0,2H:1V
<i>Talud areniscas</i>	1,25H:1V

A continuación se incluyen los parámetros de cálculo a partir de los cuales se han realizado los cálculos de estabilidad de las secciones:

Tabla 14.- Resumen caracterización de materiales.

Property	Núcleo Arcillas	Arenisca Machacada	Aluvial 1 Espaldón Aguas Arriba	Aluvial 2 Espaldón Aguas Abajo	Aluvial Río	Escollera	Arenisca Cimiento
Color							
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Shear Normal function	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	21	21	21	21	20	23
Cohesion [kPa]	20	15	*	10	0	10	500
Friction Angle [deg]	22	33	*	35	38	45	35
Unsaturated Shear Strength Angle [deg]	0	0	0	0	0	0	0
Air Entry Value [kPa]	0	0	0	0	0	0	0
Ks [meters/second]	1e-009	5e-007	0.01	0.01	0.01	0.1	1e-005
K2/K1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
K Angle [deg]	0	0	0	0	0	0	0

Property	Núcleo Arcillas	Arenisca Machacada	Aluvial 1 Espaldón Aguas Arriba	Aluvial 2 Espaldón Aguas Abajo	Aluvial Río	Escollera	Arenisca Cimiento
WC	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Groundwater Model	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
GW Model Properties	Soil Type: General	Soil Type: General	Soil Type: General	Soil Type: General	Soil Type: General	Soil Type: General	Soil Type: General

*Bilineal (38°/0kPa y 36°/20kPa a partir de 365 kPa de confinamiento).

6.3.5.2. Conclusiones del análisis de estabilidad de la sección de la presa

Los factores de seguridad (FS) obtenidos para las distintas hipótesis de cálculo aparecen resumidos en la siguiente tabla. Igualmente, se reflejan los valores de factor de seguridad normativos.

Tabla 15.- Factores de seguridad obtenidos en el estudio de estabilidad de la sección tipo realizados

Situación		FS Referencia Presas Categoría A	FS Cálculo previo (M&P)	FS Cálculo para k revisado (M&P)
Aguas Abajo	Fin de construcción	1,4	1,652	1,652
	Situación normal. Estático	1,4	1,647	1,647
	Sismo de proyecto	1,3	1,319	1,319
	Sismo extremo	>1	1,074	1,074
Aguas Arriba	Fin de construcción aguas arriba + sismo proyecto	>1	1,021	1,021
	Situación normal. Estático. Aguas arriba	1,4	1,508	1,510
	Desembalse parcial	1,3	1,448	1,432
	Desembalse parcial + sismo proyecto	>1	1,002	1,075
	Desembalse total	1,3	1,362	1,440
	Desembalse total + sismo proyecto	>1	1,100	1,165

De este modo, a partir de los resultados obtenidos de factores de seguridad en los cálculos de estabilidad realizados y según todas las hipótesis definidas, relativas a caracterización geotécnica,

hidromecánica, sísmica, descenso de nivel de aguas en desembalse y sección tipo, se puede afirmar que los perfiles están dentro de los márgenes de seguridad normativos.

6.3.6. Conclusiones del estudio tenso-deformacional de la presa

En función de los resultados del estudio realizado, se han alcanzado las siguientes conclusiones:

- El programa de elementos finitos Plaxis2D v.2015 es adecuado para reproducir la geometría de la sección tipo de la presa con suficiente precisión y detalle, pudiéndose modelizar las fases de construcción de la presa y llenado de la misma.
- El comportamiento de los materiales, bien sea tipo elastoplástico perfecto tipo Mohr Coulomb o elastoplástico con endurecimiento tipo HSM está implementado en el programa, por lo que su uso es posible.
- Los resultados que se obtienen en la simulación realizada tanto de movimientos, como de distribución de tensiones y presiones intersticiales son razonables y sancionados por la experiencia

Por las tres anteriores conclusiones se puede inferir que el modelo realizado es válido y se encuentra operativo, y que realizando las oportunas modificaciones en lo relativo a las características de los materiales, puede ser empleado en el diseño definitivo de la sección tipo de la presa.

6.3.6.1. Cimentación de la presa.

La presa de materiales sueltos no presenta unas condiciones de cimentación especiales pudiéndose apoyar sobre los materiales areniscos del sustrato o sobre las arenas y gravas cuaternarias.

El núcleo se cimentará sobre las areniscas del sustrato, eliminando los materiales cuaternarios mediante una excavación en forma de trinchera. Una vez que se realice la excavación y en función de la forma del contacto se debería analizar el tratamiento o saneo de la base para evitar formas irregulares en la base del núcleo. Se requerirá una regularización de las laderas para evitar el apoyo en zonas escarpadas.

Para la cimentación de los espaldones no es necesario profundizar en el terreno y la excavación se limita a un saneo de 2 m de espesor del aluvial.

En presas de materiales sueltos el tratamiento de consolidación lo que realmente persigue es evitar los fuertes gradientes, el desarrollo de filtraciones indeseables, la aparición de erosiones y de presiones intersticiales elevadas en las inmediaciones de la zona de contacto núcleo-cimiento. Por ello, el tratamiento de consolidación se limita a la zona situada bajo el núcleo impermeable – cimiento.

La necesidad de realizar un tratamiento de consolidación en la zona del núcleo se encuentra confirmada en los resultados obtenidos en el estudio de filtración del cimiento. Donde se observan

la generación en la zona del rastrillo del núcleo de la presa, tanto en los bordes laterales como en el contacto presa – cimiento, velocidades de flujo y gradientes hidráulicos elevados.

El tratamiento se realizara desde la superficie una vez ejecutada la capa de hormigón con taladros perpendiculares al contorno en todo el rastrillo, como dispone el esquema siguiente.

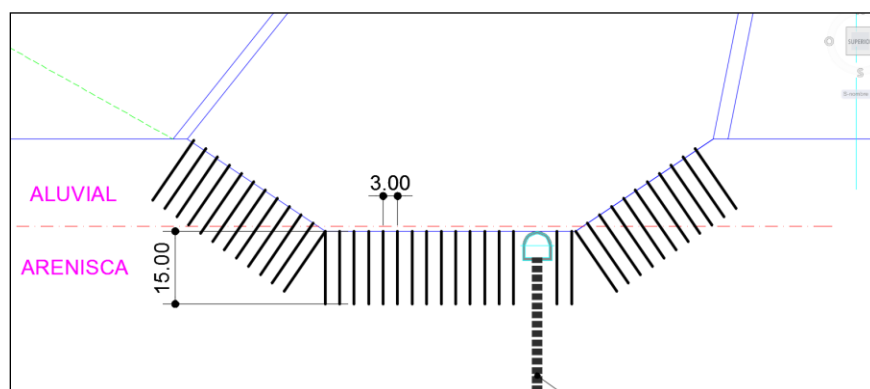


Fig. 31.- Esquema de tratamiento de consolidación en la zona del núcleo.

El tratamiento de consolidación definido consiste en la realización de inyecciones de lechada de cemento, con una separación entre taladros entre 3,00 y 5,00 m dispuestas al tresbolillo con una profundidad proyectada de unos 10,00 y 15,00 m.

Los modelos de filtración realizados detectan zonas en los que los gradientes hidráulicos son elevados considerando los datos de permeabilidad registrados en los ensayos. De los resultados se extrae la necesidad de disponer un elemento atenuador, que disminuya el gradiente hidráulico y la velocidad de flujo en la zona de cimentación.

La disposición de una pantalla impermeable produce un alargamiento de las líneas de corriente y por ende la reducción del gradiente hidráulico y la velocidad de flujo. Esta reducción es drástica en la zona de contacto presa – cimiento siendo menos importante en los bordes del rastrillo manteniéndose valores elevados.

Existen muchas incertidumbres sobre la permeabilidad y la inyectabilidad del macizo rocoso. Ante esta situación la propuesta de construcción de una pantalla impermeable en el cimiento es la solución más segura y que solventa todas las posibilidades.

La tipología de pantalla proyectada es de hormigón plástico (bentonita – cemento) con un espesor de 1,20 m y una profundidad de hasta 100,00 m. En la figura siguiente se dispone un esquema de la disposición de la pantalla de impermeabilización en el eje longitudinal de la presa.

Igualmente en la ataguía y contra-ataguías se han diseñado sendas pantallas de hormigón plástico de unos 25,00 m de profundidad y una anchura de 0.80 m, para evitar la entrada de las aguas del aluvial a las excavaciones durante la obra.

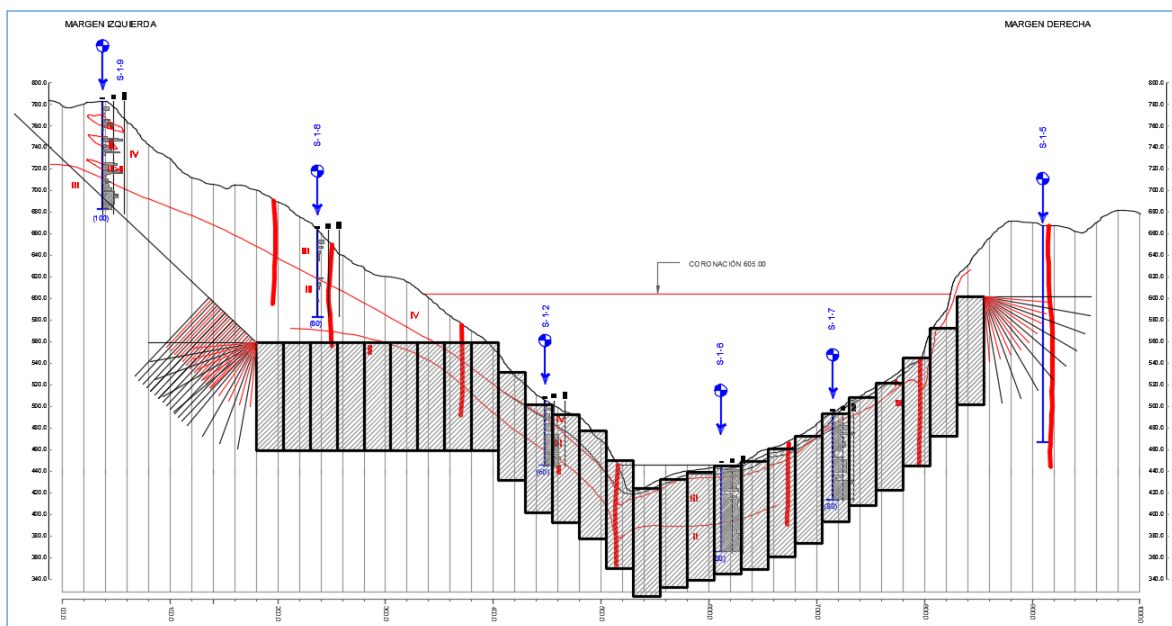


Fig. 32. – Esquema de la disposición de la pantalla de impermeabilización en el eje longitudinal de la presa

Debido a la profundidad de la pantalla así como de las exigencias técnicas en términos de continuidad y de mantenimiento de la verticalidad de los elementos de la pantalla el empleo de una cuchara hidráulica no podrá garantizar las exigencias mencionadas. Por lo tanto, se hace necesario el empleo de una hidrofresa por las siguientes razones:

- Para alcanzar la profundidad relativamente importante prevista por la pantalla y a la vista de la naturaleza del terreno a atravesar, no se puede recomendar el empleo de una cuchara hidráulica ya que, incluso con los correctores de trayectoria más eficaces, es difícil respetar el umbral de desviación impuesto por el Pliego ($< 1\%$).
- Para respetar la continuidad en las juntas de la pantalla con una cuchara hidráulica, se emplean generalmente juntas metálicas que moldean un enlace macho/hembra entre dos paneles contiguos. Sin embargo, la profundidad máxima alcanzada con una cuchara recurriendo a la juntas metálicas ni supera los 50 metros. Más allá de este límite es difícil montar y extraer los elementos metálicos que conforman las juntas y en consecuencia, no se garantiza la continuidad de los paneles de la pantalla.
- Otro aspecto a tener en cuenta en la continuidad de la pantalla en sentido longitudinal, tiene que ver con la utilización de una cuchara hidráulica para “morder” a un lado y a otro de los paneles primarios en un hormigón plástico – que es relativamente consistente con relación a una pantalla plástica convencional (de cemento-bentonita)- que no asegura el “solape” con el espesor exigido en el Pliego (500mm), y en consecuencia no está garantizada la continuidad de los paneles.

Si se desean conocer más detalles acerca de las características de la Hidrofresa, el resto de equipos necesarios, el cronograma de ejecución o el procedimiento constructivo, consultar el

Anexo II-4: Pantallas de hormigón plástico que se encuentra dentro del Anexo II: Geología y Geotécnica.

En la sección tipo de la presa se pueden observar dos niveles de cimentación diferenciados: uno corresponde con la zona del núcleo el cual se cimienta sobre las areniscas, y el otro a la zona de los espaldones que se cimentan sobre los aluviales.

El asiento estimado de la sección que pasa por el núcleo que se cimienta sobre las areniscas estimadas es de 12,00 cm. Mientras, en la sección que pasa por la zona de espaldones y se asienta en el aluvial el asiento estimado es de 100,00 cm. Los resultados obtenidos corroboran la hipótesis de asientos diferencial entre la zona del núcleo y la de espaldones, este asiento diferencial debe de ser compensado y controlado durante la construcción.

6.3.6.2. Taludes de desmonte

El principal talud de desmonte es el de la margen izquierda, generado por la excavación del aliviadero, que alcanza una altura de 250,00 m una vez construido este, pero que en fase de obra ronda los 280,00 m de altura.

Este talud y otros de menor altura, como el de la embocadura del aliviadero y el de la coronación en la margen derecha se excavarán se han diseñado con inclinaciones generales al 1H/1V. Se han diseñado con berma o bancos con una inclinación al 1H/2V de 6 m de anchura cada 12,00 m de altura. Se prevé el gunitado con 5,00 cm de espesor y el bulonado en el 20% de las superficie de estos taludes.

6.4. Climatología e hidrología

6.4.1. Climatología

Referente a la climatología de la cuenca del río Grande, el estudio se halla dividido en los siguientes apartados principales:

- Estudio pluviométrico y de temperatura a nivel mensual, análisis previo de las estaciones y de sus datos, análisis de consistencia y completado de datos de lluvia y de temperatura, cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP), cálculo de la precipitación y ETP areal.
- Clasificación climática del área del proyecto.
- Evaporación, viento, patrones de comportamiento espacio-temporal de tormentas.
- Influencia de El Niño y La Niña, índices de valoración del ENSO (El Niño / Southern Oscillation)
- Cambio Climático: Análisis de tendencias de precipitación y temperatura; Resultados de modelo de circulación global UCAR-CCSM4.

El estudio completo se ha incluido en el Anexo III: CLIMATOLOGÍA.

6.4.1.1. Estudio pluviométrico a nivel mensual

Los objetivos principales del estudio pluviométrico son, por un lado, la obtención de los mapas de isoyetas y, por el otro, determinar la lluvia areal para el modelo hidrológico precipitación-escorrentía que se utilizará para obtener la serie más extensa y fiable de aportaciones mensuales en el lugar de la presa, y en cada una de las estaciones de aforo existentes en el Río Grande (Puente Arce, Puesto Nava y Abapó) y en los ríos afluentes principales, Río Caine (Molineros), Río Mizque (Puente Taperas, Puesto Nava río Mizque), Río Azero (Puente Azero) y Río Chayanta (Huayrapata).

Una vez analizadas las series de datos disponibles se ha hecho una selección inicial de 55 estaciones pluviométricas. En el análisis de consistencia se han eliminado 4 estaciones, quedando un total de 51 estaciones, 2 de las cuales sólo tienen datos mensuales. Para el completado de datos faltantes mensuales de precipitación se ha utilizado el método de Correlaciones Múltiples "CORMUL" incluido en el programa CHAC (Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas).

Se ha calculado la precipitación areal (polígonos de Thiessen) para cada una de las cuencas vertientes a las estaciones de aforos citadas. La precipitación media anual obtenida sobre la cuenca vertiente a la estación de aforos de Abapó es de 647,80 mm para el período 1965-2014.

6.4.1.2. Estudio de temperatura a nivel mensual y cálculo de la ETP

La misma metodología se ha seguido para el análisis de consistencia y completado de las series mensuales de temperatura (31 series). La evapotranspiración potencial (ETP) correspondiente a dichas series se ha calculado mediante el método de Thonhwaite. También se ha obtenido la ETP areal para cada una de las cuencas vertientes a las estaciones de aforos. La ETP media anual obtenida sobre la cuenca vertiente a la estación de aforos de Abapó es de 794,80 mm.

6.4.1.3. Caracterización climática del área del proyecto

Se ha analizado el proceso de precipitación en el área de estudio.

A partir de las precipitaciones medias mensuales de las 51 estaciones seleccionadas se ha interpolado la precipitación para el área de estudio, para 4 diferentes épocas del año y para la precipitación total anual promedio y se han generado las isoyetas correspondientes.

Las 4 épocas del año son:

- Diciembre-Enero-Febrero – DEF, corresponde al verano,
- Marzo-Abril-Mayo – MAM, corresponde al otoño,
- Junio-Julio-Agosto – JJA, corresponde al invierno austral y
- Septiembre-October-Noviembre – SON, correspondiente a la primavera

La precipitación anual promedio varía desde 351 mm en el extremo occidental hasta 1.163 mm en el extremo oriental.

Respecto a la temperatura, la cuenca de aporte del embalse Rositas se caracteriza por una variación estacional de la temperatura, con las mayores temperaturas durante el verano y las menores temperaturas durante el invierno, con amplitudes térmicas anuales desde 3,5 °C (Independencia, Tarabuco) hasta los 8,5 °C (Monteagudo, Camiri).

A lo largo del día, la temperatura varía con una amplitud térmica media de 15,7 °C, con valores que van desde 9,3 °C hasta los 19,5 °C.

La temperatura media anual en el área de estudio varía en función de la altura, con un gradiente altitudinal variable que va desde 2,5°C/km en la parte baja hasta 7,3°C/km en las cumbres de la cordillera a 5.120 m.s.n.m

Las temperaturas mínimas son bajas en las partes altas, muchas veces por debajo del punto de congelamiento 0°C dando lugar a la ocurrencia de heladas. En la determinación de esta información se ha considerado que si la temperatura mínima diaria promedio para dada mes es menor que cero, el mes presenta helada. Más del 50% de la superficie, las zonas altas y media, son susceptibles a la ocurrencia de heladas.

6.4.1.3.1. Clasificación climática

En el Estudio de Climatología se han incluido las clasificaciones climáticas siguientes para la cuenca vertiente al sitio de Rositas:

- Clasificación climática de Köppen
- Clasificación de Thornthwaite
- Clasificación bioclimática UNESCO-FAO
- Clasificación bioclimática de Rivas-Martínez

6.4.1.3.2. Viento

El viento superficial tiene un rol importante en los procesos de evapotranspiración como agente de advección del aire y de la humedad. En el área de estudio se han identificado 10 estaciones meteorológicas con registros de viento. Las velocidades medias registradas en cada estación varían entre 0,4 m/s y 3,7 m/s, con una media de las 10 estaciones de 2,1 m/s.

La dirección predominante del viento varía de una estación a otra y en general está condicionada por la topografía local.

6.4.1.3.3. Patrones de comportamiento espacio temporal de tormentas

Para el análisis de los patrones de comportamiento espacio temporal de tormentas se ha escogido las cinco tormentas más grandes, excepto la de 1964-1965, porque en muchas estaciones no se cuenta con información de precipitación diaria:

- Crecida de enero de 2008
- Crecida de enero de 1979
- Crecida de marzo de 1982
- Crecidas de enero y febrero de 1984
- Crecida de enero de 2007

La tormenta de enero de 2008 se caracteriza por una precipitación intensa y prolongada en la mayor parte de la cuenca, especialmente en la parte baja y media. Por el contrario, la tormenta de 1979 se caracteriza por precipitaciones muy intensas y de corta duración en la parte media-alta de la cuenca. La tormenta de 1982 se caracteriza por que las precipitaciones se concentran en la parte media-alta de la cuenca, con intensidades moderadas, pero por un tiempo prolongado. La tormenta de 2007 se caracteriza por precipitaciones intensas y de corta duración en la parte media y baja de la cuenca.

La crecida del año 1984 es diferente de las demás, la misma es el resultado de una temporada de lluvias con precipitaciones de intensidad moderada continua desde fines de diciembre de 1983, lo que da lugar a tener un caudal base muy importante antes del evento de crecida extremo.

El caudal base al inicio de la tormenta juega un rol importante en la magnitud de la crecida por lo que se recomienda considerar la posibilidad de que el mismo sea importante al momento en que se inicia la tormenta. Esto se puede lograr por ejemplo, considerando precipitaciones continuas como las de 2007 antes de la aplicación del hidrograma de crecida.

6.4.1.4. Influencia de El Niño y La Niña, índices de variación del ENSO

El ENSO (El Niño / Southern Oscillation) es el fenómeno más importante de interacción entre océano y atmósfera, con un efecto en la variabilidad del clima a nivel global y en una escala multianual (Wolter & Timlin, 2011). Se han desarrollado varios índices para monitorear esta oscilación climática, entre ellos, el MEI, y el JMA-SSTA.

El MEI (Multivariate ENSO index) es un índice basado en 6 variables principales observadas a lo largo del Pacífico tropical: presión a nivel del mar, componentes zonal y meridional del viento superficial, temperatura de la superficie del mar, temperatura del aire a nivel de la superficie y fracción de nubosidad en el cielo, variables que han sido monitoreadas y publicadas por el ICOADS por muchos años.

El JMA-SSTA es un índice ENSO desarrollado por la Agencia de Meteorología del Japón (JMA por sus iniciales en inglés). Este índice es una media móvil de 5 meses de las anomalías de la temperatura de la superficie del mar (SSTA - Sea Surface Temperature Anomalies) promediadas estacionalmente a lo largo del Pacífico tropical y multiplicadas por 10. Cuando el índice es mayor o igual a 5, es decir a $0,5^{\circ}\text{C}$, por un periodo de 6 meses consecutivos (incluyendo el periodo Octubre-Diciembre), el año hidrológico climático Octubre-Septiembre recibe la categoría ENSO de "El Niño". Valores entre -5 y 5 del índice indican un periodo de transición o neutral, y valores menores a -5 reciben la categoría de año de "La Niña". En la siguiente figura se muestra el

comportamiento del JMA-SSTA en el tiempo (www.coaps.fsu.edu, 2015), donde las flechas azules indican años Niña.

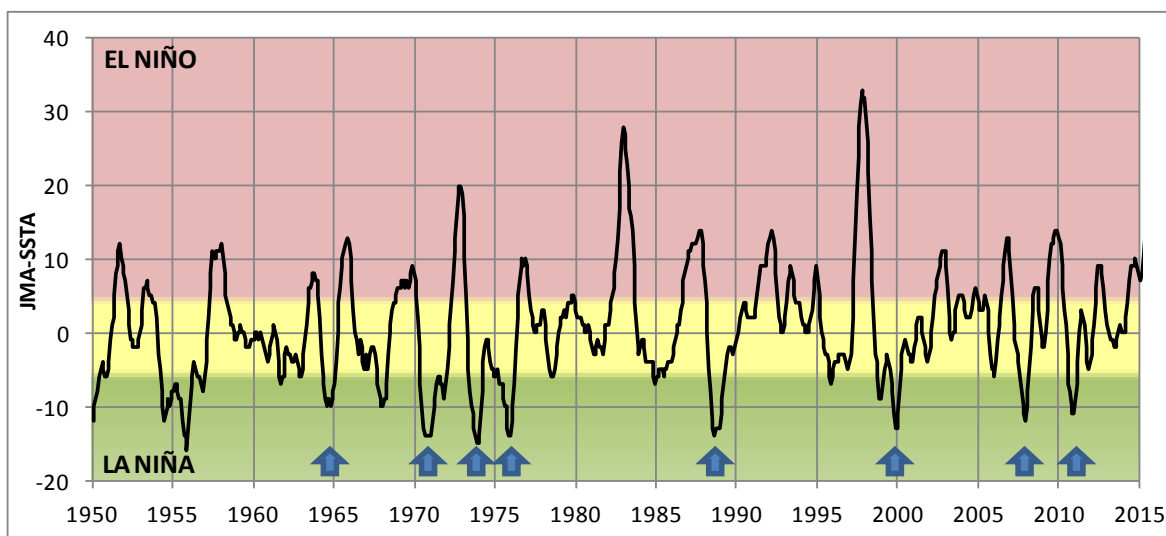


Fig. 33. Comportamiento del JMA-SSTA en el tiempo.

La ocurrencia del fenómeno de El Niño (ENSO), el cual viene acompañado de fuertes vientos procedentes del oeste, bloquean temporalmente el descenso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) hacia las latitudes septentrionales ocasionando un retardo en la llegada de la época de lluvias y causando sequías en la zona de estudio. Con el fenómeno de La Niña, en cambio, se esperan épocas de lluvia más intensas.

6.4.1.5. Cambio climático

Para la determinación de los impactos de cambio climático en la cuenca de aporte del embalse de Rositas se han seguido dos metodologías. Por una lado un análisis de tendencias de precipitación y temperatura y, por otro, el análisis de los resultados de modelo de circulación global UCAR-CCSM4.

6.4.1.5.1. Análisis de tendencias

Se han elegido las estaciones con mayor cantidad de información entre los años 1960 y 2014 para luego evaluar la tendencia de las mismas a través de un análisis de regresión lineal. A partir de los resultados de este análisis se procedió a estimar los cambios en precipitación y temperatura hasta el año 2070.

Respecto a la precipitación, al incremento en la media estimado para los próximos 50 años se observa que el cambio relativo de la precipitación es variable, con valores que van desde una disminución de 24% hasta un incremento del 30%. En promedio se ha estimado un incremento de la precipitación areal sobre la cuenca de 6,8%

Del análisis de las series de temperatura se obtiene que el incremento de temperatura podría ser del orden de hasta 1,7°C

6.4.1.5.2. Modelo de circulación global UCAR-CCSM4

Se considera que ofrece resultados cercanos al promedio de varios otros modelos de circulación global y regional para el territorio boliviano.

Los datos espaciales del clima futuro para el año 2050 y 2070 están disponibles para los **cuatro escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero** definidos en el último (quinto) informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC-AR5, 2013), **denominados** “trayectorias representativas de concentración **RPC** (Representative Concentration Path): RCP 8.5, RCP 6.0, RCP 4.5 y RCP 2.6. El escenario más optimista es el RCP 2.6 y el más pesimista el RCP 8.5.

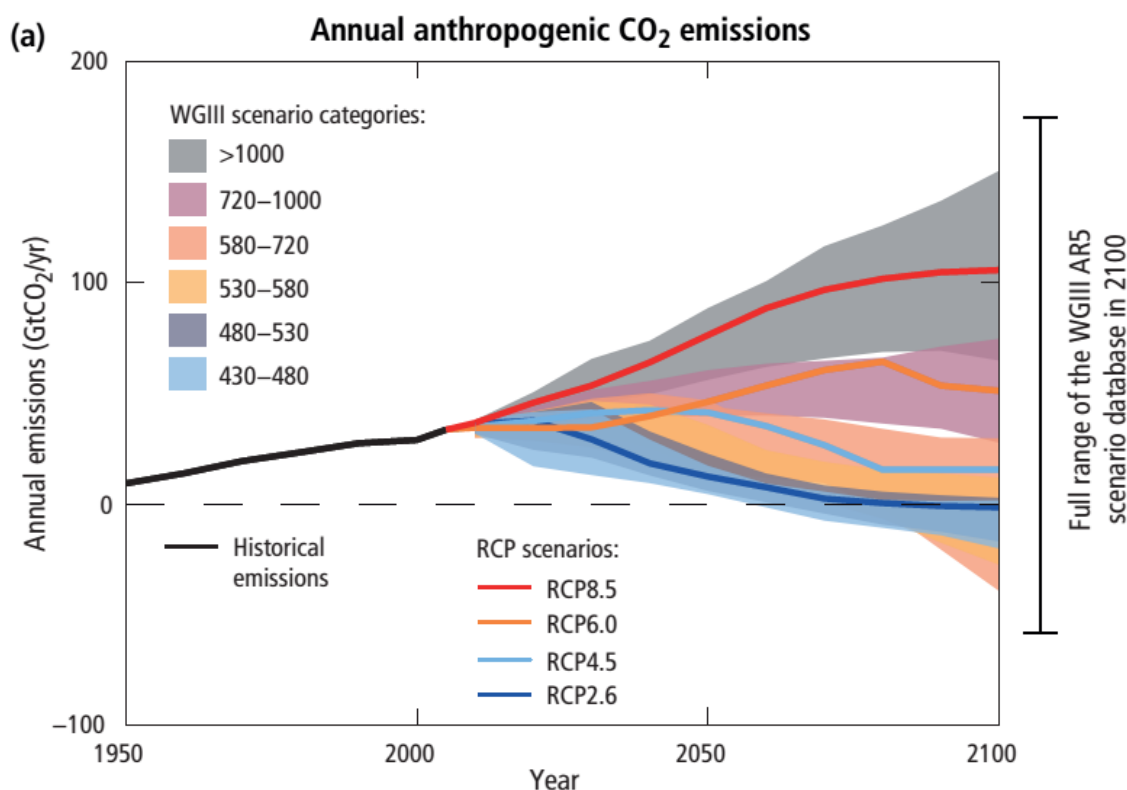


Fig. 34. Escenarios RPC (Representative Concentration Path).

Los resultados del modelo de circulación global UCAR-CCSM4 pueden resumirse en:

- En la parte baja de la cuenca existe una tendencia a la disminución de la precipitación anual ($\downarrow P$), que podría alcanzar valores de hasta 60% para el escenario más desfavorable.
- En la parte alta se espera un incremento ($\uparrow P$) hasta 20% en el escenario RCP 2.6 y de 70% en el escenario RCP 8.5

Respecto a la **precipitación mensual** al año 2070 ambos escenarios muestran un incremento de la precipitación ($\uparrow P$) en la época húmeda (Enero – Febrero) y una disminución de la misma para el final de la época de estiaje (octubre – noviembre)

Como resultado del balance anual:

- Para el escenario RCP 2.6 se espera un incremento ($\uparrow P$) en la P media anual en 9,4 mm (1,5%)
- Para el escenario RCP 8.5, escenario pesimista, se pronostica una disminución ($\downarrow P$) de la P media anual en 23,9 mm (3,8%).

Los cambios en la distribución temporal de la lluvia apuntan hacia una concentración de la época de lluvias, lo que conlleva a la posible necesidad de una mayor capacidad de regulación para el aprovechamiento de los escurrimientos superficiales.

Respecto a la temperatura:

- El incremento medio de la temperatura hacia el año 2070 sería de aproximadamente 1,6°C para el escenario RCP 2.6, y de 3,9°C para el escenario RCP 8.5
- Ambos escenarios muestran un incremento aproximadamente uniforme de la temperatura media mensual.

6.4.2. Estudio Hidrológico

Se han establecido series de caudales medios mensuales para el sitio del Proyecto Hidroeléctrico Rositas y sitios de seis proyectos hidroeléctricos aguas arriba en el Río Grande (Seripona, Cañahuecal, Las Juntas, Ocampo, Peña Blanca y La Pesca).

Todos los trabajos realizados relacionados con los Estudios Hidrológicos se han incluido en el Anexo VI: HIDROLOGÍA, presentándose a continuación un resumen de los mismos y las conclusiones más importantes para el dimensionamiento de las obras del Proyecto Hidroeléctrico Rositas.

6.4.2.1. Modelación Matemática del Escurrimiento de la Cuenca

Para obtener el conocimiento del comportamiento hidrológico de la cuenca del Río Grande, se ha aplicado el modelo continuo de precipitación-escorrentía de paso diario SWAT, que además de caudales permite simular el proceso de erosión y transporte de sedimentos en las subcuencas. El período de análisis es de 50 años (1965-2014).

Como resultado se han obtenido las series de caudales líquidos y sólidos con paso de tiempo diario, tanto en secciones características de control, como en los siete sitios donde se está evaluando la construcción de aprovechamientos en el Río Grande, esto es, desde aguas arriba, en Seripona, Cañahuecal, Las Juntas, Ocampo, Peña Blanca, La Pesca y Rositas.

También se han cuantificado las series temporales de material sólido transportado y el aporte total de sedimentos proveniente de los principales afluentes que ingresan directamente al embalse Rositas, que constituirá información de base para el análisis de la sedimentación de sólidos en dicho reservorio.

La Cuenca Alta del río Grande tiene una superficie del orden de 59.347 km² hasta Abapó. En la Fig. 35 se muestra también la red de drenaje afluente al río Grande en su Cuenca Alta, los siete sitios de presa donde se han determinado las series de caudales diarios, y la cuenca de aporte hasta Abapó.

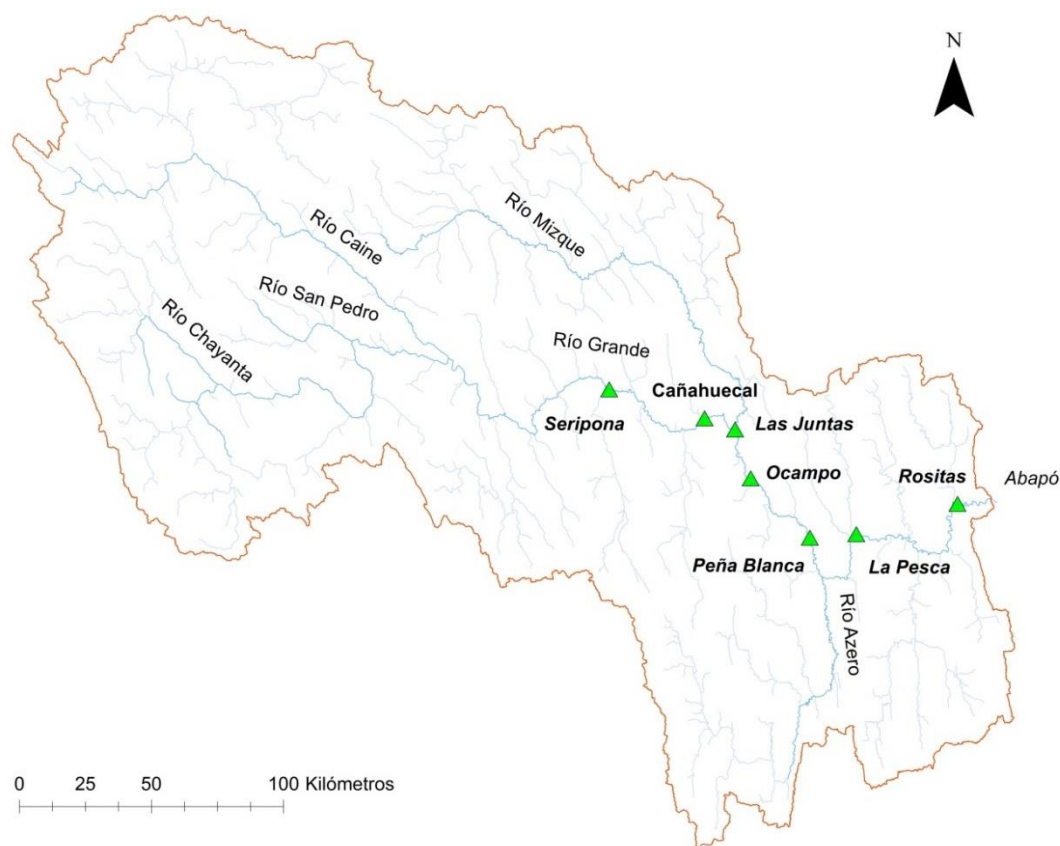


Fig. 35. Cuenca de aporte del río Grande en Abapó, red de drenaje y localización de sitios de presa

La siguiente tabla muestra un resumen de los caudales obtenidos por el SWAT en los Aprovechamientos. Los valores medios se han obtenido de los caudales diarios para el período de 50 años comprendido desde el 1 de enero de 1965 a 31 de diciembre de 2014.

Tabla 16. Resumen de caudales medios anuales en los aprovechamientos obtenidos por el SWAT (1965-2014)

Aprovechamiento	Q medio (m ³ /s)
Seripona	133,7
Cañahuecal	146,6
Las Juntas	176,0
Ocampo	177,2
Peña Blanca	186,4
La Pesca	240,3
Rositas	312,6

6.4.2.2. Modelación del escurrimiento de la cuenca con escenario de Cambio Climático

De los cuatro escenarios de emisión de gases de efecto invernadero considerados en el último (quinto) informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC-AR5, 2013), denominados “Trayectorias de representativas de concentración RPC (Representative Concentration Path), el más pesimista es el denominado RCP 8.5 y el más optimista es el denominado RCP 2.6.

Para el diseño de las obras considerando condiciones de cambio climático se realizó la simulación precipitación-escurrimiento bajo el escenario RCP 8.5, tomando en cuenta además la redistribución intra-anual de la precipitación.

Mediante la herramienta implementada en el SWAT se estimaron los nuevos hidrogramas y los aportes de material sólido debidos a los efectos directos de las variaciones de temperatura y precipitación atribuibles al Cambio Climático para una situación hipotética futura en los siete aprovechamientos planteados en el Río Grande.

Para ello se utilizaron series modificadas de parámetros climáticos de una duración de 50 años, obtenidas afectando los datos correspondientes a la serie original de registros procesados de 50 años, por un coeficiente que varía para cada mes, que corresponde a la situación que se presentaría en un escenario futuro a 50 años. En el análisis no se consideró la incidencia de las variaciones de las variables climáticas en la cobertura vegetal y el uso del suelo.

En la Tabla 17 se presentan los valores promedio de caudales diarios calculados para las series en el aprovechamiento de Rositas, tanto para el escenario de Cambio Climático como para la situación original.

Tabla 17. Promedio de caudales diarios

Caudales diarios promedio (m³/s)			
	Cambio Climático	Original	Modificación (%)
Rositas	325,7	312,6	4,0

En la Tabla 18 se muestran los valores promedio de caudales máximos anuales, considerando Cambio Climático y la evaluación original.

Tabla 18. Promedio de caudales máximos anuales

Caudales diarios máximos anuales promedio (m³/s)			
	Cambio Climático	Original	Modificación (%)
Rositas	4.194,0	3.450,6	21,5

6.4.2.3. Hidrogramas de crecidas

Uno de los principales objetivos del Estudio Hidrológico es la obtención de las crecidas para diferentes periodos de retorno en los sitios de presa objeto de los trabajos y en particular en la presa de Rositas.

A partir de la serie de caudales diarios en la estación de aforos de Abapó se han obtenido los caudales máximos diarios para cada año hidrológico disponible. Tras un análisis de los resultados se ha optado por asumir como función de distribución más adecuada la de **Gumbel Ajuste 4**. Para esta función el caudal de avenida de la crecida de Enero de 2008 (6.716 m³/s) correspondería a un período de retorno de 30 años.

Utilizando una metodología de ajustes de máximos similar a la de los caudales punta se han ajustado los **volúmenes de las crecidas**. Se ha seleccionado como más adecuado el ajuste de la **función SQRT**. Para la avenida producida en Enero de 2008 (cuyo pico fue el día 25/01/2008) y tuvo una duración de unos 29 días, se ha calculado un volumen de 7.382 hm³, que para el ajuste SQRT correspondería a una avenida de período de retorno próximo a los 200 años.

Se ha desarrollado un modelo hidrológico con el software HEC-HMS V4.0 con el objetivo de determinar los hidrogramas de crecidas tanto para eventos frecuentes (período de retorno 2, 5, 10 años) como para crecidas extraordinarias (períodos de retorno 20, 50, 100, 200, 500, 1.000 y 10.000 años), verificar los hidrogramas registrados durante crecidas históricas en las estaciones hidrométricas y simular el proceso de transformación Precipitación - Caudal en los sitios de estaciones hidrométricas y sitios de presa.

El proceso de cálculo queda, por tanto, esquematizado en tres etapas:

- Modelización de la tormenta de cálculo;
- Cálculo de la escorrentía superficial generada en cada instante,,proceso denominado habitualmente función de producción;
- Cálculo del caudal generado en el punto de desagüe en cada instante de tiempo como consecuencia de la propagación de la escorrentía a través de la red de drenaje (cálculo del hidrograma de la crecida), proceso denominado habitualmente función de distribución.

Se han generado dos grupos de hidrogramas teóricos, aquellos que tienen un caudal punta correspondiente a cada período de retorno y aquellos que tienen un volumen correspondiente también a cada período de retorno, obteniéndose los resultados que se incluyen en las siguientes tablas:

Tabla 19. Valores de los picos de los hidrogramas en la Presa Rositas para diferentes períodos de retorno (T años) considerando los caudales máximos obtenidos con Gumbel en Abapó

T (AÑOS)	T2	T5	T10	T20	T50	T100	T200	T500	T1.000	T10.000
Caudal máximo (m³/s)	2.778	4.249	5.229	6.169	7.383	8.281	9.187	10.374	11.287	14.271
Volumen total (hm³)	2.588	3.977	4.942	5.868	7.110	8.034	9.000	10.273	11.222	14.549

Tabla 20. Valores de los picos de los hidrogramas en Rositas para diferentes períodos de retorno (T años) considerando los volúmenes máximos obtenidos con el ajuste SQRT

T(AÑOS)	T2	T5	T10	T20	T50	T100	T200	T500	T1.000	T10.000
Caudal máximo (m³/s)	1.468	2.565	3.426	4.332	5.607	6.631	7.729	9.240	10.462	14.873
Volumen total (hm³)	1.370	2.397	3.196	4.066	5.320	6.351	7.468	9.055	10.364	15.239

A la vista de los resultados anteriores para el estudio de laminación de crecidas y dimensionamiento del vertedero habrán de tomarse las avenidas más desfavorables en cada caso, es decir:

- Periodos de retorno de 2 a 1.000 años: se tomarán los hidrogramas considerando los caudales máximos obtenidos con Gumbel en Abapó.
- Periodos de retorno de 10.000 años: se tomarán el hidrograma considerando los volúmenes máximos obtenidos con el ajuste SQRT.

6.4.2.3.1. Crecida máxima probable

Se ha determinado la Precipitación Máxima Probable mediante el método de Hershfield (WMO, 2009 Manual on estimation of Probable Maximum Precipitation). Para ello se ha realizado un análisis regional de precipitaciones máximas acumuladas de 26 días (PMP26) y del hietograma correspondiente, tomando como base la definición del hietograma de diseño adoptado en el estudio de crecidas, basado en la calibración de los parámetros del modelo HEC-HMS a los caudales de la crecida medida en Enero de 2008. Los hidrogramas de la CMP (crecida máxima probable) se han determinado mediante el paquete HEC-HMS utilizando el hietograma de diseño de la PMP26.

Además del hidrograma de la CMP en la estación hidrométrica de Abapó, el HEC-HMS proporciona los hidrogramas para los siete sitios de presa. Para el emplazamiento en la presa de Rositas resulta lo indicado en la Tabla 21. Valores del pico del hidrograma de la CMP-IDW417.2 calculado para la presa de Rositas

Tabla 21. Valores del pico del hidrograma de la CMP-IDW417.2 calculado para la presa de Rositas

	CMP en presa Rositas
Caudal Máximo (m³/s)	15.794,7
Volumen total (hm³)	16.153,9

6.4.2.4. Evaporación en embalse

Revisada la información disponible sobre evaporación a partir de los datos del SENAMHI, se proponen como valores más representativos de la medida de evaporación en el sitio de Rositas los que corresponden a la estación de Puerto Viejo (420 m.s.n.m) situada a unos 35 km de la presa. Los valores resultantes se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Evaporación estimada en el embalse de Rositas

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Año
Puerto Viejo (Evap. mm)	206,2	162,3	159,8	147,9	131,5	113,7	131,8	162,8	192,1	213,2	200,2	202,5	2.024,0
Coeficientes de Tanque	0,91	0,91	0,85	0,76	0,71	0,83	0,77	0,69	0,73	0,84	0,82	0,85	
Evaporación en Rositas (mm)	187,6	147,7	135,8	112,4	93,4	94,4	101,5	112,3	140,2	179,1	164,2	172,1	1.640,7

6.5. Sedimentología

La colmatación junto con la eutrofización, son sin duda las dos principales afecciones de los embalses a nivel mundial y muy en especial en regiones donde, por un lado, la erosionabilidad de suelos es alta y la irregularidad de escorrentía natural muy notable.

Determinar la cantidad de material sólido que entra a un embalse, es sin duda uno de los aspectos más importantes en el estudio del problema de la sedimentación, pero también es la parte más difícil de evaluar y donde se han logrado menos avances desde que se empezó a estudiar este fenómeno a nivel mundial.

En este apartado se resume la información sobre distribución temporal de la carga total de sedimentos (suspensión y arrastre de fondo), transporte total anual, curvas granulométricas del material de fondo, relaciones caudal líquido vs caudal sólido, sedimentología de los sitios de presa, curvas Altura-Volumen-Área del embalse de Rositas a lo largo de 50 años de explotación, sedimentación y purga de sedimentos y carga total de sedimentos durante avenidas extraordinarias. El estudio de sedimentología completo se ha incluido en el ANEXO VII: SEDIMENTOLOGÍA.

6.5.1. Distribución temporal de la carga total de sedimentos

Como resultado de la implementación del modelo sedimentológico en el programa SWAT, se obtuvieron las series de caudales sólidos medios mensuales en secciones características y para cada uno de los embalses en estudio (Seripona, Cañahuécal, Las Juntas, Ocampo, Peña Blanca, La Pesca y Rositas).

La distribución mensual de la carga de sedimentos es muy similar en todos los embalses, destacando los meses de Enero, Febrero y Marzo como los meses de mayor producción, concentrando el 73% de la producción anual. Junto con Diciembre, representan casi el 85% del total anual.

Para caracterizar la variación interanual de los aportes de sedimentos al embalse de Rositas, en la Fig. 36. se muestran los valores acumulados anuales calculados con el modelo.

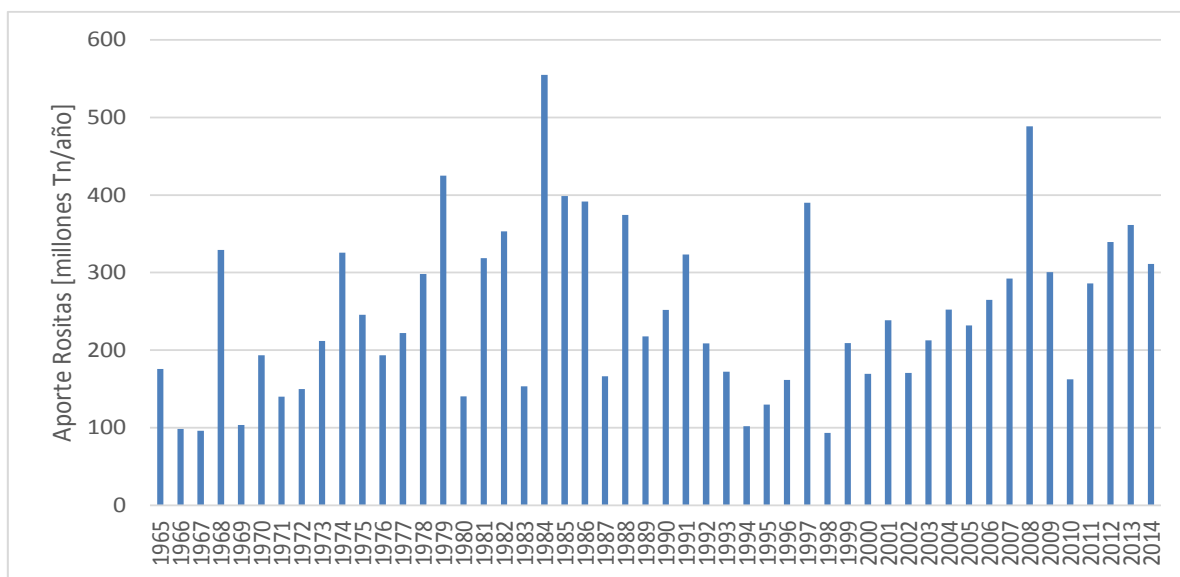


Fig. 36. Variación interanual de los aportes sólidos anuales calculados. Rositas

6.5.2. Transporte total anual

Se han obtenido los aportes sólidos a los aprovechamientos de la cuenca del río Grande, hasta Abapó. En particular, para el cierre de Rositas, se obtuvo un valor medio de 248,1 millones de toneladas al año.

Considerando las subcuencas de estudio y referencia general para los análisis, definidas de acuerdo al Nivel 5 (Método Pfafstetter), los valores de aportes medios anuales de sedimentos son:

- Azero: 17,4 mill ton
- Caine: 79 mill ton
- Chayanta: 68,2 mill ton
- Grande_Inicial: 25,5 mill ton
- Grande Media: 0,87 mill ton
- Grande 1: 5,9 mill ton
- Mizque: 51,4 mill ton

En lo que respecta a los valores anuales de los aportes sólidos que ingresan al embalse desde todos los cauces tributarios al cuerpo de agua, los valores son los siguientes:

6.5.2.1. Cuencas de tributarios mayores

Los ríos más importantes que desaguan en el Embalse Rositas son:

- 1- Río Grande en Abapó: 243,13 mill. ton.
- 2- Río Masicuri: 0,374 mill. ton.
- 3- Río Mosqueras: 0,114 mill ton
- 4- Río Nancahuazu: 1,6 mill ton

6.5.2.2. Cuencas de cauces menores

En cuanto a los cauces menores que ingresan al Embalse Rositas, cabe destacar:

- 1- Río Morocco (Al Norte del Embalse): 0,062 mill ton
- 2- Río Suspiros (Al Norte del Embalse): 1,149 mill ton
- 3- Río Petacas (Al Norte del Embalse): 0,022 mill ton
- 4- Río Frías (al Este del Embalse): 0,044 mill ton
- 5- Río Honda (al Este del Embalse): 0,0215 mill ton

6.5.2.3. Aportes sólidos de las cuencas de aporte directo

Las cuencas de aporte directo corresponden a los aportes sólidos de las subcuencas del modelo hidrológico-sedimentológico que contienen al embalse de Rositas e ingresan de forma lateral. En base a estas características, y de acuerdo a lo reflejado en el Anexo VII: Sedimentología de la

cuenca del río Grande, doce pequeñas subcuencas existentes entre las subcuencas de los cauces mayores y menores se han clasificado como “de aporte directo”.

El transporte total anual de sedimentos de las cuencas de aporte directo es de 0,555 millones de toneladas.

6.5.2.4. Resultados del modelo sedimentológico para el escenario de cambio climático

Los aportes sólidos medios anuales calculados en los siete sitios de aprovechamiento bajo estudio en la cuenca del río Grande, hasta Abapó, se indican en la Tabla 23.

Tabla 23. Aportes de sedimentos medios anuales por aprovechamiento

	Aporte de sedimentos medio anual (millones de toneladas)		Modificación (%)
	Cambio Climático	Original	
1 Rositas	370,9	248,1	49,5
2 La Pesca	363,0	243,1	49,3
3 Peña Blanca	331,9	224,7	47,7
4 Ocampo	331,2	224,2	47,7
5 Las Juntas	330,6	223,9	47,6
6 Cañahuecal	252,5	171,7	47,0
7 Seripona	244,0	166,4	46,6

6.5.3. Granulometría de sedimentos

Al inicio de los trabajos, se tomaron en campo dos muestras del lecho del cauce con el fin de realizar un análisis granulométrico, una en Paraíso y otra en Abapó. En base a los valores medios, se puede establecer una composición de un 77,9% de arenas, un 20,7% de limos y un 1,4% de arcillas.

Posteriormente, durante el mes de Febrero de 2016, se tomaron muestras adicionales en cuatro puntos del cauce del río Grande, aguas abajo de la futura ubicación de la Presa Rositas mediante las cuales se ha podido ampliar el estudio del material de fondo del río Grande, compuesto por sedimentos de granulometría extendida, desde arcillas y limos hasta cantos rodados.

6.5.4. Sedimentología de los sitios de presa

Para la elaboración del estudio de regulación se han caracterizado los embalses mediante los siguientes parámetros:

- Curvas de embalse: cota-superficie y cota-volumen. De este modo, se evalúa cómo descende la lámina de agua y se analizan las pérdidas por evaporación. Característica de cada embalse.

- Volumen máximo: máxima capacidad del embalse con nivel máximo normal de embalse, esto es, la capacidad que se contempla durante la explotación ordinaria.

6.5.4.1. Definición de curvas Altura-Volumen-Área del embalse de Rositas

Se ha calculado la curva altura-volumen-área del embalse de Rositas utilizando el Modelo digital del Terreno LIDAR disponible (Ver Fig. 27 del apartado 6.1).

Se ha considerado el Nivel Máximo Normal de embalse como la cota máxima para el cálculo del volumen máximo.

El valor del Área se refiere al área de la lámina de agua.

- Nivel máximo normal: 595,00 m.s.n.m
- Volumen máximo: 19.094,51 hm³
- Superficie de la cuenca vertiente: 59.280,61 km²

6.5.4.2. Cálculo de la deposición de sedimentos en los embalses

El cálculo de la entrada de sedimentos en la presa de Rositas y en los seis embalses situados aguas arriba de Rositas se ha calculado utilizando el modelo SWAT (ver Anexo correspondiente).

El cálculo de la deposición de sedimentos se ha realizado teniendo en cuenta los grupos de simulación establecidos en los Términos de Referencia.

6.5.4.2.1. Grupo de Simulación de Operación de Embalses nº 2

En esta simulación se considera que el embalse de Rositas funcione como el único aprovechamiento durante varios años, por lo que se han realizado los cálculos de reducción de volumen únicamente de este embalse por entrada de sedimentos, considerando los siguientes años a futuro: 5, 10, 20, 30, 40 y 50 años.

Los resultados obtenidos son los siguientes volúmenes de agua en el embalse:

- Volumen inicial: 19.094,51 hm³.
- Volumen año 5: 18.243,27 hm³.
- Volumen año 10: 17.398,29 hm³.
- Volumen año 20: 15.715,72 hm³.
- Volumen año 30: 14.039,02 hm³.
- Volumen año 40: 12.366,36 hm³.
- Volumen año 50: 10.696,92 hm³.

6.5.4.2.2. Grupo de Simulación de Operación de Embalses nº 4

Se ha realizado la simulación simultánea de Rositas junto a los seis embalses restantes donde la entrada en operación entre ellas está espaciada cinco años, empezando por La Pesca, luego Peña Blanca, Ocampo, Las Juntas, Cañahuecal y Seripona.

Rositas

Se ha calculado la entrada de sedimentos en Rositas que entra en funcionamiento en el año 1, recibiendo los 5 primeros años una entrada de sedimentos de 248,1 millones de toneladas, hasta el año 6 en el que se reduce notablemente por la entrada en funcionamiento de La Pesca y en años posteriores por la entrada en funcionamiento del resto de presas.

En esta simulación se observa que el volumen del embalse de Rositas se reduce ligeramente hasta un valor de 18.089,03 hm³ en el año 50, después de 50 años de funcionamiento.

6.5.4.2.3. Grupo de Simulación de Operación de Embalses nº 5

Se ha simulado la operación conjunta de Rositas y La Pesca considerando que La Pesca entre en operación después del quinto año de funcionamiento de la central hidroeléctrica Rositas. A partir de ahí el embalse Rositas recibe un volumen de sedimento marginal, mientras que la sedimentación del embalse La Pesca irá aumentando, a los 45 años su volumen útil habrá disminuido.

Rositas

En esta simulación se observa que el volumen del embalse de Rositas se reduce hasta un valor de 15.645,00 hm³ en el año 50, después de 50 años de funcionamiento.

6.5.4.2.4. Grupo de Simulación de Operación de Embalses nº 6

En este Grupo se ha simulado la operación conjunta de Rositas, La Pesca y Las Juntas considerando que La Pesca entre en operación después del quinto año de funcionamiento de la central hidroeléctrica Rositas y Las Juntas después del décimo año.

Rositas

En esta simulación se observa que el volumen del embalse de Rositas se reduce hasta un valor de 16.173,15 hm³ en el año 50, después de 50 años de funcionamiento.

6.5.5. Curvas Altura-Volumen-Área del embalse de Rositas a lo largo de 50 años de explotación

El cálculo de la variación de la curva Cota-Área-Volumen de Rositas a lo largo de los 50 años de explotación se ha realizado mediante el Método de la Reducción Empírica del Área desarrollado por el "U.S. Bureau of Reclamation".

Se han realizado los cálculos correspondientes a 5, 10, 20, 30, 40 y 50 años de funcionamiento.

En la Fig. 37 presenta un gráfico comparativo entre las curvas iniciales y las correspondientes a los años de funcionamiento 5, 10, 20, 30, 40 y 50, sin considerar ninguna presa aguas arriba.

También se han calculado las curvas Altura-Volumen-Área para los Grupos de Simulación de Operación de Embalses n^{os} 4, 5 y 6; estos resultados se incluyen en el Anexo VII: Sedimentología de la Cuenca del río Grande.

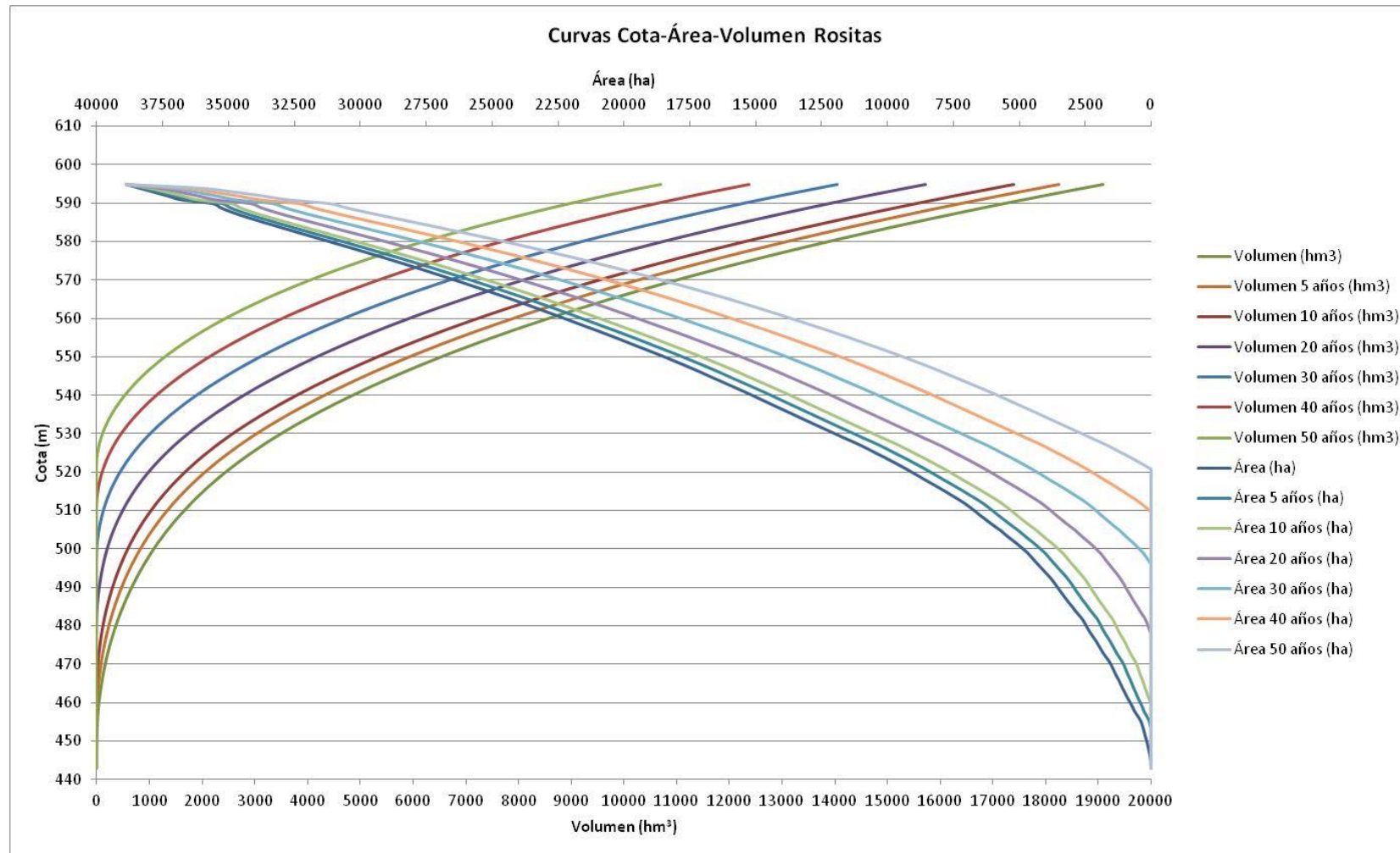


Fig. 37. Curvas Cota-Área-Volumen Rositas.

6.5.6. Modelos de sedimentación

6.5.6.1. Modelo Iber

Con el fin de analizar el movimiento del sedimento y su deposición dentro del embalse de Rositas y determinar las zonas de sedimentación, el Centro de Estudios Hidrográficos (uno de los órganos en los que se estructura el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Gobierno Español), en colaboración con Eptisa, ha desarrollado un modelo bidimensional con el software Iber.

Los primeros análisis permitieron comprobar que la sedimentación del material en suspensión se produce en las colas del embalse, donde el funcionamiento hidrodinámico puede caracterizarse con un análisis bidimensional como el realizado con el modelo Iber.

6.5.6.2. Modelo matemático 2D Infoworks de sedimentación en embalse

Para llegar a determinar las zonas de sedimentación en el futuro embalse de Rositas, se ha empleado también un modelo matemático de simulación hidráulica bidimensional que permite conocer la distribución de una serie de variables hidráulicas, entre ellas, la velocidad y la dirección del flujo, que son críticas para que se produzca la deposición de partículas transportadas por el flujo, en unas condiciones determinadas.

El modelo hidráulico bidimensional se ha construido con el software técnico de simulación InfoWorks ICM de Innovyze.

La superficie de la zona de simulación 2D asciende a 66.797 hectáreas.

Apoyándose en unos rangos de velocidades preestablecidos (0,005-0,015 m/s), así como en su dirección, se pueden determinar las zonas donde con mayor probabilidad se producirán los depósitos de sedimentos en el embalse. Estas zonas se corresponderán con zonas de muy reducida velocidad, normalmente zonas de expansión donde el flujo es muy lento y permite la deposición de las partículas sólidas arrastradas por el caudal líquido.

A la vista de los resultados del modelo, se ha elaborado un mapa que muestra las zonas de deposición de los sedimentos en el vaso del embalse en relación al diámetro medio de sus partículas.

6.5.7. Carga total de sedimentos durante avenidas extraordinarias

Se ha realizado un cálculo de la carga total de sedimentos durante avenidas extraordinarias en los siete sitios de presa sobre el Río Grande.

El transporte sólido total (Q_s) puede determinarse mediante la suma del acarreo de material por el fondo (Q_{sb}), y del transporte en suspensión (Q_{ss}), que a su vez puede asumirse como compuesto por dos componentes: la carga de lavado (parte del material en suspensión que proviene de la erosión de los suelos) y el transporte de suspensión del lecho ($Q_{ss}=Q_{ssl}+Q_{ssb}$).

Dado que el objetivo del presente estudio es la cuantificación de la carga total de sedimentos durante avenidas en los siete sitios de presa sobre el río Grande, mediante la obtención de leyes

Ql-Qs (caudal líquido – caudal sólido) para las diversas fracciones del transporte de sedimentos en las secciones de interés, será posible obtener una relación que vincule el caudal sólido total en función del caudal líquido, y a partir de los hidrogramas de crecidas obtener el transporte en cada evento característico.

6.5.7.1. Relaciones caudal líquido vs caudal sólido

6.5.7.1.1. Relaciones Q_L - Q_{ss}

Se ha obtenido que el transporte sólido suspendido (en Tn/día) en correspondencia con el tramo donde se localizaría la presa Rositas se relaciona con el caudal líquido (en m³/s) mediante las relaciones:

$$Q_{ss} = 0,155.Q_l^{2,4} \text{ para caudales hasta aproximadamente } 1.602,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ss} = 86,4.55.Q_l \text{ para caudales mayores a } 1.602,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.5.7.1.2. Relaciones Q_L - Q_{sb}

Las líneas de tendencia para las relaciones $Q_{sb}=f(Q_l)$ correspondiente a la media de las estimaciones efectuadas con diversas fórmulas, donde el transporte se expresa en toneladas por día (Tn/día) y el caudal líquido en m³/s, en correspondencia con los siete aprovechamientos, considerando por simplicidad una expresión de la forma potencial, son:

- Rositas: $Q_{sb} = 0,2.Q_l^{1,5}$
- La Pesca: $Q_{sb} = 0,6.Q_l^{1,5}$
- Peña Blanca: $Q_{sb} = 1,1.Q_l^{1,5}$
- Ocampo: $Q_{sb} = 1,1.Q_l^{1,5}$
- Las Juntas: $Q_{sb} = 1,5.Q_l^{1,5}$
- Cañahuecal: $Q_{sb} = 2.Q_l^{1,5}$
- Seripona: $Q_{sb} = 2.Q_l^{1,5}$

6.5.7.2. Determinación de sedimentogramas para avenidas extraordinarias

Con las leyes Q_l - Q_{ss} y Q_l - Q_{sb} para los siete sectores de interés, se calcularon los sedimentogramas, o carga total de sedimentos en función del tiempo, asociados a los hidrogramas de caudales máximos y volúmenes máximos, para las avenidas de diverso período de retorno (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000 y 10.000 años de recurrencia).

6.6. Estudios ambientales

6.6.1. Línea Base Ambiental y Socioeconómica

La definición de la Línea Base Ambiental y Socioeconómica (también denominada Línea Base o LBAySE, a lo largo de este informe) del Proyecto Hidroeléctrico Rositas (PHR) se refiere, por un lado, a las condiciones ambientales en las que se encuentran los ecosistemas y recursos naturales, así como las relaciones de interacción y los servicios ambientales y, por otro lado, a las condiciones socioeconómicas, definidas por la población. La misma se basa en la recopilación de información, trabajos de gabinete, trabajos de campo y trabajos de laboratorio.

La Línea Base se compone de los resultados del análisis del medio físico, biológico y socioeconómico sirven para un conocimiento más completo del medio en el que se desarrollará el proyecto y aportan información para la identificación y evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos, así como para el establecimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental que sean más adecuadas al medio respondiendo a los objetivos de la consultoría.

Los componentes que caracterizan el **medio físico** estudiados son los mismos que en los Estudios Básicos (climatología, cartografía general y temática, geología, geomorfología, hidrología e hidrosedimentología e hidrogeología), además de la calidad del aire y el ruido ambiental, la calidad del agua, los usos del suelo y el paisaje. En el capítulo correspondiente del Informe Final de diseño de la central de hidroeléctrica de Rositas (Volumen I) se describen los principales hallazgos respecto a todos estos componentes.

Los componentes que caracterizan el medio biológico y que se han estudiado, son:

1. Medio terrestre
 - 1.1. Vegetación
 - 1.2. Fauna: mastofauna, herpetofauna y avifauna
 - 1.3. Valoración de ecosistemas
2. Medio acuático
 - 2.1. Fitoplancton
 - 2.2. Zooplancton
 - 2.3. Invertebrados bentónicos
 - 2.4. Macrófitas
 - 2.5. Ictiofauna
 - 2.6. Mamíferos, reptiles y aves acuáticas y semi-acuáticas
3. Áreas protegidas

El análisis del componente biótico, identifica, entre otros aspectos:

- a. Ecoregiones, formaciones de vegetación, ecosistemas y hábitats relevantes.

- b. Especies, subespecies y poblaciones relevantes.
- c. Usos y funciones de hábitats.
- d. Relaciones o conexiones comunitarias (biocenosis).
- e. Procesos ecológicos esenciales.
- f. Hábitats y especies, según niveles de sensibilidad y resiliencia.

Los trabajos de campo para la caracterización del **medio biológico terrestre** se llevaron a cabo entre mayo y junio de 2015, coincidiendo con la época seca y una segunda etapa en Diciembre de 2016 y Febrero de 2017 para la caracterización de 3 ecosistemas que no fueron muestreados en la primera.

El estudio de los **ecosistemas acuáticos** incluye un análisis de los principales componentes de la cadena trófica del sistema acuático, determinando para cada comunidad su diversidad, composición específica, abundancia, entre otros. Para ello, se ha llevado a cabo un análisis de copiosa información secundaria, así como trabajos de campo.

Los muestreos realizados para este estudio abarcaron 12 puntos de colecta tanto en el Río Grande como en sus afluentes. Los puntos de muestreo fueron: Río Nancahuasu en sus sectores Bajo y Medio, Río Grande-El Puente, Río Grande-El Camping, Río Grande-Peña Blanca, Río Grande-Yumao, Río Grande-La Junta, Río Rositas, Arroyo Rositas, Río Tatarenda, Arroyo Teraboy-Lagunillas y el afluente del Río Iti- Muyupampa. Los muestreos fueron realizados en dos épocas: época seca (Julio/2015) y época de aguas altas (Febrero/2016).

En el capítulo correspondiente del Informe Final de diseño de la central de hidroeléctrica de Rositas (Volumen II) se describen los principales hallazgos respecto a todos estos componentes del medio biológico terrestre y acuático.

Los componentes que caracterizan el **medio socioeconómico** (Volumen III) y que se han estudiado, son:

1. Demografía: ocupación actual del área, características sociodemográficas, proceso migratorio.
2. Servicios públicos y sociales: educación, salud, condiciones de habitabilidad de la vivienda, acceso a los servicios básicos, transporte y vialidad.
3. Aspectos productivos.
4. Tendencias de desarrollo.
5. Información de la población a reasentar.
6. Poblaciones indígenas.
7. Aspectos sociopolíticos.
8. Aspectos arqueológicos y paleontológicos.
9. Aspectos culturales.

El estudio del medio socioeconómico desarrolla la descripción y análisis socioeconómico en los municipios de Cabezas y Gutiérrez (provincia de Cordillera) y los municipios de Vallegrande y Postrevale (provincia de Vallegrande), para lo que realizaron encuestas y revisión de datos bibliográficos. Se realizaron 126 encuestas en campo a pobladores del entorno para validar la información bibliográfica.

La siguiente tabla, muestra los asentamientos humanos del AID directamente afectados por el embalse (en negrita) y las comunidades que, aun estando su asentamiento humano fuera del AID, tienen predios afectados por el embalse. Como puede verse, de 23 comunidades afectadas por el proyecto, en 10 se han identificado asentamientos humanos y en las restantes únicamente predios donde realizan sus actividades económicas.

Tabla 24. Asentamientos humanos que se encuentran en el área del embalse

Departamento	Provincia	Municipio	Nº	Comunidad
Santa Cruz	CORDILLERA	Cabezas	1	Agua Buena ²
			2	Centro Poblado Abapó ²
			3	Itaguazuti¹
			4	Lajita Moroco
			5	Moroco Arriba
			6	Hacienda Rositas ³
			7	Zona Suspiros ²
		Gutiérrez	8	El Silencio ²
			9	Ipita ²
			10	La Junta⁴
			11	Hacienda Taruma ³
			12	Yumao
	VALLEGRANDE	Postrer Valle	13	Galarza ²
			14	Mosquera Perdido ²
			15	San Marco ²
		Vallegrande	16	Arenales
			17	Masicuri ²
			18	Pucarillo ²
			19	Tocos
			20	Vado del Yeso
Chuquisaca	LUIS CALVO	Villa Vaca Guzmán (Muyupampa)	21	Itapochi ²
			22	Itikaraparirenda ²
			23	Santiago de las Frías ²

Fuente: Elaboración propia

¹ Comunidad con núcleo afectado por la cercanía a las obras principales del proyecto

² Comunidades afectadas por parte de sus predios suscritos dentro del embalse

³ Haciendas dentro del embalse

⁴ La comunidad se encuentra geográficamente dentro del municipio Gutiérrez

6.6.2. Modelación matemática de la calidad del agua en el embalse y aguas abajo de la CH Rositas

Con la modelación de la calidad del agua se pretende:

- a) Estimar la distribución del proceso de nitrificación en el embalse (y el crecimiento asociado de algas, macrófitas y/o zooplancton) y la estratificación térmica del mismo. Se ha realizado un estudio de la calidad de las aguas en el futuro embalse con el software 2D-Cuasi 3D CE-QUAL-W2.
- b) Estimar la extensión espacial de potenciales impactos como la reducción del oxígeno disuelto (OD), los cambios en la temperatura y nitratos/nitritos en el embalse hacia el tramo aguas abajo de río Grande. Este tramo ha sido simulado con el modelo HEC-RAS, en concreto, las simulaciones incluyen temperatura del agua, OD, y nitrógeno amoniacal (NH₄). Como mostró el modelo del embalse, el agua que se libera en la presa posee pocas concentraciones de fósforo orgánico disuelto y nitrógeno orgánico disuelto, por lo que estos dos parámetros no fueron modelados en el HEC-RAS.

Se han generado 9 escenarios de **simulación del embalse** como resultado de combinar 3 escenarios climáticos/hidrológicos (año seco, año húmedo y año promedio) y 3 escenarios de manejo de la biomasa vegetal del área a inundar:

1. El primer escenario asume que **se mantendrá la vegetación** en el embalse y que su sumersión y descomposición se hará en el primer año.
2. El segundo escenario de manejo asume que toda la biomasa de fácil acceso (donde las pendientes son menores al 45 por ciento) y que equivale a **un 68% será removida**, restando un 32 %, presente en las pendientes más pronunciadas, que se mantendría. Este escenario se asume como viable, según las prácticas actuales de manejo de tierras en Bolivia.
3. El tercer escenario de manejo fue incluido como un ejercicio teórico que simula **la remoción de la biomasa en más del 90 % del total**. Esta remoción puede ser imposible de lograrse en la práctica, pero tiene utilidad teórica, para descubrir los resultados en caso de no haber prácticamente vegetación en el vaso antes de su llenado.

La remoción parcial de la biomasa asociada con la alternativa de manejo 2 mostró que esta solo es parcialmente satisfactoria en reducir los impactos del embalse en los parámetros de OD, Amoniacal, Nitratos/Nitritos y Fosfatos. La remoción de casi toda la biomasa asociada con la alternativa de manejo 3, fue satisfactoria solo parcialmente bajo ciertas condiciones (usualmente durante años muy húmedos), siendo mejor esta alternativa que la alternativa de manejo 2.

El **análisis de impactos aguas abajo (software HEC-RAS)** ilustra que la temperatura tendría impacto, recuperándose a los 20 km aguas abajo de la presa a lo largo del Río Grande; y el OD solo tendría un rebote para la alternativa 3. Solo el Amonio tendría continuidad en su impacto a lo largo del río aguas abajo, excediendo las concentraciones de referencia.

En base a los resultados, el estudio formula una serie de recomendaciones.

Se ha realizado una **estimación de producción de Gases a Efecto Invernadero (GEI)** desde el embalse, como consecuencia de la descomposición de la biomasa. El estudio señala varios elementos de incertidumbre en el modelo de cálculo empleado y ofrece unos resultados que muestran que las emisiones de represas construidas en zonas tropicales como la de Rositas, pueden generar fuertes emisiones de GEI debido, por orden de importancia, a: el gas metano emitido por desgasificación del agua que pasa por las turbinas, la descomposición anaerobia de materia orgánica que se genera por organismos autótrofos en la misma represa y por la degradación de la biomasa que queda inundada en la misma represa.

Las medidas de mitigación propuestas de acuerdo a los escenarios que consisten en un desmante parcial del 68% de la biomasa y un desmante más exhaustivo de un 90% de la biomasa, no tendrían un efecto significativo en la reducción de las emisiones de GEI, pues la biomasa inundada no es la principal fuente de emisiones de GEI en el embalse. Habría que analizar alternativas para reducir las emisiones por la desgasificación del agua que pasa por las turbinas y reducir la productividad primaria del embalse, como medidas de mitigación más eficaces.

6.6.3. Manejo, Desmante y Remoción de la vegetación y material orgánico en el embalse de Rositas

Este estudio ambiental específico persigue, entre otros, los siguientes objetivos: estimar la biomasa vegetal; elaborar un plan de intervención y manejo de la vegetación del área del PHR; describir y mapear el tipo de vegetación, usos del suelo, suelo, topografía, pendiente, hidrografía y caminos, así como poblados; definir y mapear las zonas inaccesibles-accesibles para el desmante y aprovechamiento forestal; determinar la superficie a desmontar en el área del embalse; describir el protocolo de acciones para el desmante; y por último, elaborar un presupuesto estimado de los costos que el PHR debe asumir para llevar a cabo la actividad de desmante.

El ámbito espacial de este estudio comprende una superficie total de 48.768,50 ha, integradas principalmente por los terrenos situados por debajo de la cota 605,00 m.s.n.m.

La metodología empleada se ha basado en la realización de trabajos de campo, el análisis e interpretación de imágenes de satélite, mapas base y temáticos, documentación legal vigente sobre desmante y aprovechamiento, normas aplicables en el ámbito de la Reserva Forestal de Inmovilización de Río Grande-Masicuri y la relacionada a las Tierras de Producción Forestal Permanente, además de la documentación cartográfica y documental del propio PHR.

Dicho estudio incluye, de forma resumida:

- Los mapas de ubicación, pendiente, topografía, hidrografía, uso actual del suelo, suelos, caminos, batimetría, áreas de desmante, áreas inaccesibles, uso potencial del suelo, vegetación, franja de seguridad y corredores biológicos.

- Una estimación de la biomasa vegetal existente dentro del área de estudio, realizada mediante el establecimiento de 31 parcelas de muestreo, y la recopilación de información secundaria al efecto, dicha biomasa se cuantificó en 6.878.491 toneladas, siendo el Bosque seco boliviano-tucumano transicional (50 %) y el Bosque chiquitano transicional (41%) los que poseen la mayor cantidad. Basado en los valores de biomasa, también se calculó la cantidad de carbono.
- La importancia ecológica de la vegetación existente, así como la identificación de las áreas de conservación en los márgenes del embalse y los corredores biológicos para la fauna.
- Las áreas objeto de desmonte, estimadas en una superficie de 28.512,00 ha están integradas por aquellas superficies del AID cuya pendiente no supera el 45% y están ocupadas por áreas boscosas (bosque alto maderable y bosque bajo). En términos de volumen, se tiene estimado un volumen de 19,46 m³ de madera en rollo por hectárea (m³r/ha), lo que ascendería a una oferta maderable esperada total de 484.132 m³r, al mismo tiempo que la leña a recuperar podría alcanzar las 299.666 tareas.
- Las especies maderables presentes en los bosques del área de estudio sujeto a desmonte son 13, de las cuales las de mayor valor comercial son cuchi, curupaú, jichituriqi, momoqui, soto, tajibo y verdolago. Veintidós especies de 243 especies leñosas están consideradas dentro de las categorías de IUCN en Bolivia, al igual que 9 especies dentro del CITES (Convenio de Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre).
- Un cronograma y programación del desmonte, actividad que se estima tenga una duración de 4 años calendarios.
- Una propuesta de medidas de seguridad ambiental e industrial para el futuro desmonte.
- Finalmente, el documento contiene unos lineamientos en forma de guías y protocolos operativos para el desmonte, el aprovechamiento y la manipulación de los productos forestales que se obtengan.

6.6.4. Estudios de Biodiversidad Terrestre en el Área de Influencia Directa (AID) de Rositas

El estudio presenta datos sobre la biodiversidad terrestre en el AID y la descripción de las áreas protegidas, los principales impactos derivados de PHR y los lineamientos de estrategias de mitigación.

Para conocer el grado de afección de las áreas protegidas de carácter nacional (Parque nacional y Área Natural Manejo Integral –ANMI- Serranía de Iñao), departamental (ANMI Río Grande-Valles Cruceños –RG-VC-) y municipal (área protegida municipal de Parabanó) con el área bajo la cota de inundación de 605,00 m.s.n.m con, se realiza un cálculo aproximado de superficie de afectación que se describe en la tabla siguiente.

Tabla 25. Afección de Áreas Protegidas (AP) para una cota de inundación de 605,00 m.s.n.m

Sobre posición PHR con PN y ANMI Serranía de Iñao	Superficie Total del AP	Superficie del AP ocupada por PH Rositas	
	(ha)	(ha)	(%)
Total AP	263.722,27	1.394,8	0,53%
Zona núcleo		1.288,06	0,49%
Zona de Uso Moderado y Sostenible de Recursos		106,02	0,04%

7. Sobre posición PHR con ANMI Río Grande-Valles Cruceños	Superficie Total del AP	Superficie del AP ocupada por PH Rositas	
	(ha)	(ha)	(%)
Total AP	735.520,8	47.136,41	6,41%
Zona de uso extensivo no extractivo		26.267,5	3,57%
Zona núcleo		8.477,24	1,15%
Zona de amortiguamiento		8.290,32	1,13%
Zona de uso extensivo extractivo		4.101,35	0,56%

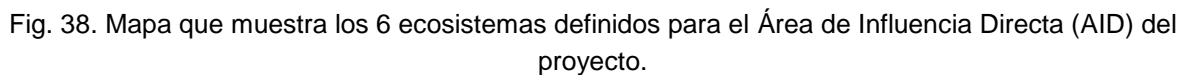
8. Sobre posición PHR con AP municipal de Parabanó	Superficie Total del AP	Superficie del AP ocupada por PH Rositas	
	(ha)	(ha)	(%)
Total AP	37.490,146	3,65	0,01

Se ha llevado a cabo una descripción y valoración de ecosistemas en el Área de Influencia Directa (AID) (ver Fig. 38), a través de los aspectos que se citan a continuación, los cuales se puntúan con valores del 1 al 3 (1= bajo, 2 = medio y 3 = alto).

- **Valor intrínseco del ecosistema.** Valor obtenido de la valoración ecológica de los hábitats terrestres y semi-terrestres.
- **Valor ponderado de las especies sensibles.** Valor obtenido del promedio de la valoración final de las especies faunísticas sensibles y/o indicadoras de los 6 ecosistemas.
- **Valor final.** Valor obtenido del promedio entre la valoración ecológica de los hábitats terrestres y semi-terrestres y la valoración final de las especies faunísticas sensibles y/o indicadoras para los 6 ecosistemas del área de estudio.

Tabla 26 Resultado de la valoración integral de los ecosistemas

Ecosistema	Valor intrínseco del ecosistema	Valor ponderado de las especies sensibles	Valor final
ECOSISTEMA 1: (Bosques climatófilos): Bosque seco boliviano-tucumano transicional del piso basimontano inferior septentrional: Serie de <i>Machaerium scleroxylon-Schinopsis haenkeana</i>	2,6	2	2,3
ECOSISTEMA 2: (Bosques edafohigrófilos): Algarrobal freatofítico Boliviano-Tucumano interandino-inferior: Serie de <i>Mimozgyanthus carinatus (Vallesia glabra) - Prosopis alba</i>	1,6	2	1,8
ECOSISTEMA 3: (Bosques edafohigrófilos): Saucedal ribereña boliviano-tucumana del piso basimontano: serie de <i>Sapium glandulosum-Salix Humboldtiana</i>	1,6	1	1,3
ECOSISTEMA 4: (Bosques climatófilos): Bosque chiquitano transicional del subandino inferior norte de Santa Cruz: Serie de <i>Acanthosyris asipapote-Astronium urundeuva</i> .	2	2	2,0
ECOSISTEMA 5: (Bosques hidrofíticos): Bosque mesofítico-freatofítico de los valles del subandino en la transición Chiquitanía-Chaco-BolivianoTucumano: Serie de <i>Albizia niopoides - Diplokeleba floribunda</i> .	1,6	2	1,8
ECOSISTEMA 6: (Bosques hidrofíticos): Bosques ribereños y arbustales ribereños sucesionales de aguas blancas del río Grande	2,1	2	2,1



En el presente estudio también se ha realizado un análisis de los impactos ambientales para cada AP. Se diferencian los impactos para cada zona protegida y cada fase del Proyecto que les afectaría: fase de operación en el Área Protegida ANMI de Serranía de Iñao, fases de construcción y operación en el ANMI Río Grande – Valles Cruceños y fase de operación en el Área Protegida Municipal de Parabanó. A continuación se indican los impactos potenciales más importantes, que afectan a las zonas protegidas en distinta proporción, de acuerdo a su relación con el Área Influencia Directa (AID) del proyecto:

Tabla 27 Resumen de principales impactos potenciales en las Áreas Protegidas

Medio Biótico	Medio Abiótico
<p>Pérdida de superficie boscosa</p> <p>Cambios en los movimientos estacionales de aves (<i>Amazona tucumana</i> y <i>Ara militaris</i>) y mamíferos</p> <p>Pérdida de material genético de importancia para el AP</p> <p>Reducción de hábitats</p> <p>Disrupción de corredores ecológicos para la fauna terrestre</p> <p>Posible disminución de los objetos de conservación que se encuentran en el AID, principalmente los peces</p> <p>Aparición de nuevos hábitats para especies de aves, reptiles y anfibio</p> <p>Pérdida de conectividad entre los hábitats</p>	<p>Cambio de uso de suelo</p> <p>Alteración de la calidad de las aguas superficiales y del sistema hídrico del río Grande</p> <p>Cambio desde un sistema lótico hasta un sistema léntico</p> <p>Modificación irreversible del paisaje</p> <p>Dispersión de partículas debido a la circulación de vehículos</p> <p>Incremento de los niveles sonoros debido a la circulación de vehículos</p>

Para el presente estudio, se realizó una evaluación de los impactos ambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto, de forma cualitativa y en función de la información disponible. En una valoración cualitativa, se evalúan una serie de cualidades de los impactos ambientales, obteniendo un valor numérico que se denomina “IMPORTANCIA”. Se obtuvieron los siguientes resultados.

- En el Parque Nacional (PN) ANMI Serranía del Iñao, en la etapa de operación, que es la que afecta esta área, los impactos ambientales cuya valoración fue “Muy Alto” corresponden a la Reducción de hábitats (Unidad Ambiental Integral (UAI) 1- Subandina inferior Boliviano-Tucumana transicional al Chaco y a la Chiquitanía) para la fauna terrestre en la zona que incluye la disrupción de corredores ecológicos y el cambio de uso de suelo.
- En el ANMI RG-VC en la etapa de construcción, los impactos ambientales cuya valoración fue “Muy Alto” corresponden a la Reducción de hábitats (UAI 1- Subandina inferior Boliviano-Tucumana transicional al Chaco y a la Chiquitanía) para la fauna terrestre en la zona que incluye la disrupción de corredores ecológicos para la fauna terrestre y el cambio de uso de suelo. Mientras que el valor de impacto crítico fue para la pérdida de especies de peces importante para el desarrollo de la pesca.
- Durante la etapa de operación, en el ANMI RG-VC los impactos que tuvieron valores críticos fueron los cambios en la composición físico-química del agua superficial y la pérdida de los recursos hídricos, mientras que los valores de impactos muy altos fueron

aquellos que se relacionaron con la disminución de la densidad de especies bajo categorías de protección y la reducción de hábitats para la fauna terrestre en la zona.

- En la Reserva Municipal de Parabanó, en caso de que finalmente se viese afectada durante la etapa de operación, los impactos con valoración muy alta se relacionan con la disrupción de corredores ecológicos para la fauna terrestre y el cambio de uso de suelo.

8.1.1. Estudio de Peces y Pesquerías en el río Grande

El objetivo de este estudio ambiental es el de proporcionar la información necesaria acerca de las especies de peces presentes y sus hábitats, la actividad pesquera en la zona de estudio e identificar los principales impactos a ser generados y las medidas de mitigación adecuadas. De acuerdo a los datos socioeconómicos recabados, la actividad pesquera es la tercera en importancia referente a ingresos generados, por lo cual es importante tomar en cuenta la actividad de la pesca, ya que se verá afectada por el proyecto.

El estudio está basado en información primaria y secundaria generada para la Línea Base Ambiental y Socioeconómica del Proyecto e información primaria específica sobre la actividad pesquera en la zona de estudio y presenta datos sobre las especies predominantes en el Área de Influencia Directa (AID), las áreas de pesca preferidas por los turistas, sitios donde se comercian los peces como alimentos, sitios de pesca deportiva, los principales impactos sobre la ictiofauna derivados de PHR y los lineamientos de estrategias de mitigación, a través de los apartados los que se citan a continuación:

- Biodiversidad acuática, que incluye la descripción y la caracterización del área, la evaluación de hábitats y especies, el monitoreo de salud de los ecosistemas acuáticos.
- Estudio de pesquerías en el río Grande, que incluye el diagnóstico del sector pesquero en la zona, el análisis de los medios de vida de los pescadores.
- Identificación preliminar de los principales impactos
- Estrategias de mitigación y compensación

En la zona se encontraron 175 especies de peces pertenecientes a 9 órdenes y 33, siendo los Characiformes los que tuvieron mayor número de especies (N=75), seguidos muy de cerca por los Siluriformes con 73 especies, mientras que los Atheriniformes y Synbranchiformes solo son representados con una especie. La mayoría de las especies fueron tipo r2, donde los adultos tienen mayor longevidad, no hay cuidado parental, y es característico de especies migratorias. Las especies tipo K también fueron abundantes, que se caracterizan por ser especies sedentarias, con cuidado parental y con poca cantidad de cría.

La **pesca de subsistencia** es realizada por muchos comunarios (entre los 19 y 60 años de edad) para el consumo familiar sin fines comerciales. La **pesca comercial** como tal no se encuentra tan desarrollada en la zona. La **pesca deportiva** es una actividad estacional en función a las épocas permitidas según normativa y época de veda, considerada como actividad de recreación y turística

y es realizada por personas (30 y 40 años de edad) que no viven en la zona, que provienen de la ciudad de Santa Cruz y otros municipios.

Fueron seleccionados hábitats significativos en base al uso de la pesca (subsistencia, comercial, deportiva), con fines recreativos o áreas turísticas de carácter regional y local. Los sitios significativos identificados fueron 7, cuatro sobre el río Grande (El Puente, El Camping, Peña Blanca y Yumao) para pesca deportiva y de subsistencia principalmente y tres en otros afluentes (ríos Tatarenda, Rositas y Nancahuazú) para pesca de subsistencia y comercial. Adicionalmente también el río Masicurí para pesca comercial.

Las especies de peces que se capturan en los diferentes tipos de pesca, son de porte mediano y generalmente las mismas. La especie de mayor porte es el amarillo (*Zungaro zungaro*), que es capturada principalmente por pescadores comerciales y deportivos, que se encuentran en las pozas. Entre las especies de peces que son mayormente capturadas están el sábalo (*Prochilodus nigricans*), dorado (*Salminus brasiliensis*), blanquillo (*Calophysus macropterus*), boga (*Leporinus sp*, *Schizodon sp*) y pirapara.

Aunque todas las especies migratorias en la zona presentan un patrón similar de migración en base a las pequeñas diferencias y a las distancias alcanzadas, se las puede dividir en dos grupos, uno conformado por peces pertenecientes a los characiformes y otro a los siluriformes. Se identifican 22 especies migratorias, la mayoría pertenecientes a los characiformes, que alcanzan mayores distancias y alturas de migración que los siluriformes. Entre los Siluriformes, se encuentran principalmente *Pseudoplatystoma punctifer* (surubí), *Leiarius marmoratus* (Pirapara), *Zungaro zungaro* (muturo), *Pimelodus blochii* (bagre, blanquillo), *Surubim lima* (paleta), *Pimelodus maculatus* (bagre), especies que migran entre 100 y 1500 km.

También se identifican rutas y hábitats importantes para especies migratorias characiformes, como *Prochilodus nigricans* (sábalo), *Salminus brasiliensis* (dorado) y otros.

Los impactos potenciales identificados son:

1) Impactos aguas arriba sobre las áreas de reproducción y alimentación de peces

1. Pérdida de las zonas de desove o reproducción
2. Pérdida de áreas de provisión de alimentos

2) Impactos aguas abajo sobre los hábitats de peces importantes y pesca local

3. Impactos sobre la pesca
4. Impactos sobre las rutas migratorias

3) Impactos por impedimentos físicos y de otra naturaleza causados por la construcción y operación de la represa

5. Efectos barrera de la represa
6. Modificación del hábitat
7. Cambios en las comunidades acuáticas

4) Impactos sobre la calidad del agua

8. Cambios en los parámetros físico-químicos
 9. Cambios en los parámetros microbiológicos que puedan incidir en la salud de los peces
 10. Cambios en las concentraciones de Plaguicidas
- 5) Impactos sobre la hidrología del área
11. Cambios hidrológicos que afecten el desarrollo del ciclo natural de los peces

En el estudio se proponen una serie de **medidas** que se consideran como las más importantes como estrategias para **mitigar y compensar** los impactos:

- a) Programa de acuicultura en las comunidades aguas abajo del embalse Rositas
- b) Programa de repoblamiento pesquero en el embalse, el cual se desglosa en un programa de monitoreo y en el programa de repoblamiento propiamente dicho
- c) Programa de repoblamiento en afluentes aguas abajo del Proyecto
- d) Sistemas de paso para peces
- e) Estrategia río intacto

8.1.2. Definición de un régimen de manejo de caudales durante el llenado del embalse de Rositas. Caudales Ambientales

Las obras de infraestructura que se pretendan realizar para el control de caudales en cualquier cuerpo de aguas superficiales, afectan los ecosistemas fluviales, independientemente de los beneficios que puedan representar. Para mitigar en lo posible los daños ambientales que puedan ocasionarse se han obtenido los caudales ambientales que deberían mantenerse aguas abajo de la presa durante su llenado.

El caudal ambiental, considera el caudal ecológico más el caudal empleado actualmente en otros usos (agua es para riego y para consumo de ganado), de acuerdo a la información que pudo obtenerse. Para el embalse Rositas en su proceso de llenado, el caudal ecológico se ha determinado empleando el método hidrológico para establecer caudales de partida para el análisis, luego se ha empleado el método hidráulico para establecer cómo se distribuyen en el cauce los caudales mencionados, y finalmente se ha conformado un modelo hidrobiológico considerando estudios sobre las necesidades de caudal de los organismos presentes en el río.

Tabla 28. Caudales ambientales para el río Grande, aguas abajo de la presa Rositas (m³/s)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Caudal ecológico	128,47	226,45	189,80	106,78	58,17	39,72	28,19	21,61	17,00	20,42	28,70	61,67
Caudal otros usos	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Caudal ambiental	128,53	226,50	189,84	106,82	58,22	39,77	28,25	21,66	17,05	20,47	28,75	61,72

Se remarca que el estudio del caudal ambiental calculado se circunscribe al sector aguas abajo de la presa, y no incluye la definición de las condiciones físicas necesarias que garanticen que los peces cumplan su ciclo de vida, ya que éstos requieren migrar hacia aguas arriba del embalse, consideradas como áreas de reproducción y de deposición de huevos.

Con relación al flujo requerido para mantener la calidad del agua para prevenir la pérdida de biodiversidad, se ha incluido en el estudio un análisis de la calidad de agua en condiciones actuales y se infieren condiciones durante el llenado del embalse.

El caudal ecológico determinado, corresponde a la fase de llenado del embalse, por tanto no debería emplearse durante la operación previo ajuste, ya que el régimen establecido no debería mantenerse como constante en varios años consecutivos porque no solo no se presenta tal situación en la naturaleza sino que se desconoce si los peces podrían adaptarse a tal situación.

8.2. Manejo integral de cuencas

Se ha elaborado un **Estudio de Manejo Integral de Cuencas para el Control de Erosión y Conservación de Suelos**.

El ámbito para la elaboración del citado estudio abarca toda la cuenca del Río Grande hasta el futuro embalse de Rositas. La cuenca hasta dicho punto tiene una superficie aproximada de 59.350 km².

El fin y objetivo último de este estudio es la formulación de un Plan de Implementación de Control de Erosión y Conservación de Suelos para la Cuenca del Río Grande, mediante la aplicación sistemática de las líneas de acción de mayor impacto, adaptables y replicables a cada escenario o condiciones de usos actual de territorio, que permitan la restauración y recuperación de las condiciones biofísicas de la cuenca, enmarcados en los lineamientos del Plan Director de la Cuenca del Río Grande.

Cabe decir que se ha recopilado y analizado la información disponible relativa a la Planificación de Cuencas en Bolivia, en tanto en cuanto tiene una repercusión importante en el Manejo Integral de Cuencas.

A continuación se presentan de forma resumida los contenidos y principales conclusiones de dicho estudio.

8.2.1. Estudios básicos complementarios

En el presente acápite se relacionan las diferentes temáticas de estudios básicos que se han tenido en cuenta para alimentar y conocer el diagnóstico de la situación de la erosión en las subcuencas del área de estudio en el ámbito de la cuenca del río Grande.

Para el abordaje del Estudio de Manejo Integral de Cuencas, se ha visto conveniente subdividir la cuenca del río Grande en siete subcuencas, de acuerdo al Nivel 5 (Método Pfafstetter), como son: La subcuenca del río Caine, Chayanta, Mizque, Grande Inicial, Grande Medio, Grande 1 y Azero,

estas a su vez fueron subdivididas en 665 microcuencas para los análisis detallados correspondientes.

Los componentes temáticos empleados para los análisis realizados han sido los siguientes:

- Geología
- Geomorfología
- Análisis morfométrico fluvial
- Cobertura vegetal
- Usos del suelo
- Erosión y riesgos de remoción en masa
- Erosión regresiva en la cuenca
- Modelación matemática de producción de sedimentos

8.2.2. Diagnóstico de fenómenos de erosión en subcuencas prioritarias

A raíz de los análisis de la situación actual y de las cuantificaciones realizadas a efectos de la producción de sedimentos del modelo matemático (Estudios básicos complementarios), se han identificado como subcuencas prioritarias principales en la cuenca de estudio del río Grande, las del Caine, Chayanta y Mizque.

De las 665 subcuencas de trabajo, 374 pertenecen a las subcuencas prioritarias principales citadas (Caine, Chayanta y Mizque)

De las 374 subcuencas, sólo 21 de ellas tienen un grado de erosión severa (> 200 t/ha/año), siendo las que contribuyen en mayor medida a generar importantes producciones de sedimento dentro de la cuenca del río Grande.

Esas 21 subcuencas, calificadas con grado de erosión severa, representan el 3,7% de la cuenca de estudio del río Grande, localizándose exclusivamente en las subcuencas prioritarias principales de cabecera (Caine, Chayanta y Mizque), y considerándose totalmente prioritarias al tener muy altas tasas medias anuales de producción de sedimento, ya que producen entorno al 28% del total de sedimento de la Cuenca.

8.2.3. Selección de dos subcuencas con características de erosión severa

En el estudio se realizó la selección de dos subcuencas/microcuencas, basándose en los análisis y estudios mostrados en los estudios básicos complementarios, con especial importancia al modelo de producción de sedimentos elaborado, y con el apoyo del diagnóstico realizado de la situación actual.

Dichas subcuencas tienen de forma general las siguientes características: Grado de erosión severo (>200 t/ha/año), pertenecen a dos subcuencas diferentes (Caine y Mizque), usos de suelo y fenómenos diferentes, y pertenecientes al Departamento de Cochabamba

En estas subcuencas se ha realizado una intensiva recopilación de información, tanto de carácter biofísico como socioeconómico, con el objeto de conocer la realidad de estas áreas del territorio,

para que puedan ser útiles a la hora de replicar las acciones que se deben realizar, así como la urgencia o prioridad en efectuarlas en el resto de subcuencas de la cuenca de estudio del río Grande.

8.2.4. Plan de manejo integral de cuencas

Para la implementación del Proyecto de Manejo Integral de Cuencas (MIC) para el control de la erosión y conservación de suelos en la cuenca del río Grande, se debería organizar operativamente a través de las siguientes Líneas Estratégicas de Acción:

- Línea de Acción 1: Desarrollo de capacidades y fortalecimiento organizacional.
- Línea de Acción 2: Investigación-acción-participación.
- Línea de Acción 3: Diseño y ejecución de medidas articuladas y planes - GIRH/MIC.
- Línea de Acción 4: Cooperación y fortalecimiento interinstitucional.
- Línea de Acción 5: Sistematización y difusión.

En base al siguiente esquema:



Fig. 39. Líneas estratégicas de Acción para la implementación de MIC.

El enfoque estratégico que se ha establecido para el plan se divide en función del tipo de medidas:

Gestión Directa: implica una intervención inmediata del medio como construcción de obras físicas, reforestaciones, etc.

Gestión Indirecta: este conjunto de actividades contempla: acciones de tipo legislativo, normativo, político; acciones de Asistencia Técnica, de capacitación, de transferencia de tecnología.

Por otro lado se ha hecho un análisis de diversos componentes, y principalmente la producción de sedimentos con el objeto de priorizar la intervención en las microcuencas de toda la cuenca del río Grande, cuyo resultado se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 29. Priorización en las microcuencas de la Cuenca del río Grande.

Prioridad	Número de subcuencas
Alta	63
Media	262
Baja	340
TOTAL	665

Para el replicado de las dos microcuencas seleccionadas al resto de la cuenca del río Grande, teniendo en cuenta la priorización de microcuencas, se han establecido tres niveles/horizontes temporales de intervención (corto: 1-5 años, mediano: 6-10 años y largo plazo: 11-20 años) para su intervención y una caracterización de la tipología de actuación.

A continuación se resume el contenido de la Propuesta, integrada por tres pilares fundamentales, para encarar la Gestión integral de la cuenca del río Grande, incluida en dicho Estudio:

1. Establecimiento de un Programa de Asistencia Técnica Integral en Manejo de Cuencas Hidrográficas.
2. Establecimiento de un Programa de Forestación, Reforestación y Revegetación de forma agresiva con metas anuales de superficies a ser intervenidas principalmente en las microcuencas con prioridad Alta y Media.
3. Establecimiento de un Programa de Recuperación, Adaptación y Adopción de Prácticas de Conservación para el Manejo de Suelos y Aguas.

Respecto a la articulación con el programa de manejo integral de la cuenca del río Grande se menciona especialmente lo siguiente:

- A partir del estudio de las dos microcuencas piloto se ha diseñado una metodología que esté basada en el Plan Nacional de Cuencas (PNC) de Bolivia, orientado en tres conceptos centrales: la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), el Manejo Integral de Cuencas (MIC) y la Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas, los cuales son considerados necesarios y complementarios.
- Asimismo se ha establecido un presupuesto estimativo de intervenciones en materia antierosiva y de conservación de suelos en toda la cuenca de estudio del río Grande, en el que se incluyen presupuestos de preinversión, inversión, asistencia técnica integral y mantenimiento, cuyo desglose y alcance se detalla en los documentos anexos.

9. SIMULACIÓN DE OPERACIÓN DE EMBALSE

El estudio de regulación de un aprovechamiento hidroeléctrico es más complejo que el de un embalse que regula el agua como elemento ya que, en éste último caso, cuentan los caudales mientras que el nivel del embalse no interviene más que para definir el volumen disponible; por el contrario, en un embalse hidroeléctrico es fundamental puesto que, en este caso, no se pretende aumentar el caudal garantizado sino la potencia y la energía garantizadas, es decir, lo que se pretende regular no es sólo el caudal (Q) sino $Q \cdot H$, donde H es el desnivel de agua utilizable.

En el Anexo VIII del presente documento pueden verse con mayor grado de detalle las características de la hoja de cálculo que se ha implementado para, con una escala temporal MENSUAL, realizar las simulaciones pertinentes.

El modelo de simulación proporciona, a partir de una estrategia de gestión del embalse basada en NIVELES OBJETIVO MENSUALES, los parámetros energéticos principales analizando el período comprendido entre enero de 1965 y diciembre de 2014. Estos son los siguientes:

- **Energía media, máxima y mínima**, producida tanto a nivel anual como mensual
- **Potencia garantizada** (nivel anual y mensual), entendida como la mínima potencia que es capaz de proporcionar la central hidroeléctrica a lo largo de la serie histórica y con un tiempo de funcionamiento de, como mínimo, 5 h/día.
- **Media de las horas de funcionamiento** tanto a nivel anual como mensual
- **Factor de utilización de la planta**
- **Otros parámetros** como el volumen vertido por el embalse, la relación entre las aportaciones entrantes al embalse y las turbinadas por la central, etc.

El modelo de regulación utiliza como punto de partida la siguiente información:

- Serie histórica de aportaciones mensuales (enero-65 a diciembre 2014) en cada uno de los sitios de presa
- Caracterización del embalse: a través de la curva cota-volumen-superficie, nivel máximo normal y nivel mínimo de explotación.
- Caracterización del cauce mediante la curva H/Q en una sección situada aguas abajo de la presa.
- Caracterización de los grupos a través de las curvas Altura – Caudal - Rendimiento
- Caudal ecológico, definido como un 10% del caudal medio mensual circulante por el río en la zona de presa.
- Evaporación en el embalse, caracterizada a partir de una tasa mensual de evaporación (mm/m^2)
- Caracterización de la demanda agrícola a partir de plan de desarrollo de la superficie regable y de una previsión de necesidades hídricas de los cultivos.
- Pérdidas de carga en el circuito hidráulico

El modelo de simulación implementado también permite, tal como puede verse en el Anexo VIII, analizar el comportamiento conjunto de los embalses de Rositas y La Pesca. Este hecho es especialmente útil cuando se analizan configuraciones con un nivel máximo normal para el embalse de Rositas superior a la 580 m.s.n.m y es que, cuando el embalse de Rositas se encuentra por encima de ese nivel, la cola del embalse alcanza la zona de restitución de la C.H. La

Pesca y produce una sobreelevación del nivel del agua por lo que se reduce el salto hidráulico aprovechable por la C.H. La Pesca y su producción energética.

Una vez conocidos los parámetros energéticos, **la minimización del coste monómico será el criterio que determine la alternativa óptima y más eficiente.**

Los costes monómicos se calculan mediante la siguiente expresión:

$\text{Coste monómico} = (\text{Coste anual de inversión} + \text{Coste anual de O\&M}) / (\text{Producción media anual})$
--

- O&M: Operación y Mantenimiento

Para determinar cuál es la mejor solución para la C.H. Rositas, se han desarrollado tres modelos:

- **Modelo 0:** La central hidro se supone independiente al sistema. No se consideran las restricciones estacionales de la energía. Se calcula el coste monómico de la central.
- **Modelo 1:** La central hidro se supone integrada en un sistema cuya demanda de potencia punta es la potencia instalada de la central y la demanda de energía es la equivalente a la de aplicar un factor de carga igual al medio del sistema.
La parte de demanda, en cuanto a potencia y energía, que no puede ser suministrado por la HIDRO, es suplida por una central térmica de gas. Se calcula el coste monómico medio del conjunto HIDRO+GAS.
La potencia térmica se calcula por diferencia entre la potencia HIDRO instalada y la potencia HIDRO garantizada.
- **Modelo 2:** La central hidro se supone integrada en un sistema cuya demanda de potencia punta es constante y la demanda de energía es la equivalente a la de aplicar un factor de carga igual al medio del sistema.
Para cada alternativa, la parte de demanda, en cuanto a potencia y energía, que no puede ser suministrado por la HIDRO, es suplida por una central térmica de gas. Se calcula el coste monómico medio del conjunto HIDRO+GAS.
La potencia térmica se calcula por diferencia entre la potencia del sistema y la potencia HIDRO garantizada.
El valor de la demanda constante se ha fijado arbitrariamente, considerando un valor lógico, no superior a la potencia máxima previsible de la central.

Los resultados obtenidos (Ver Anexo VIII) permiten concluir que la mejor solución es equipar la **Central Hidroeléctrica Rositas con una potencia instalada de 600 MW.**

En cuanto al número de grupos a instalar, hay que buscar el adecuado equilibrio entre la flexibilidad y los costes de inversión. A mayor número de grupos, mayor flexibilidad, la potencia de cada grupo es menor, pero es mayor el coste total de inversión. En este sentido se ha optado por equipar la central con **4 grupos iguales de 150 MW** de potencia por ser esta la solución más equilibrada y económica. La instalación de un mayor número de grupos de menor tamaño, si bien

tiene ciertas ventajas respecto a la estabilidad del Sistema Interconectado Nacional (SIN), al que se conecta, presenta problemas de implantación del edificio, necesidad de mayor espacio y costes más elevados, que no compensan los potenciales problemas de estabilidad en el SIN, que en todo caso serán temporales, únicamente durante los primeros años de explotación, desapareciendo a medida que aumente la capacidad instalada en el SIN.

Al respecto, El Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC) emitió un informe técnico denominado “ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA CON LA INCORPORACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA ROSITAS”, por el que estima pueden producirse cierta inestabilidad admisible en el SIN, en el periodo 2022-2025, que si bien desaparece posteriormente con el incremento de la capacidad del SIN, puede minimizarse instalando grupos de la mayor inercia posible.

El informe del CNDC, propone para minimizar los fenómenos de inestabilidad, la instalación de grupos de la mayor inercia posible. En este sentido, se pone de manifiesto que la inercia natural de los grupos a instalar se estima en unos 5,9”, frente a los 2,7” considerados en dicho informe del CNDC, por lo que los resultados son suficiente conservadores.

Por otra parte, es importante resaltar el favorable efecto sobre la confiabilidad del sistema, de la incorporación de la C.H. Rositas, por su gran capacidad de regulación y su alta velocidad de respuesta frente a variaciones de carga.

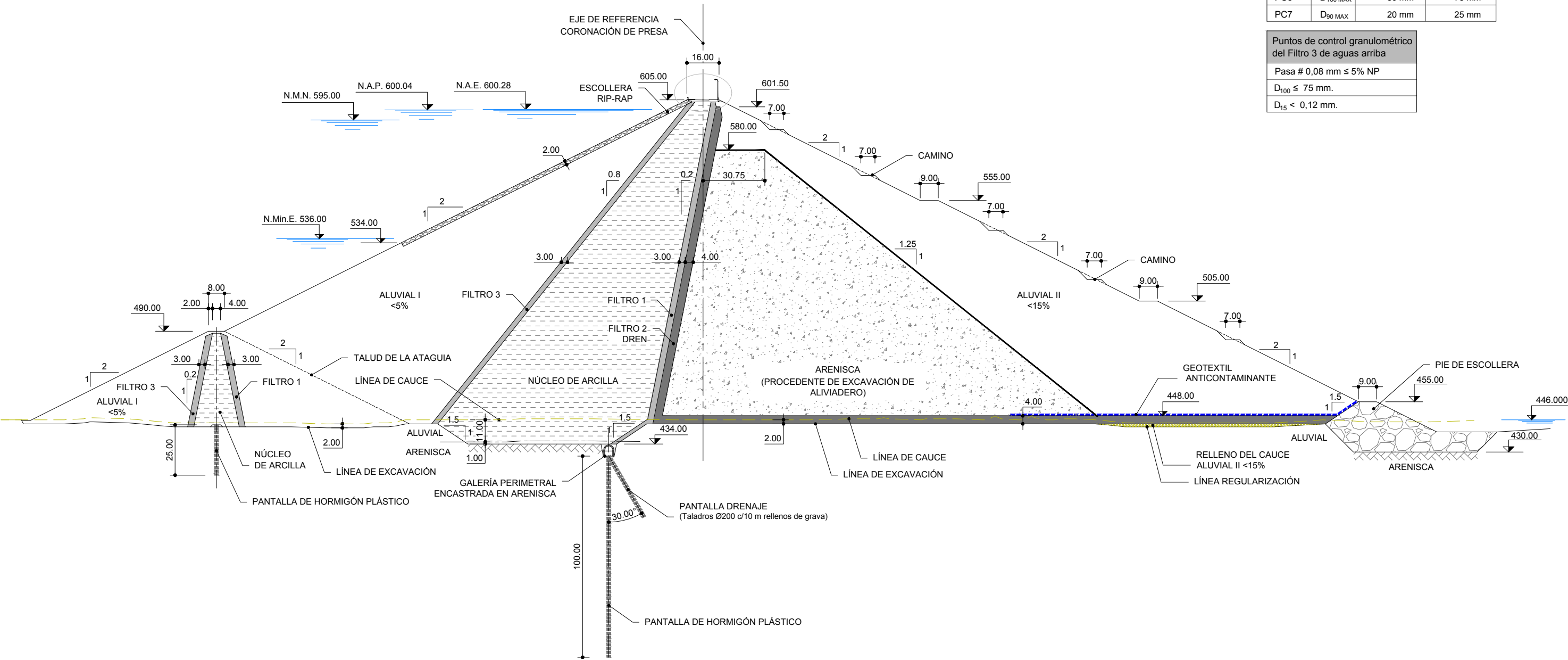
SELECCIÓN DE PLANOS

SELECCIÓN DE PLANOS

NOMBRE DEL PLANO	CÓDIGO DEL PLANO	Nº HOJAS
PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS	DF-SC-EPT-PLP-CIV-003-02-11	1
CUERPO DE PRESA		
SECCIÓN TIPO	DF-SC-EPT-PRE-CIV-021-02-11	1
ALZADO DESDE AGUAS ABAJO. PERFIL LONGITUDINAL	DF-SC-EPT-PRE-CIV-022-02-11	1
ALIVIADERO		
PLANTA GENERAL	DF-SC-EPT-PEV-GEN-100-03-11	2
PERFILES LONGITUDINALES	DF-SC-EPT-PEV-CIV-102-03-11	2
DESVÍO DE RÍO		
TÚNELES DE DESVÍO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	DF-SC-EPT-DER-CIV-201-02-11	1
DESAGÜES DE FONDO		
TÚNEL DE ACCESO Y DESAGÜE DE FONDO - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	DF-SC-EPT-DEF-GEN-300-02-11	1
TOMA HIDROELÉCTRICA		
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	DF-SC-EPT-TOM-GEN-400-02-11	1
CENTRAL HIDROELÉCTRICA		
ALZADOS PLANTAS Y SECCIONES	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-03-11	33
ASENTAMIENTOS PERMANENTES		
CAMPAMENTOS	DF-SC-EPT-ASP-CIV-701-02-11	1

Puntos de control de los husos granulométricos del Filtro 1 y Filtro 2-Dren, de aguas abajo			
		FILTRO 1	FILTRO 2-DREN
PC1	D ₁₅ MAX	0,266 mm	4,800 mm
PC2	D ₁₅ MIN	0,100 mm	1,064 mm
PC3	D ₆₀ MAX	1,332 mm	16 mm
PC4	D ₆₀ MIN	0,500 mm	4,8 mm
PC5	D ₅ MIN	0,080 mm	0,080 mm
PC6	D ₁₀₀ MAX	50 mm	75 mm
PC7	D ₉₀ MAX	20 mm	25 mm

Puntos de control granulométrico del Filtro 3 de aguas arriba	
Pasa # 0,08 mm ≤ 5% NP	
D ₁₀₀ ≤ 75 mm.	
D ₁₅ < 0,12 mm.	



SECCIÓN TIPO
ESCALA 1:1000

FECHA DE CREACIÓN: 10/03/2017
FECHA DE TRAZADO: 16/11/2016

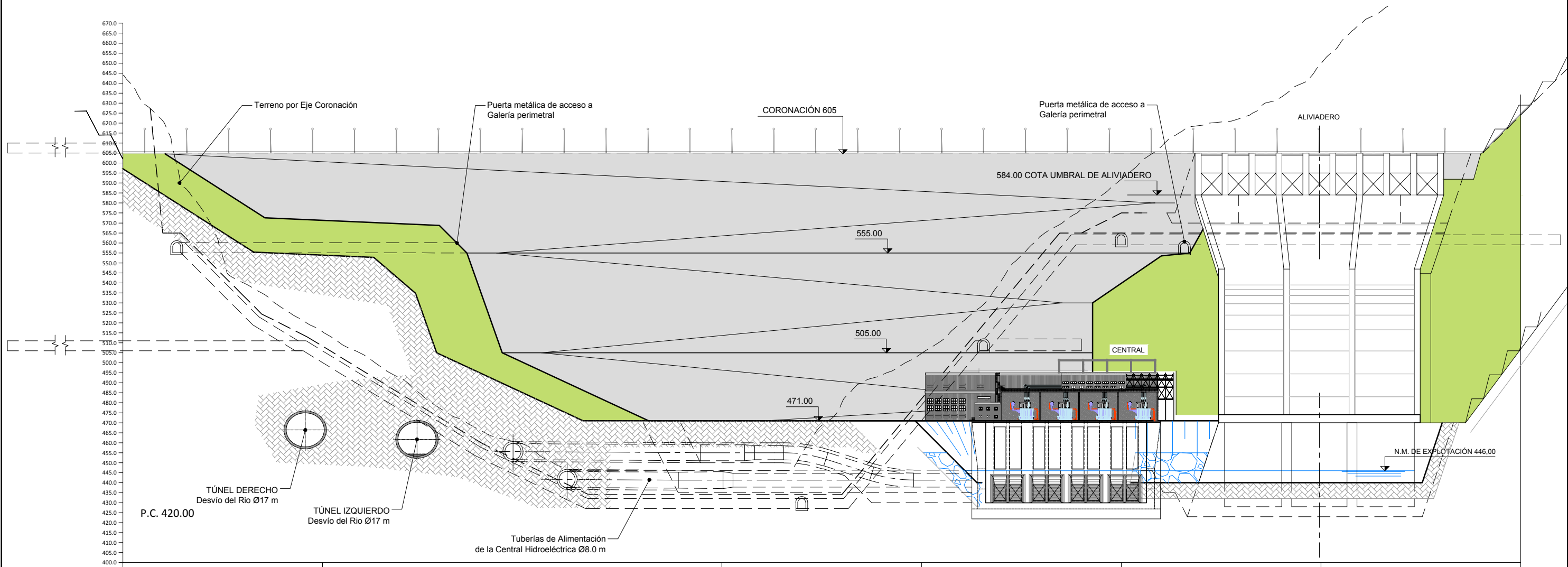
REVISADO:	ESPECIALISTAS SUPERVISIÓN	PROYECTISTA:	ESPECIALISTAS ING. CLAUDIO OLALLA		
V.B:	ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS EPTISA		
				02	Marzo 2017
				01	19-01-2017
				Nº	FECHA
					REVISIONES

CONTRATANTE:	CONSULTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO:
		
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"		

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS CUERPO DE PRESA SECCIÓN TIPO

ESCALA:
1:1.000
0 20 40m
Númerica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	021
LÁMINA:	1 de 1
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-PRE-CIV-021-02-11
FECHA:	Marzo 2017



COTAS ROJAS		COTAS DE TERRENO	COTAS DEI NÚCLEO	DISTANCIAS PARCIALES	DISTANCIAS AL ORIGEN	P.K.
DESMONTE	TERRAPLEN	-14.41	644.00	629.59	0.00	0.0
-32.17		-621.14	588.97	20.00	20.00	
-20.55		-576.43	555.88	20.00	40.00	
-15.17		-540.24	525.07	20.00	60.00	
-15.32		-527.32	512.00	20.00	80.00	
-16.63		-515.57	498.93	20.00	100.00	100.0
-16.68		-504.32	487.64	20.00	120.00	
-15.04		-491.97	476.93	20.00	140.00	
-9.56		-476.49	466.93	20.00	160.00	
-7.75		-465.74	458.00	20.00	180.00	
-10.44		-459.50	449.06	20.00	200.00	200.0
-24.74		-447.74	423.00	20.00	220.00	
-23.00		-446.00	423.00	20.00	240.00	
-23.00		-446.00	423.00	20.00	260.00	
-23.00		-446.00	423.00	20.00	280.00	
-23.00		-446.00	423.00	20.00	300.00	300.0
-23.00		-446.00	423.00	20.00	320.00	
-31.77		-454.77	423.00	20.00	340.00	
-22.38		-479.82	457.44	20.00	360.00	
-6.81		-493.93	487.12	20.00	380.00	
-6.15		-504.77	498.62	20.00	400.00	400.0
-7.18		-520.16	512.98	20.00	420.00	
-13.54		-541.21	527.67	20.00	440.00	
-21.16		-563.69	542.53	20.00	460.00	
-17.78		-576.95	559.16	20.00	480.00	
-15.15		-591.68	576.53	20.00	500.00	500.0
-12.83		-608.19	595.36	20.00	520.00	
-20.76		-618.88	598.12	20.00	540.00	
-19.06		-622.52	603.46	20.00	560.00	
-15.99		-632.91	616.92	20.00	580.00	
-15.32		-649.80	634.48	20.00	600.00	600.0
-17.67		-669.72	652.05	20.00	620.00	
-14.58						

ALZADO DESDE AGUAS ABAJO

FECHA DE CREACIÓN: 10/11/2016
FECHA DE TRAZADO: 10/03/2017

REVISADO: ESPECIALISTAS SUPERVISIÓN	PROYECTISTA: ESPECIALISTAS ING. CLAUDIO OLALLA			
V.B: ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI	DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN ORTAS EPTISA	02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		Nº	FECHA	REVISIONES

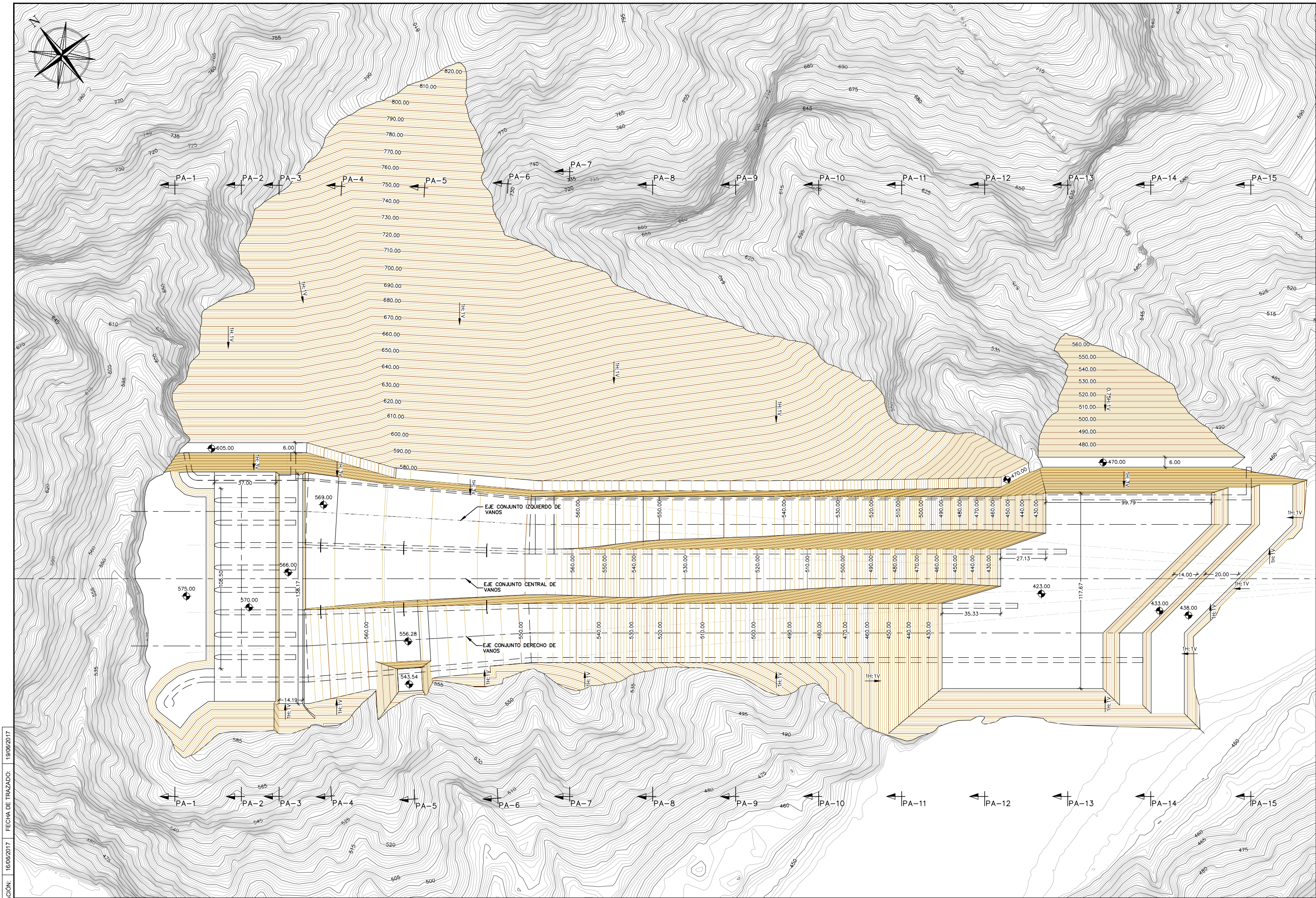
CONTRATANTE:	CONSULTOR:
	
	

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS CUERPO DE PRESA ALZADO DESDE AGUAS ABAJO. PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA:
1:1000
0 20 40m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	022
LÁMINA:	1 de 1
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-PRE-CIV-022-02-11
FECHA:	Marzo 2017



FECHA DE CREACIÓN: 16/06/2017
FECHA DE TRAZADO: 19/06/2017

REVISADO:	PROYECTISTA:			
ESPECIALISTAS	ESPECIALISTAS			
ING. JAIME SILES	ING. BEGOÑA ARANA			
V.B:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. MARIO PEREIRA	ING. JUAN ORTAS	02	Marzo 2017	REVISIÓN INTERNA
ENDE/CORANI	EPTISA	01	19/01/2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:

ENDE **ENDE** **eptisa**
CORANI CORPORATION

TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
ALIVIADERO
PLANTA DE EXCAVACIONES

ESCALA:

1:1000

0 20 40m

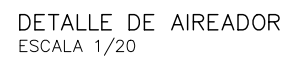
Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO: 101

LÁMINA: 01 de 01

CÓDIGO: DF-SC-EPT-PEV-CIV-101-03-11

FECHA: Junio 2017



FECHA DE CREACIÓN:	16/06/2017	FECHA DE TRAZADO:	19/06/2017
--------------------	------------	-------------------	------------

REVISADO:	PROYECTISTA:			
ESPECIALISTAS ING. JAIME SILES	ESPECIALISTAS ING. BEGOÑA ARANA	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
V.B:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	02	Marzo 2017	REVISIÓN INTERNA
ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI	ING. JUAN ORTAS EPTISA	01	19/01/2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		Nº	FECHA	REVISIONES

<p>CONTRATANTE:</p> 		<p>CONSULTOR:</p> 
---	--	---

TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
ALIVIADERO
PERFILES LONGITUDINALES

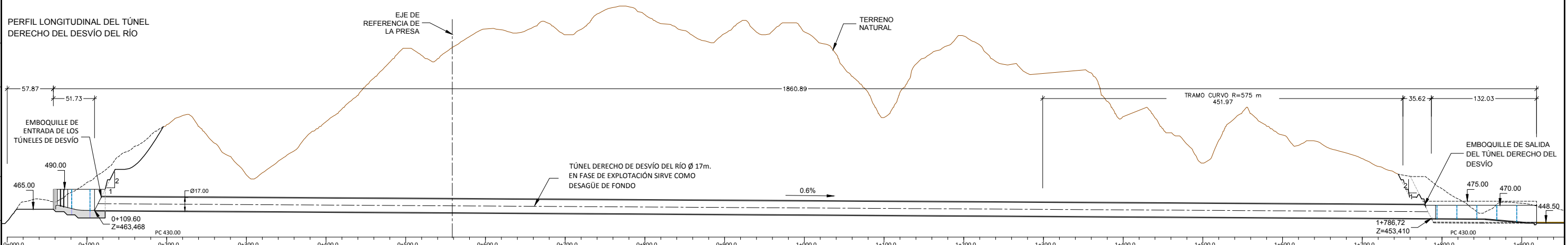
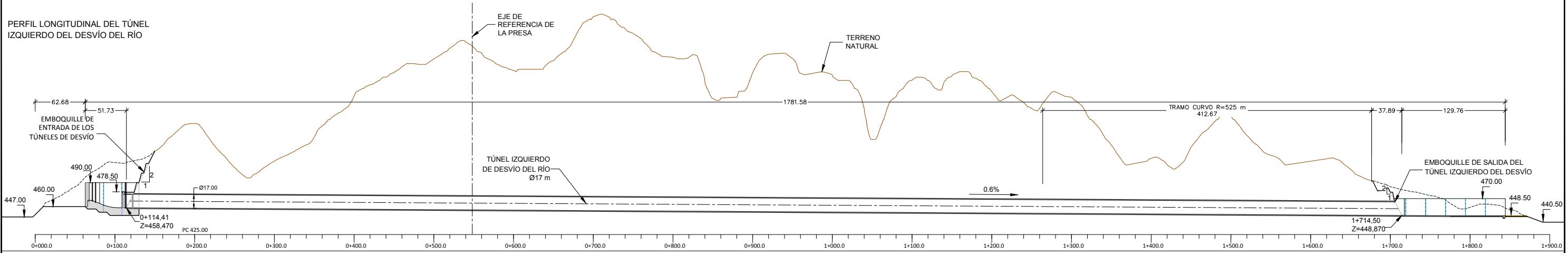
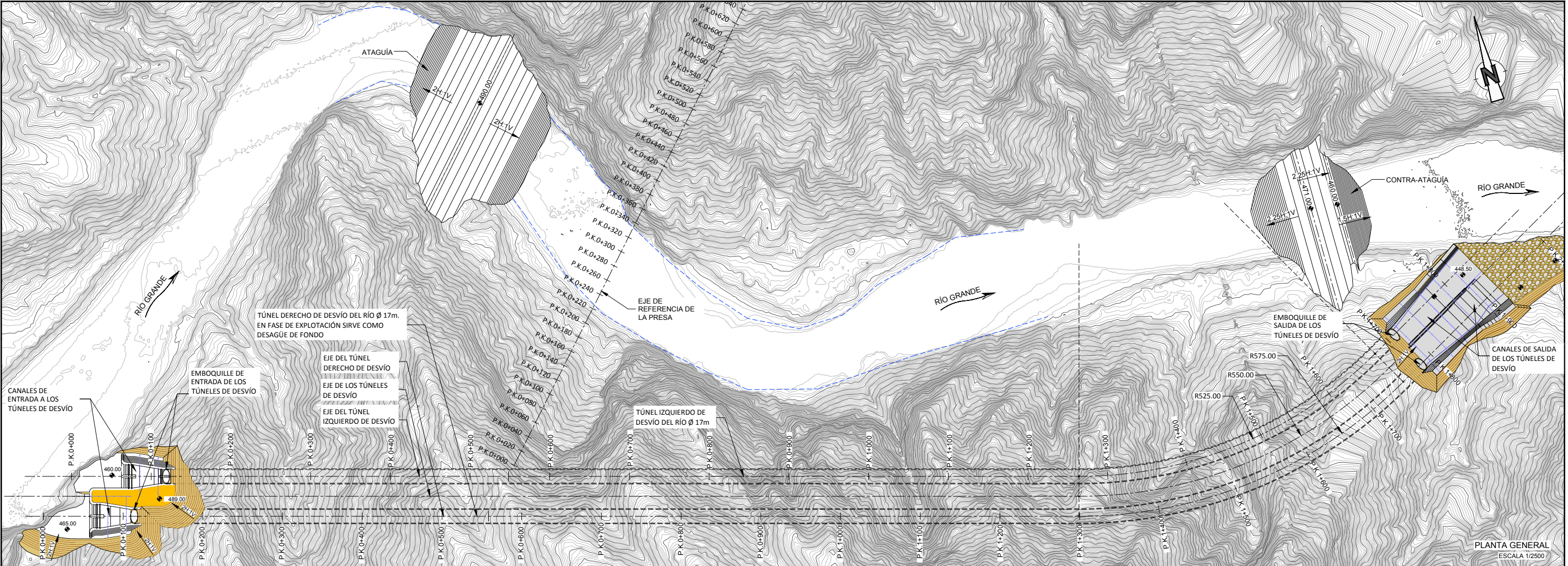
ESCALA:

1:20

0 0.4 0.8m

Númerica Gráfica Original DIN

Nº DE PLANO:	102
LÁMINA:	02 de 02
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-PEV-CIV-102-03-11
FECHA:	Junio 2017



FECHA DE CREACIÓN: 14/12/2016
FECHA DE TRAZADO: 17/03/2017

REVISADO:	ESPECIALISTAS ING. JAIME SILES	PROYECTISTA:	ESPECIALISTAS ING. BEGOÑA ARANA		
V.B.:	ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS EPTISA	02	Marzo 2017
				01	19-01-2017
				Nº	FECHA
					REVISIONES

CONTRATANTE:

ENDE **ENDE** **eptisa**
CORANI CORPORATION

CONSULTOR:

TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
DESVÍO DEL RÍO
TÚNELES DE DESVÍO
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA:

1:2500

0 50 100m

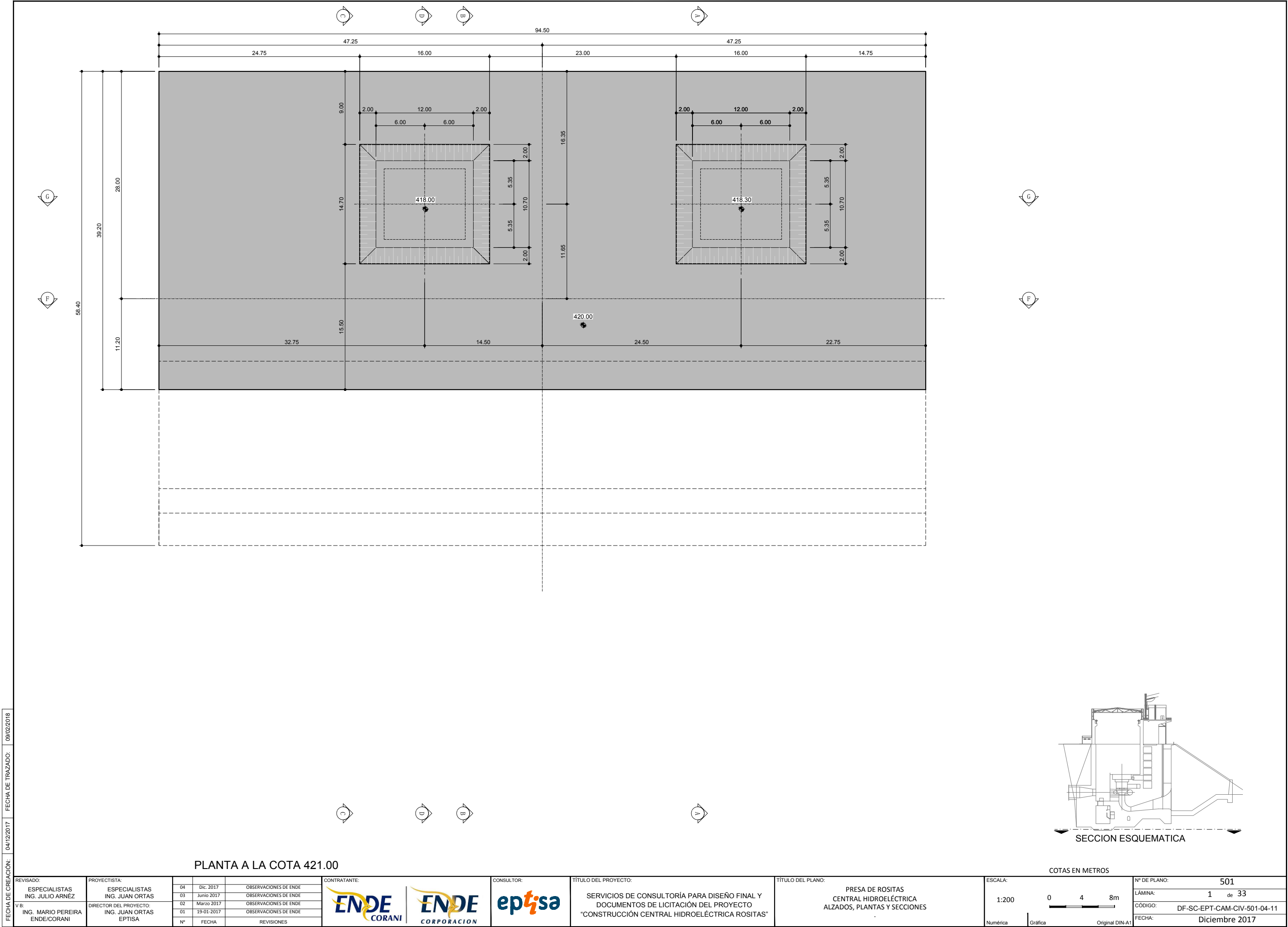
Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO: 201

LÁMINA: 01 de 01

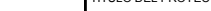
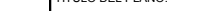

CÓDIGO: DF-SC-EPT-DER-CIV-201-02-11

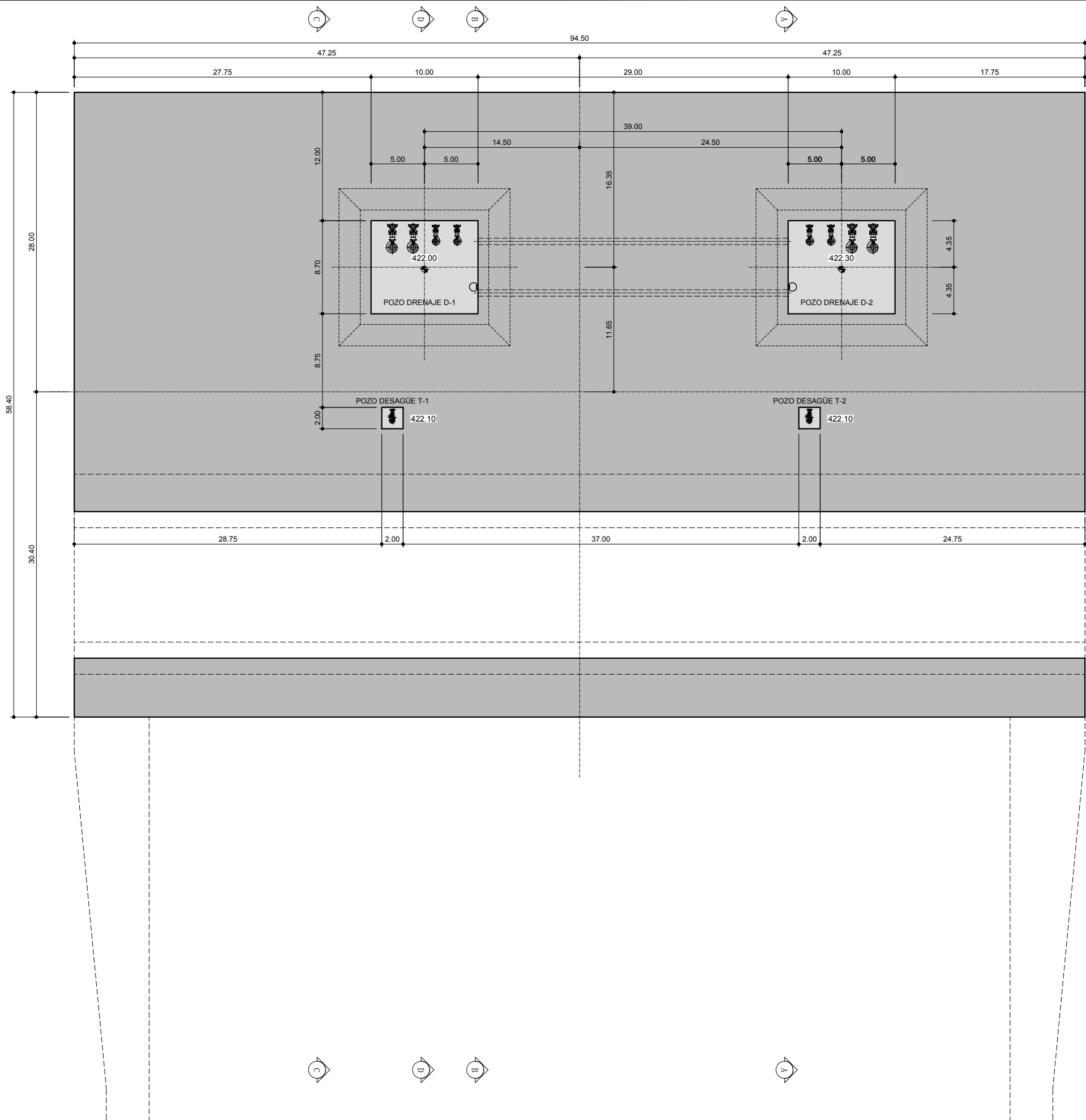
FECHA: Marzo 2017



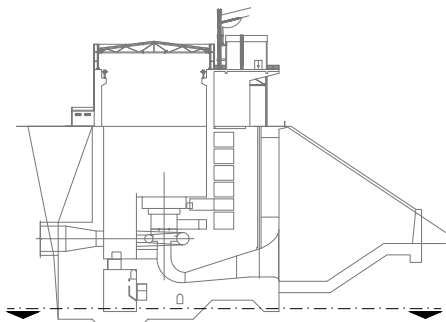
PLANTA A LA COTA 421.00

COTAS EN METROS

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017	REVISADO: ESPECIALISTAS ING. JULIO ARNEZ		PROYECTISTA: ESPECIALISTAS ING. JUAN ORTAS		CONTRATANTE: 		CONSULTOR: 		TÍTULO DEL PROYECTO: SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"		TÍTULO DEL PLANO: PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES		ESCALA: 1:200  Numérica Gráfica Original DIN-A1		Nº DE PLANO: 501													
	V.B: ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI		DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN ORTAS EPTISA		04 Dic. 2017		OBSERVACIONES DE ENDE		03 Junio 2017		OBSERVACIONES DE ENDE		02 Marzo 2017		OBSERVACIONES DE ENDE													
					01 19-01-2017		OBSERVACIONES DE ENDE																					
					Nº		FECHA		REVISIONES																			
													LÁMINA: 1 de 33		CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11													
													FECHA: Diciembre 2017															



PLANTA A LA COTA 423.50



SECCION ESQUEMATICA

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ
V.B:
ING. MARIO PEREIRA
ENDE/CORANI

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS
DIRECTOR DEL PROYECTO:
ING. JUAN ORTAS
EPTISA

Nº	FECHA	REVISIONES
04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Númérica

Gráfica

COTAS EN METROS

0 4 8m

Original DIN-A1

Nº DE PLANO:

501

LÁMINA:

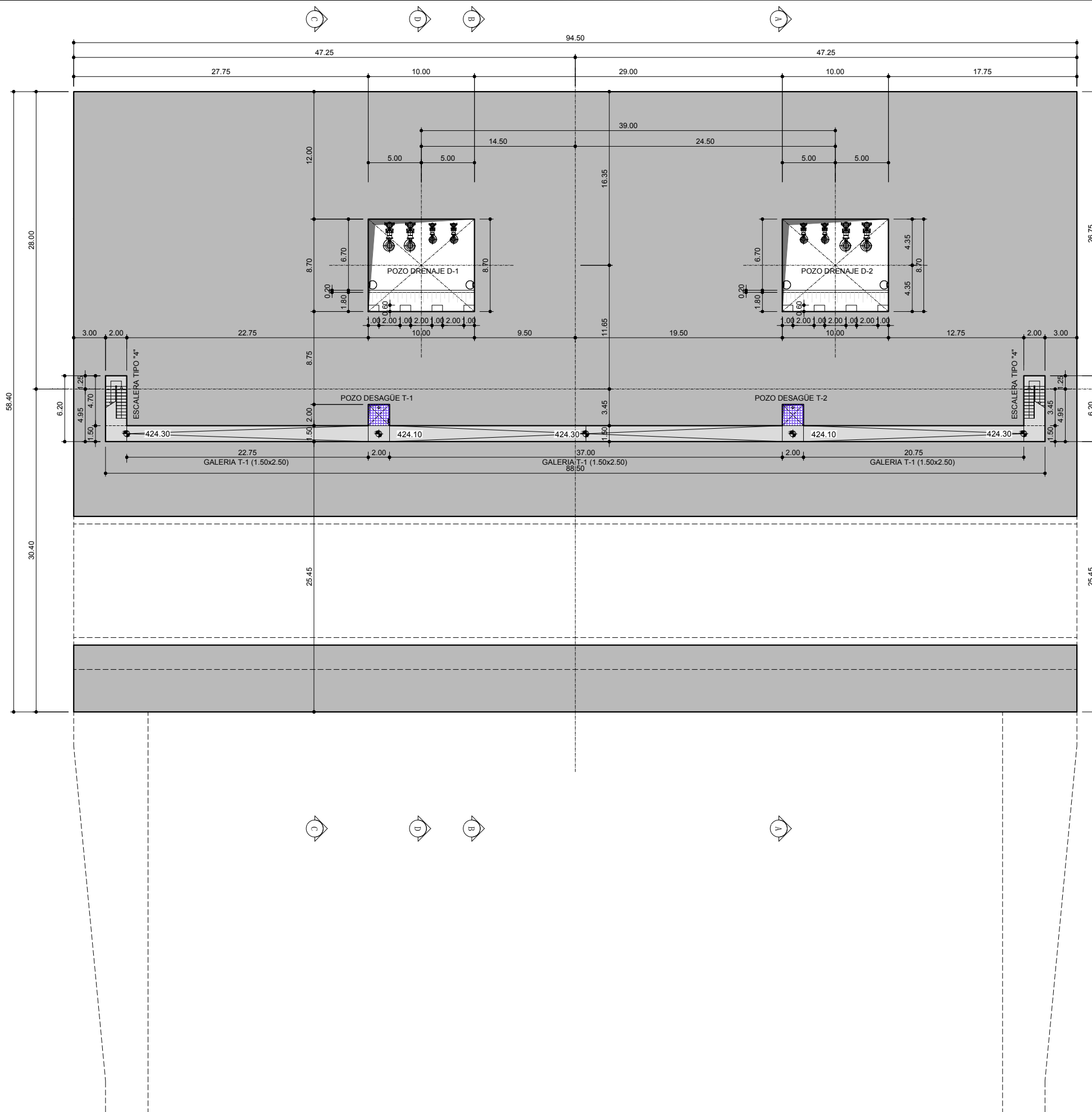
2 de 33

CÓDIGO:

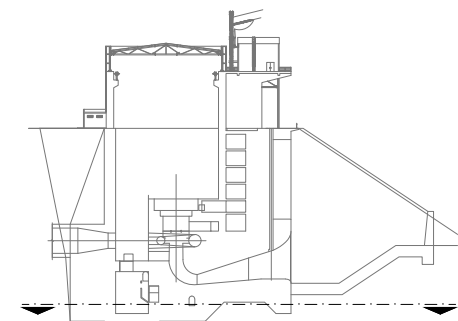
DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA:

Diciembre 2017



PLANTA A LA COTA 424.30



SECCION ESQUEMATICA

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

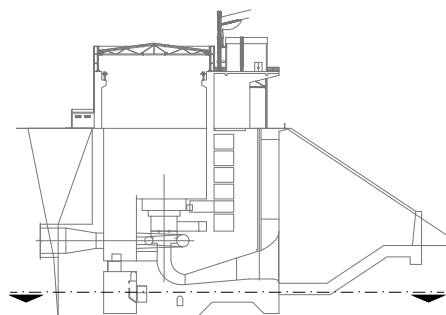
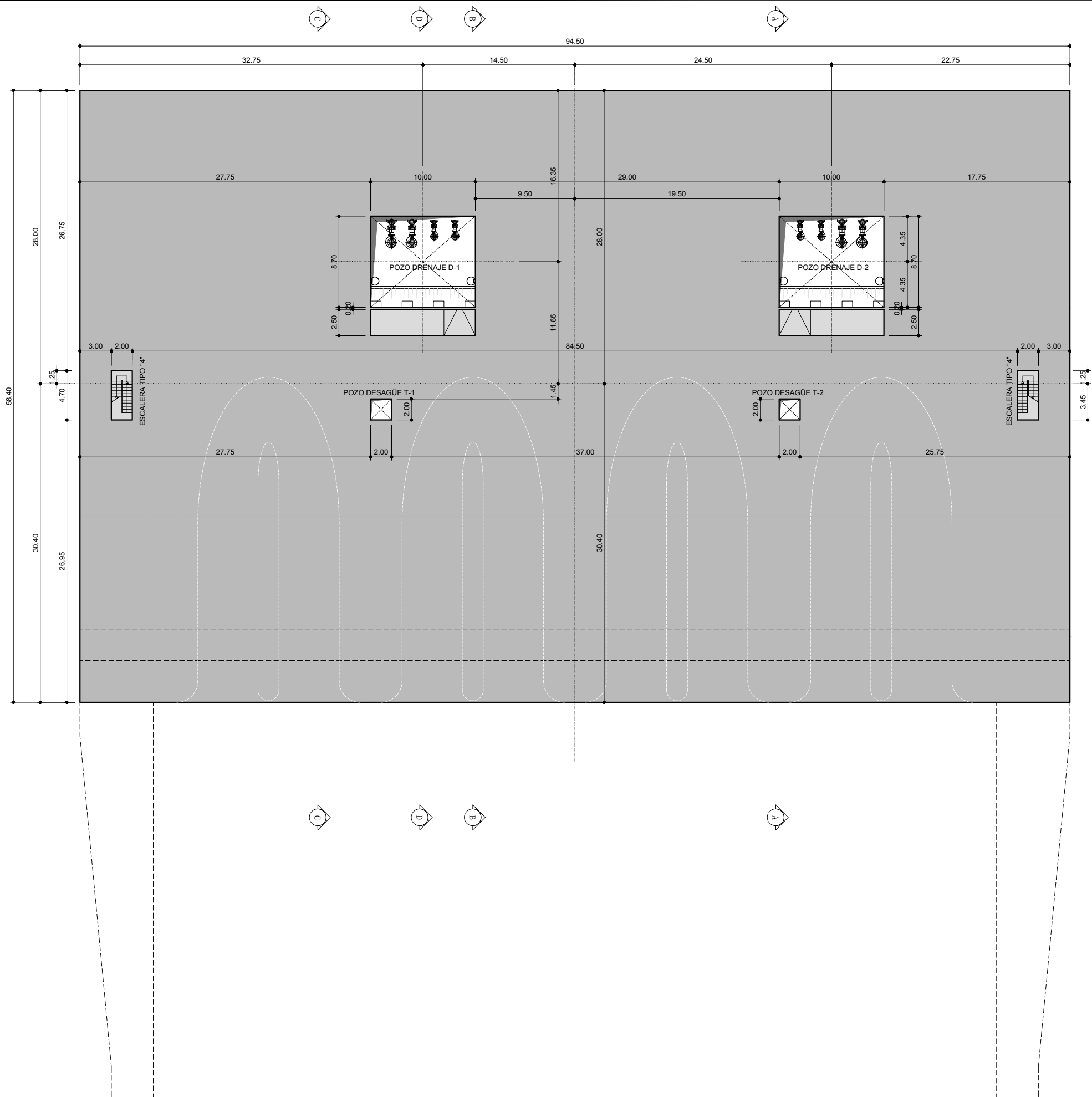
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

COTAS EN METROS
Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 3 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017

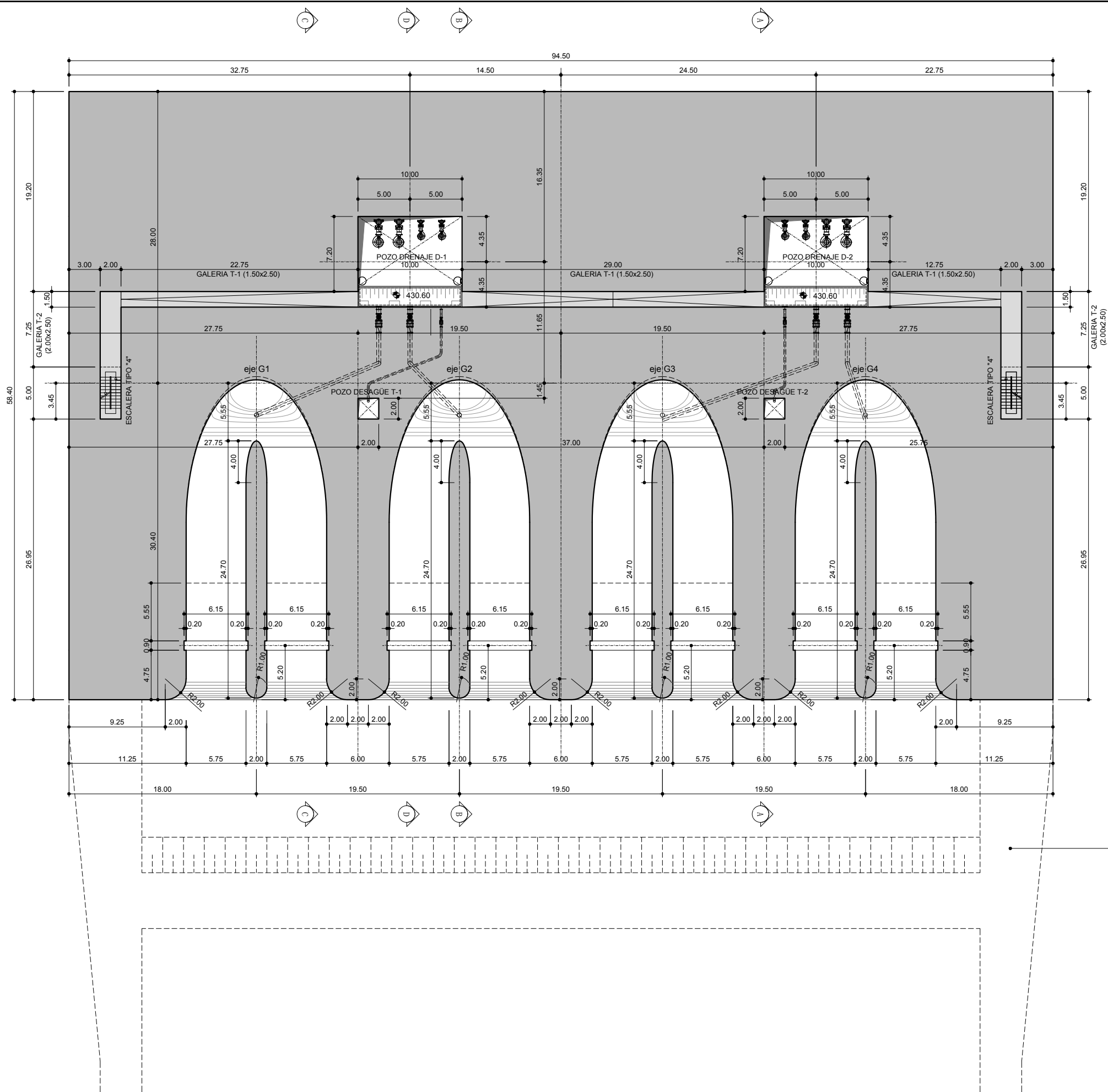


SECCION ESQUEMATICA

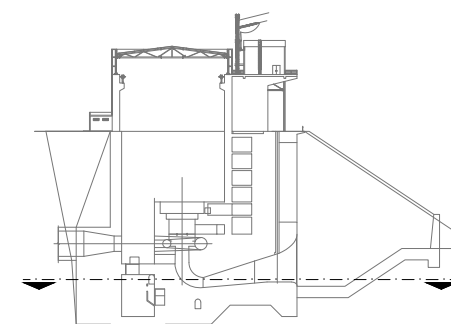
PLANTA A LA COTA 428.00

COTAS EN METROS

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017	FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018	REVISADO:				PROYECTISTA:				CONTRATANTE:				CONSULTOR:				TÍTULO DEL PROYECTO:				TÍTULO DEL PLANO:				ESCALA:				Nº DE PLANO:			
		ESPECIALISTAS				ING. JULIO ARNEZ				ENDE				eptisa				SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"				PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES				1:200				501			
		V.B:				ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI				CORPORACION																0 4 8m				LÁMINA: 4 de 33			
		DIRECTOR DEL PROYECTO:				ING. JUAN ORTAS EPTISA																				Original DIN-A1				CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11			
		Nº				FECHA				REVISIONES																				FECHA: Diciembre 2017			



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 432.00 (POZOS DESAGÜE Y DRENAJE)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

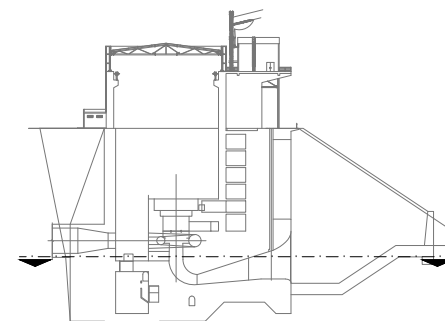
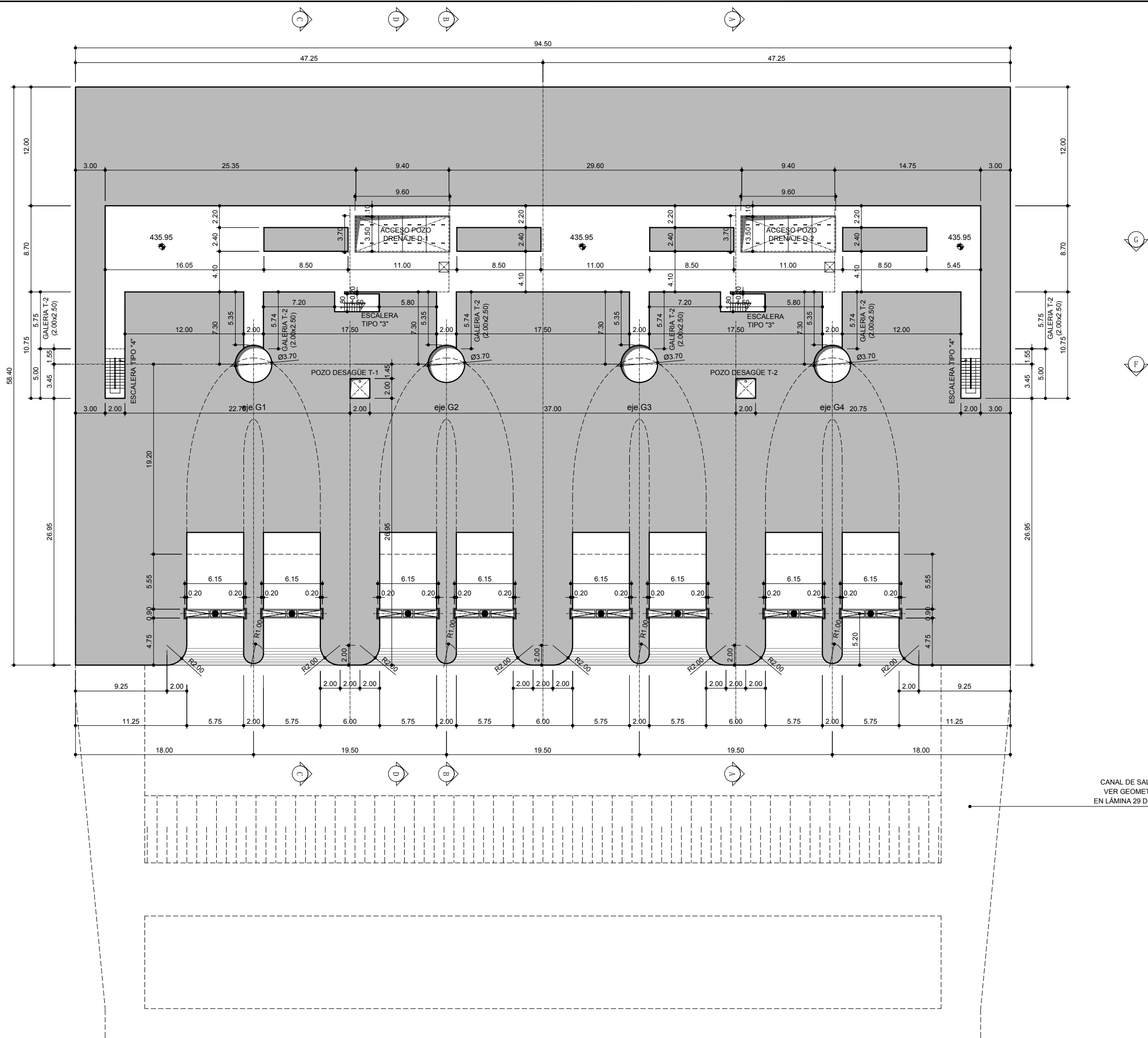
ESCALA:

1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

COTAS EN METROS

Nº DE PLANO:

501
LÁMINA: 5 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 435.95 (FOSO VALVULAS)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

DIRECTOR DEL PROYECTO:
ING. JUAN ORTAS
EPTISA

Nº	FECHA	REVISIONES
04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

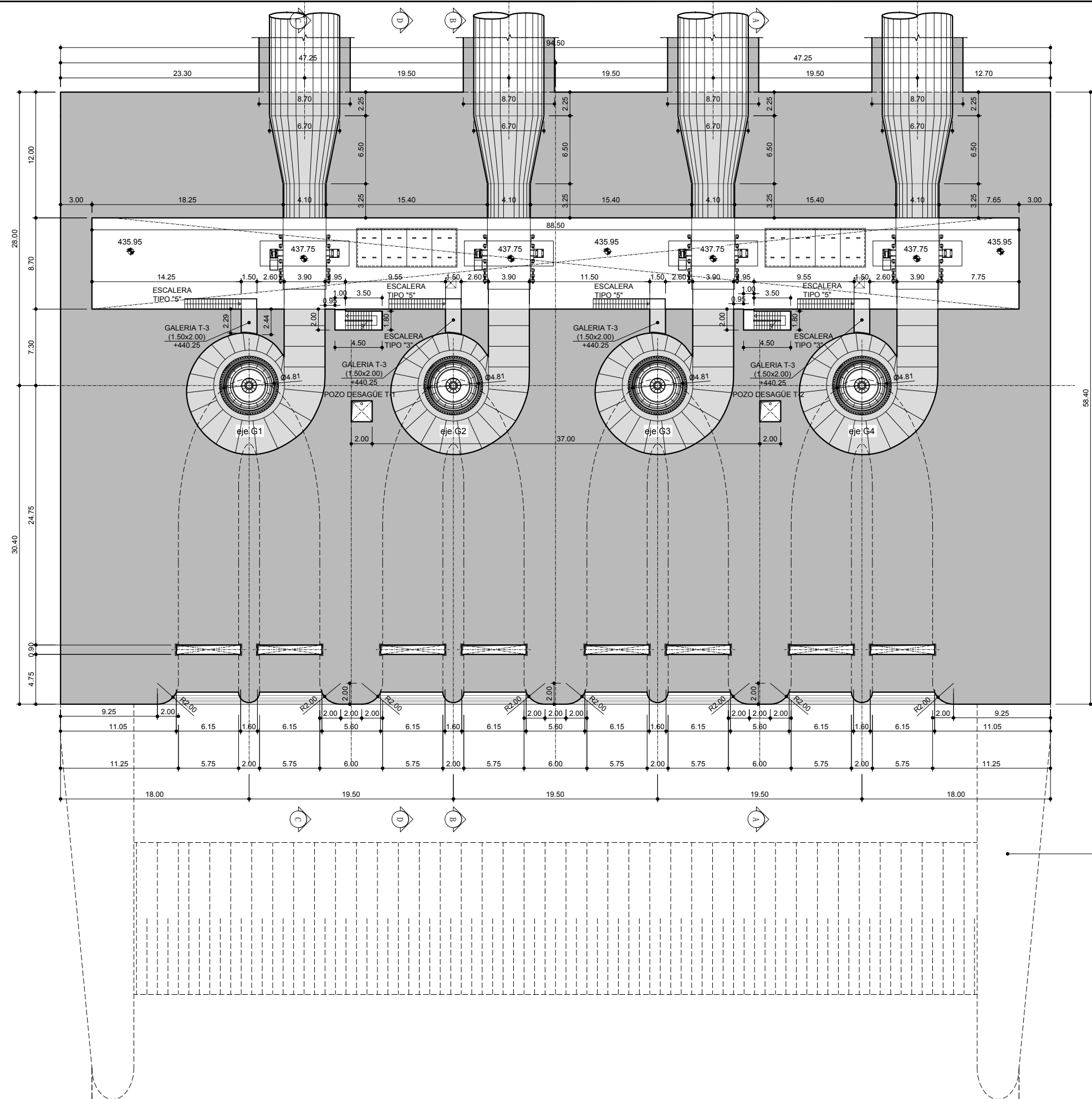
ESCALA:

1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

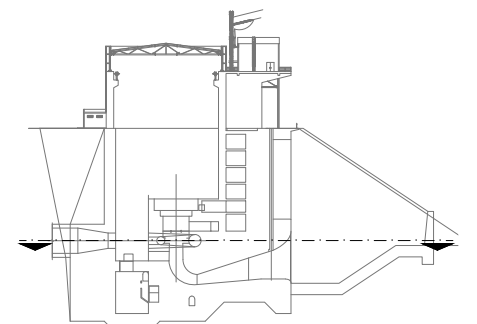
COTAS EN METROS

Nº DE PLANO:

501
LÁMINA: 6 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 441.27 (TURBINAS)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Númérica

Gráfica

0 4 8m

Original DIN-A1

COTAS EN METROS

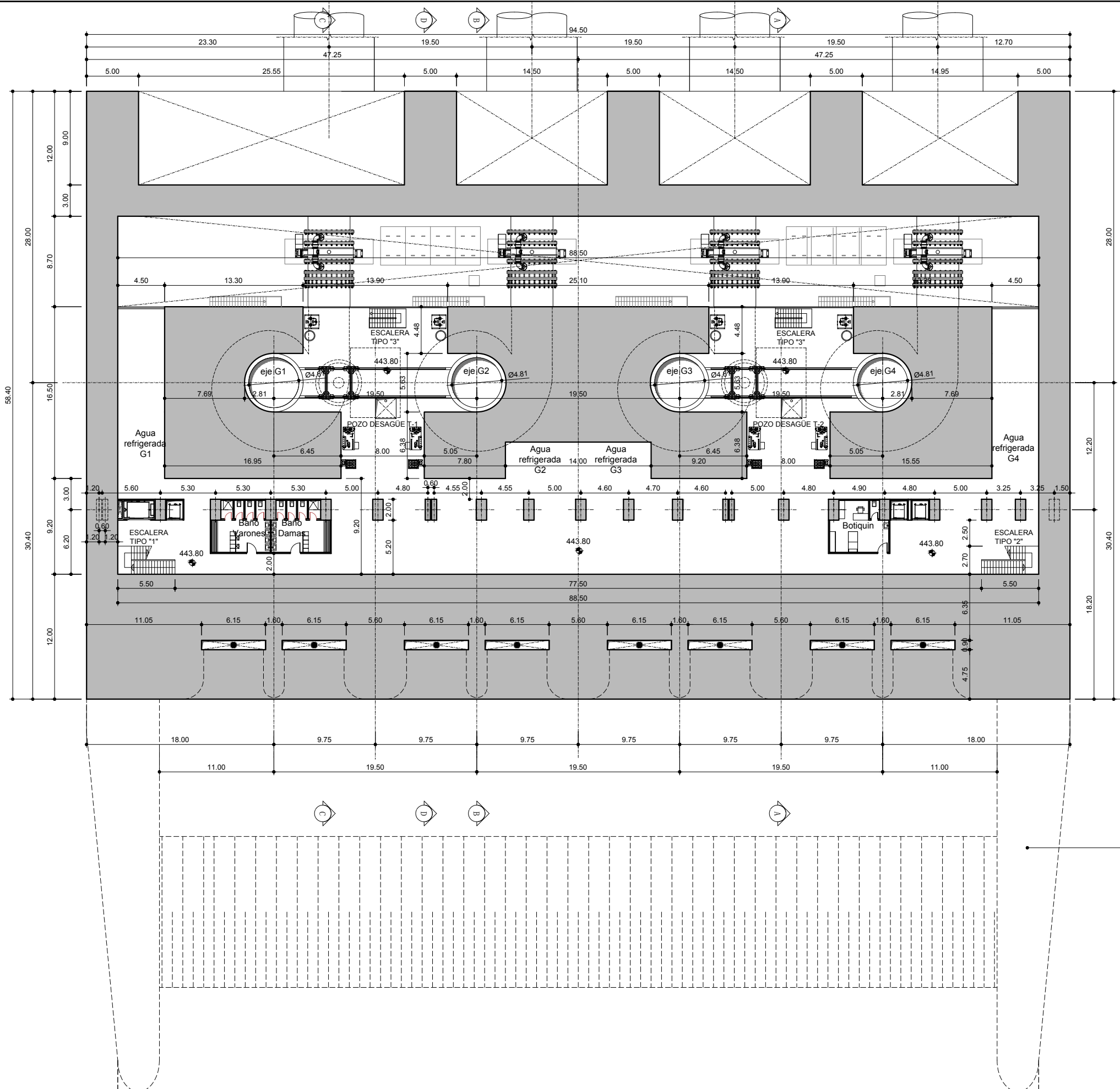
Nº DE PLANO:

501

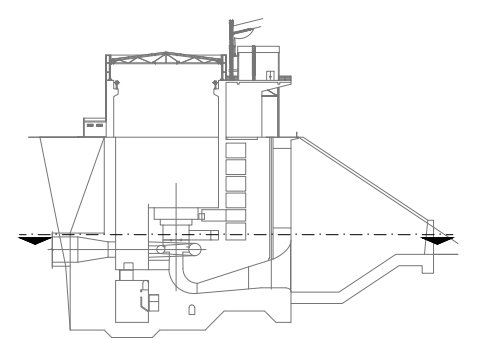
LÁMINA: 7 de 33

CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA: Diciembre 2017



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 443.80 (TALLERES)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

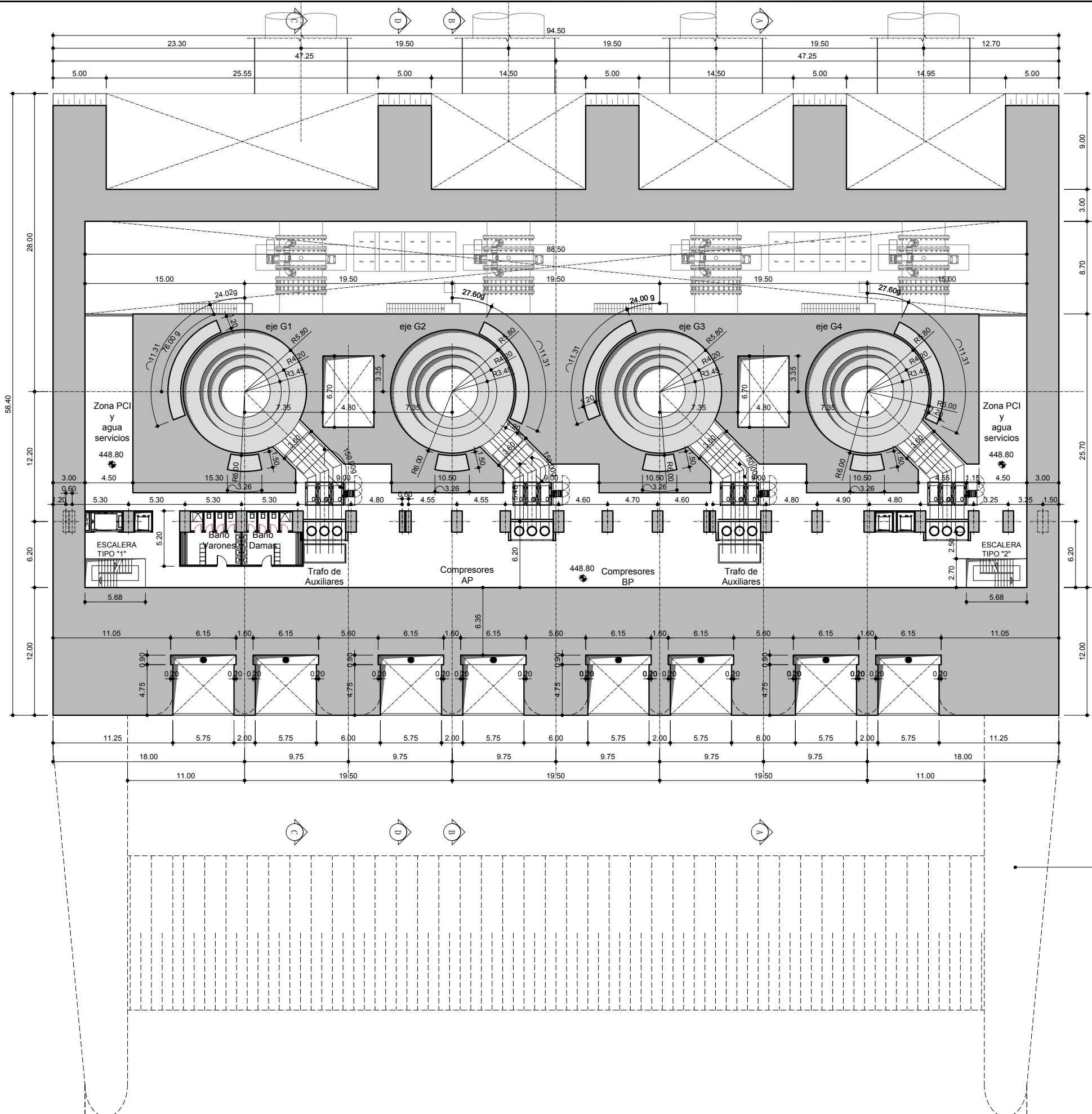
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

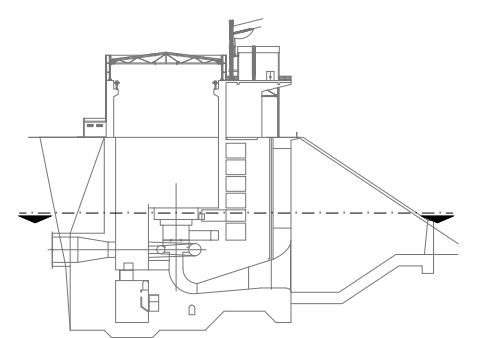
TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 8 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 448.80 (ALTERNADOR)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:	ESPECIALISTAS	PROYECTISTA:	ESPECIALISTAS
	ING. JULIO ARNEZ		ING. JUAN ORTAS
V.B:	ING. MARIO PEREIRA	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS
	ENDE/CORANI		EPTISA
Nº	FECHA	REVISIONES	
04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE	
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE	
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE	
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE	

CONTRATANTE:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

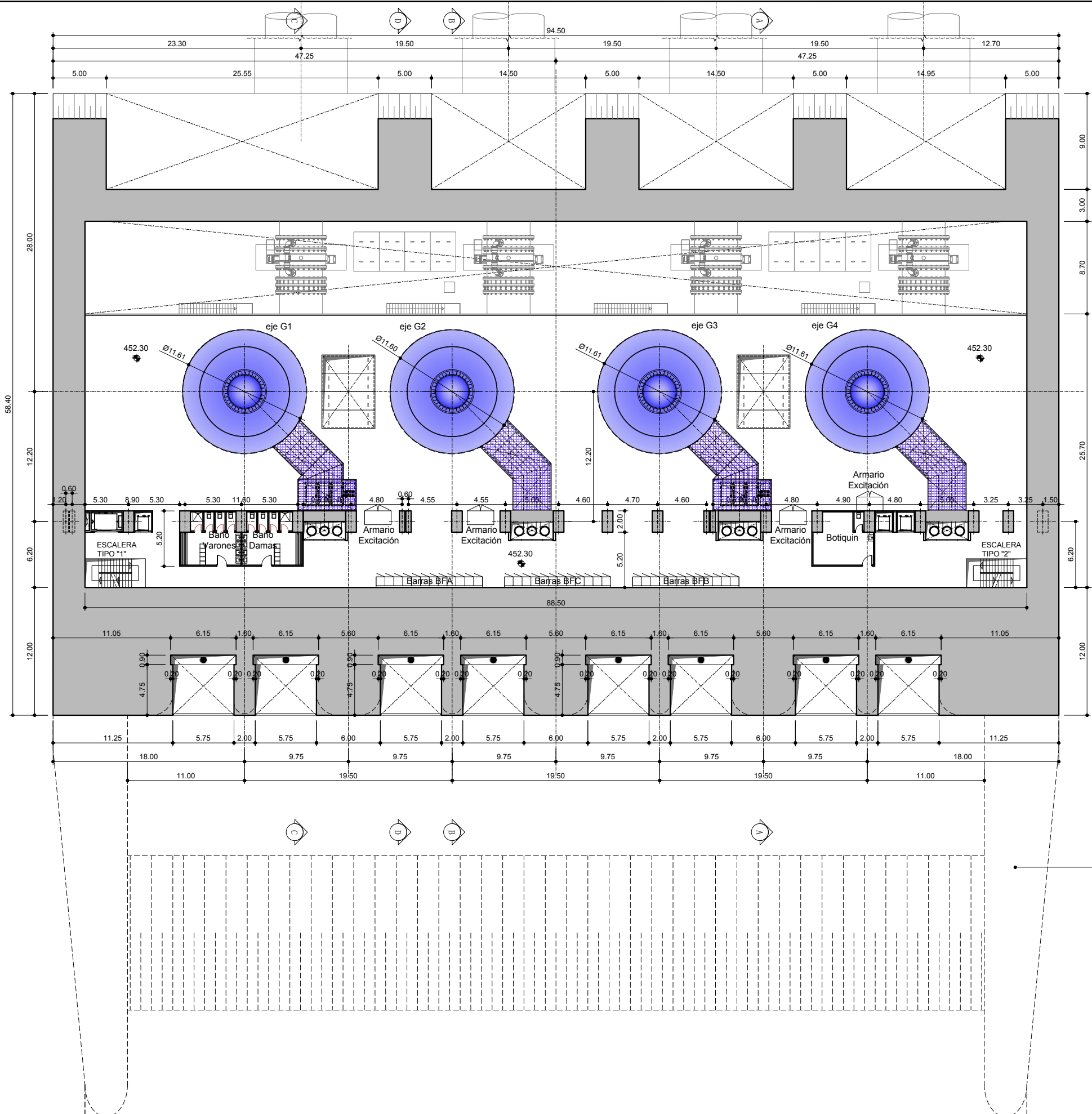
0 4 8m

Numérica

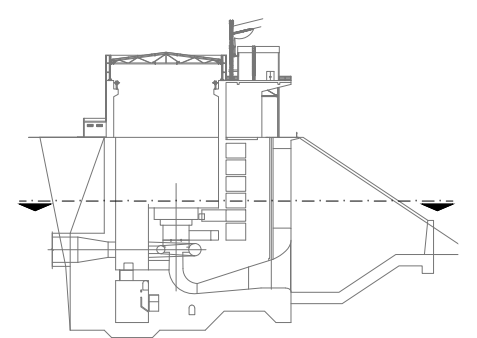
Gráfica

Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	501
LÁMINA:	9 de 33
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:	Diciembre 2017



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 452.30 (PLANTA DE OPERACIÓN)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:	PROYECTISTA:			
ESPECIALISTAS ING. JULIO ARNEZ	ESPECIALISTAS ING. JUAN ORTAS	04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
V.B: ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI	DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN ORTAS EPTISA	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:

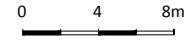


TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

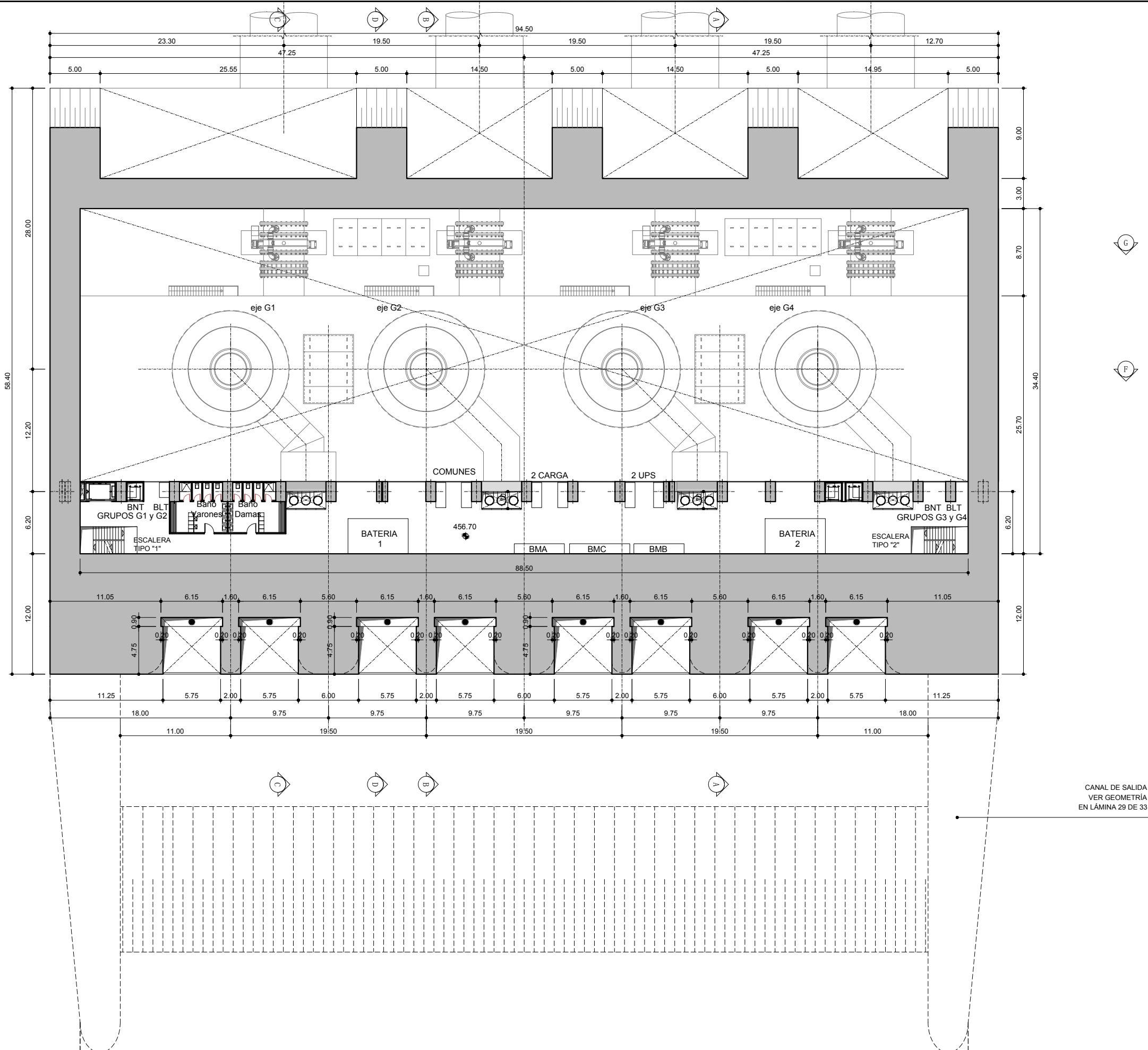
COTAS EN METROS

ESCALA:
1:200

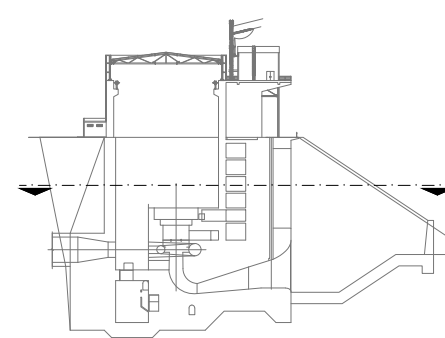


Numérica | Gráfica | Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	501
LÁMINA:	10 de 33
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:	Diciembre 2017



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 456.70 (BATERIAS)

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

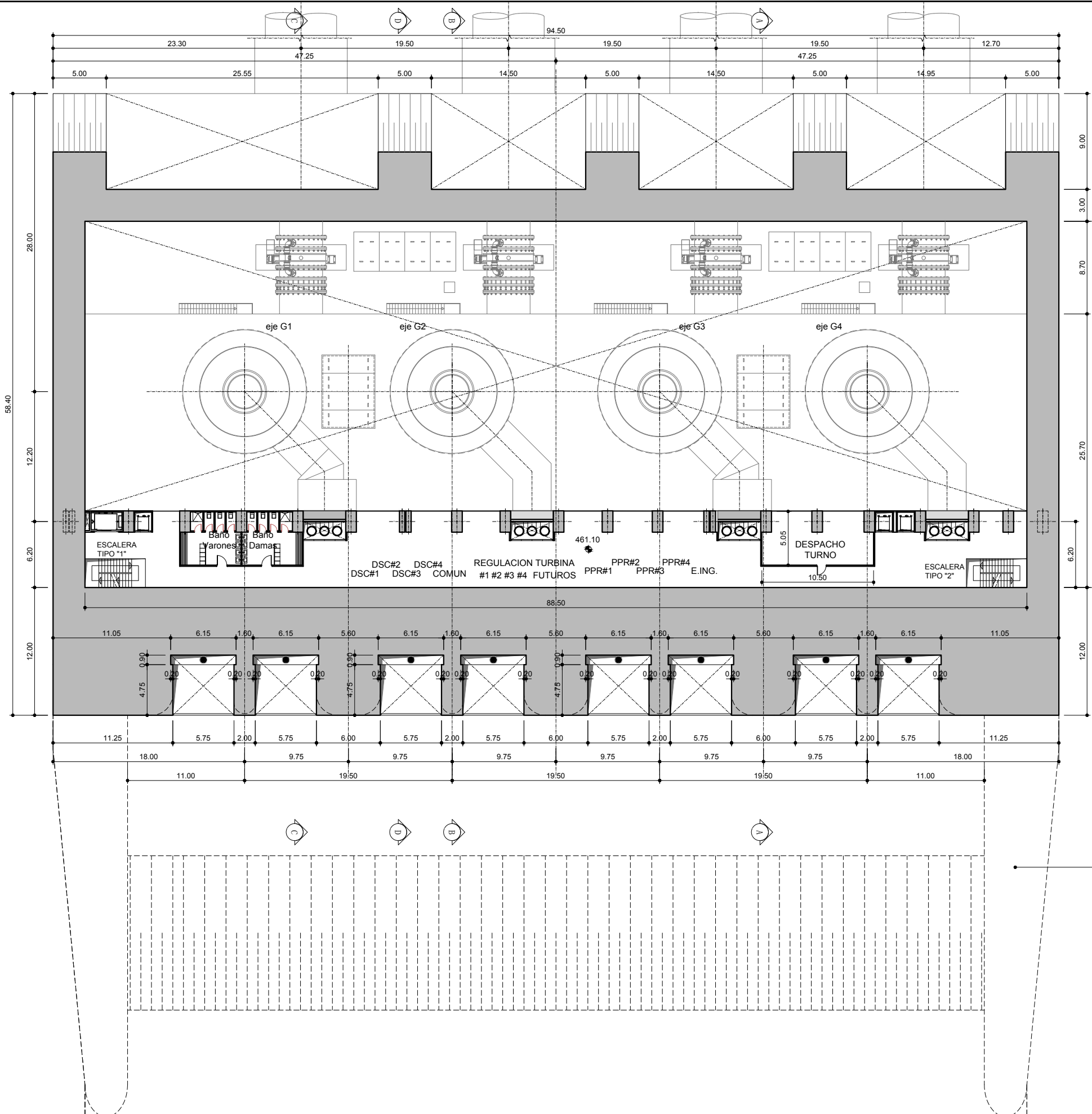
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

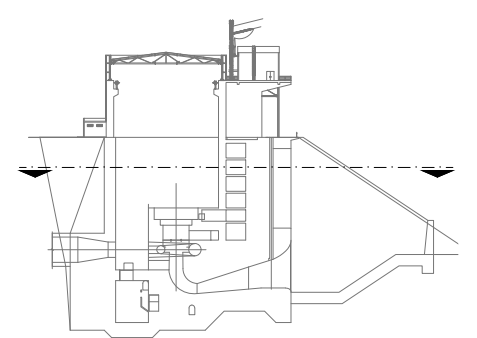
TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

COTAS EN METROS
Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 11 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRIA
EN LAMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 461.10

FECHA DE CREACION: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

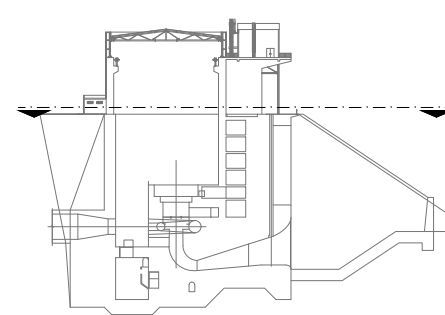
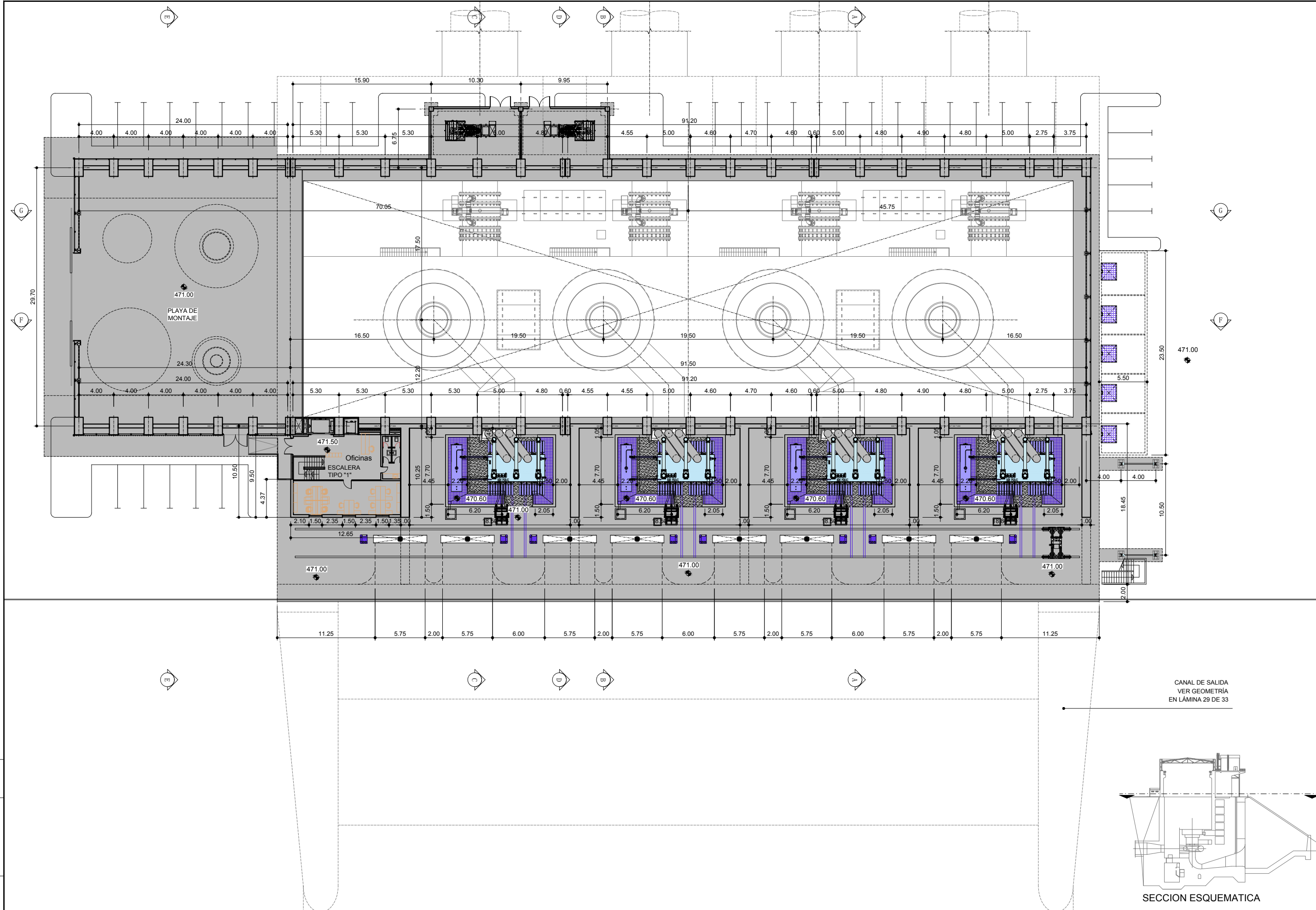
CONSULTOR:
eptisa

TITULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORIA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACION DEL PROYECTO
"CONSTRUCCION CENTRAL HIDROELECTRICA ROSITAS"

TITULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELECTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1




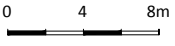
COTAS EN METROS
Nº DE PLANO: 501
LAMINA: 12 de 33
CODIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017

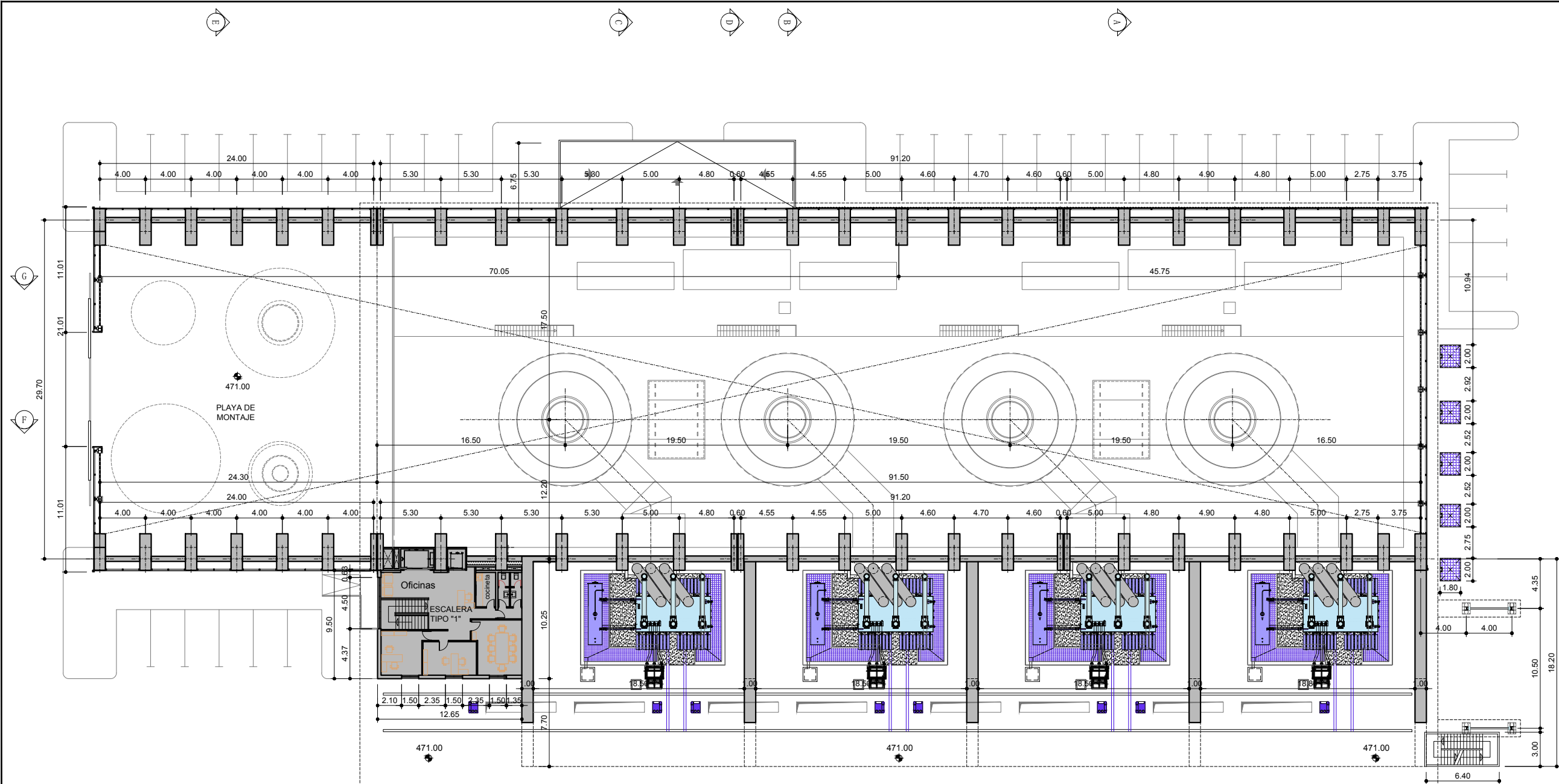


CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33

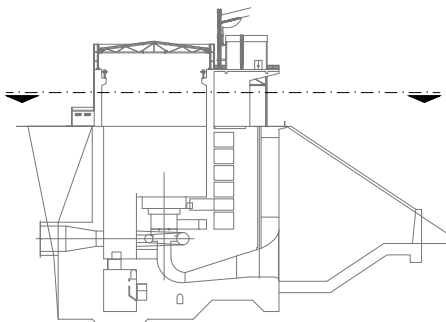
SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 471.00

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017		FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018	
REVISADO: ESPECIALISTAS ING. JULIO ARNEZ		PROYECTISTA: ESPECIALISTAS ING. JUAN ORTAS	
V.B: ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI		DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. JUAN ORTAS EPTISA	
Nº		FECHA	
04		Dic. 2017	
03		Junio 2017	
02		Marzo 2017	
01		19-01-2017	
		REVISIONES	
CONTRATANTE: 		CONSULTOR: 	
			
TÍTULO DEL PROYECTO: SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"		TÍTULO DEL PLANO: PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES	
ESCALA: 1:200		COTAS EN METROS 	
Nº DE PLANO: 501		LÁMINA: 14 de 33	
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11		FECHA: Diciembre 2017	



CANAL DE SALIDA
VER GEOMETRÍA
EN LÁMINA 29 DE 33



SECCION ESQUEMATICA

PLANTA A LA COTA 475.50

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ
V.B:
ING. MARIO PEREIRA
ENDE/CORANI

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS
DIRECTOR DEL PROYECTO:
ING. JUAN ORTAS
EPTISA

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Númérica

0

4

8m

Gráfica

Original DIN-A1

COTAS EN METROS

Nº DE PLANO:

501

LÁMINA:

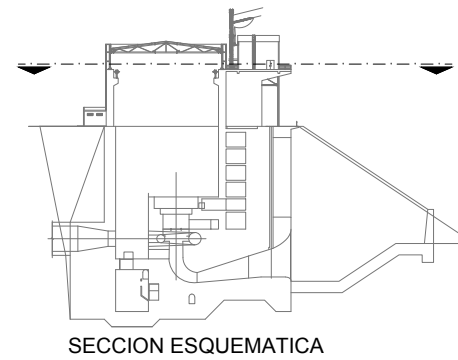
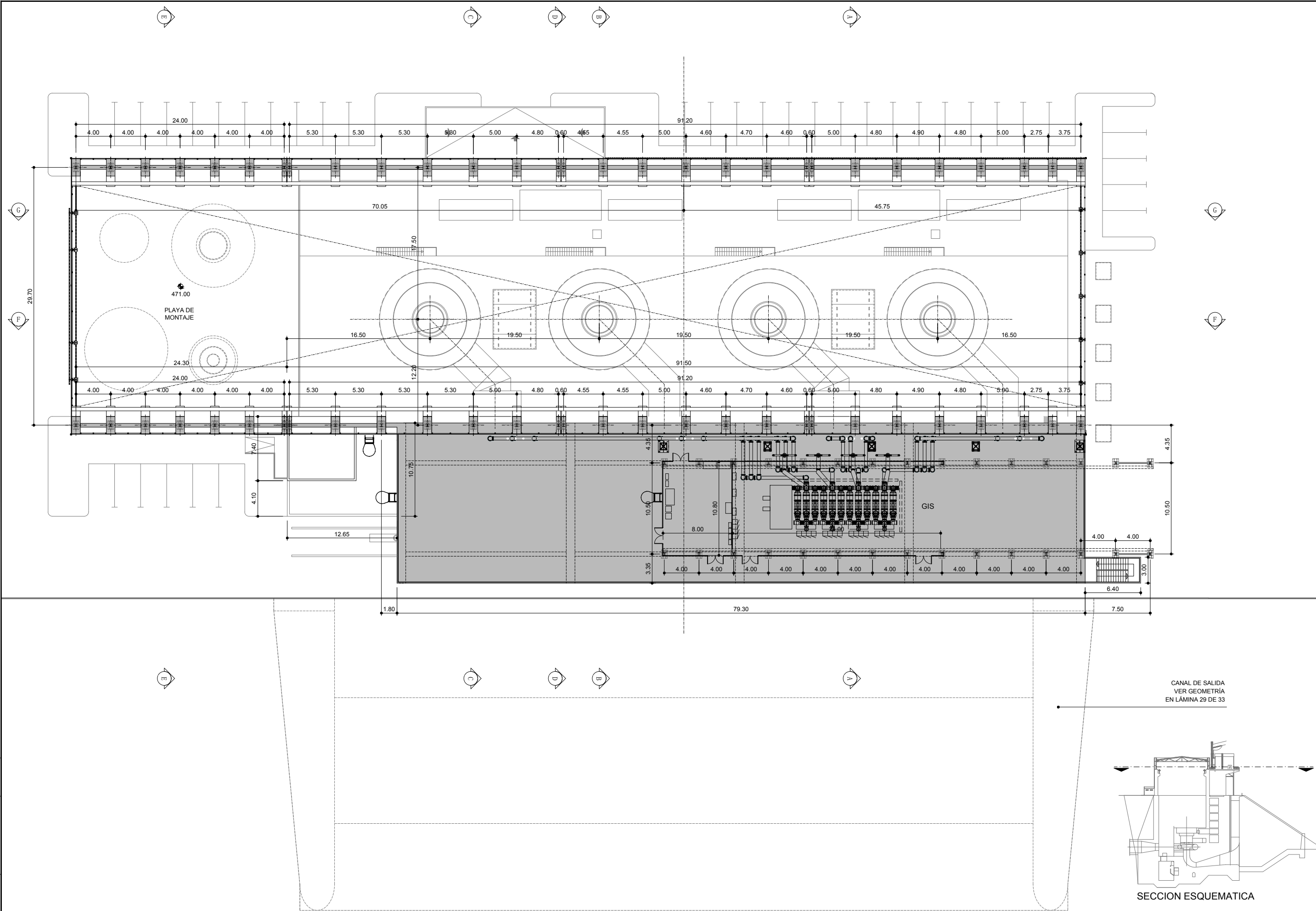
15 de 33

CÓDIGO:

DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA:

Diciembre 2017



PLANTA A LA COTA 486.00

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:	PROYECTISTA:	04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ESPECIALISTAS	ESPECIALISTAS	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. JULIO ARNEZ	ING. JUAN ORTAS	02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
V.B:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. MARIO PEREIRA	ING. JUAN ORTAS	Nº	FECHA	REVISIONES
ENDE/CORANI	EPTISA			

CONTRATANTE:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

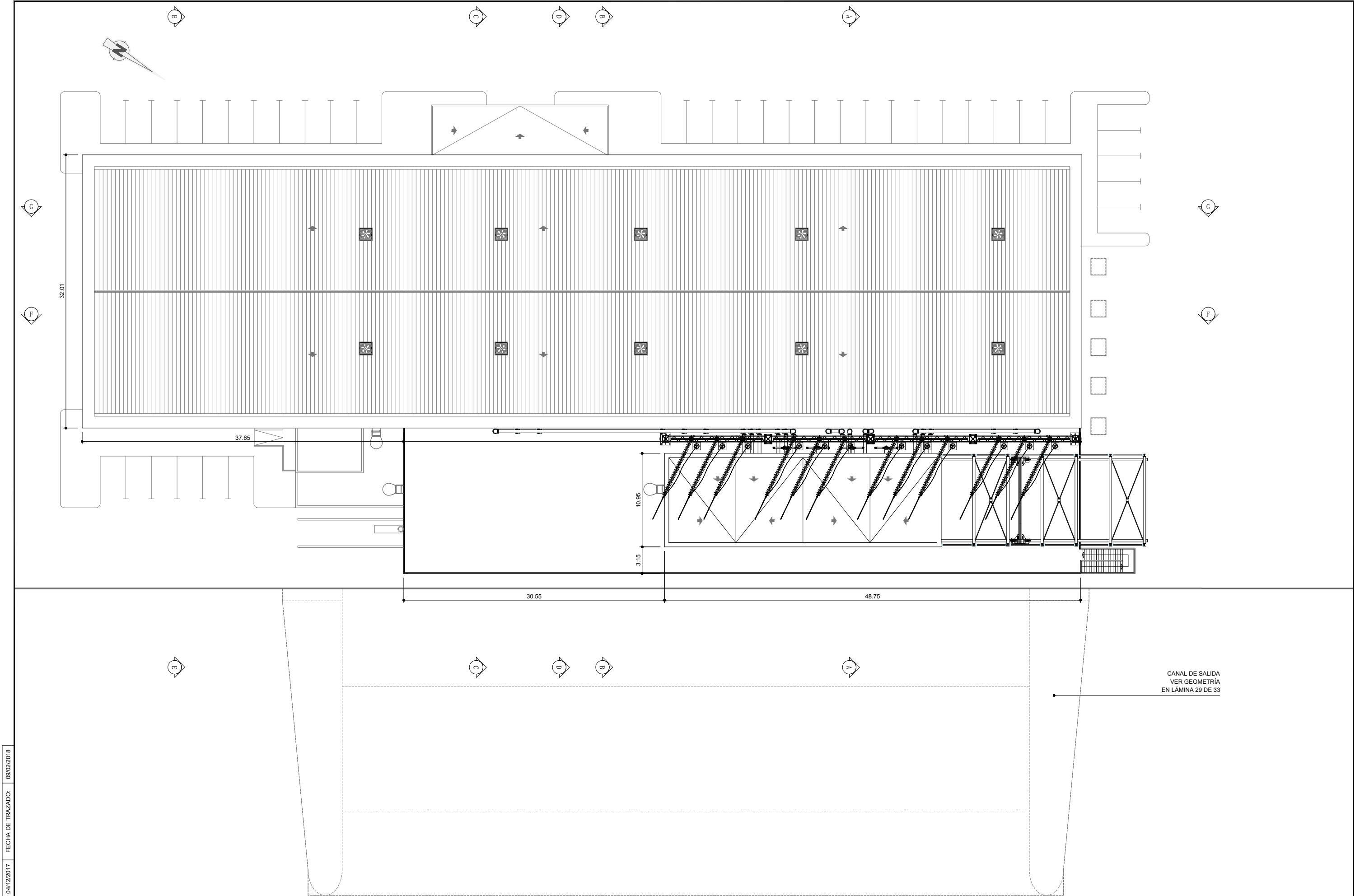
0 4 8m

Numérica

Gráfica

Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	501
LÁMINA:	16 de 33
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:	Diciembre 2017



PLANTA CUBIERTA

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

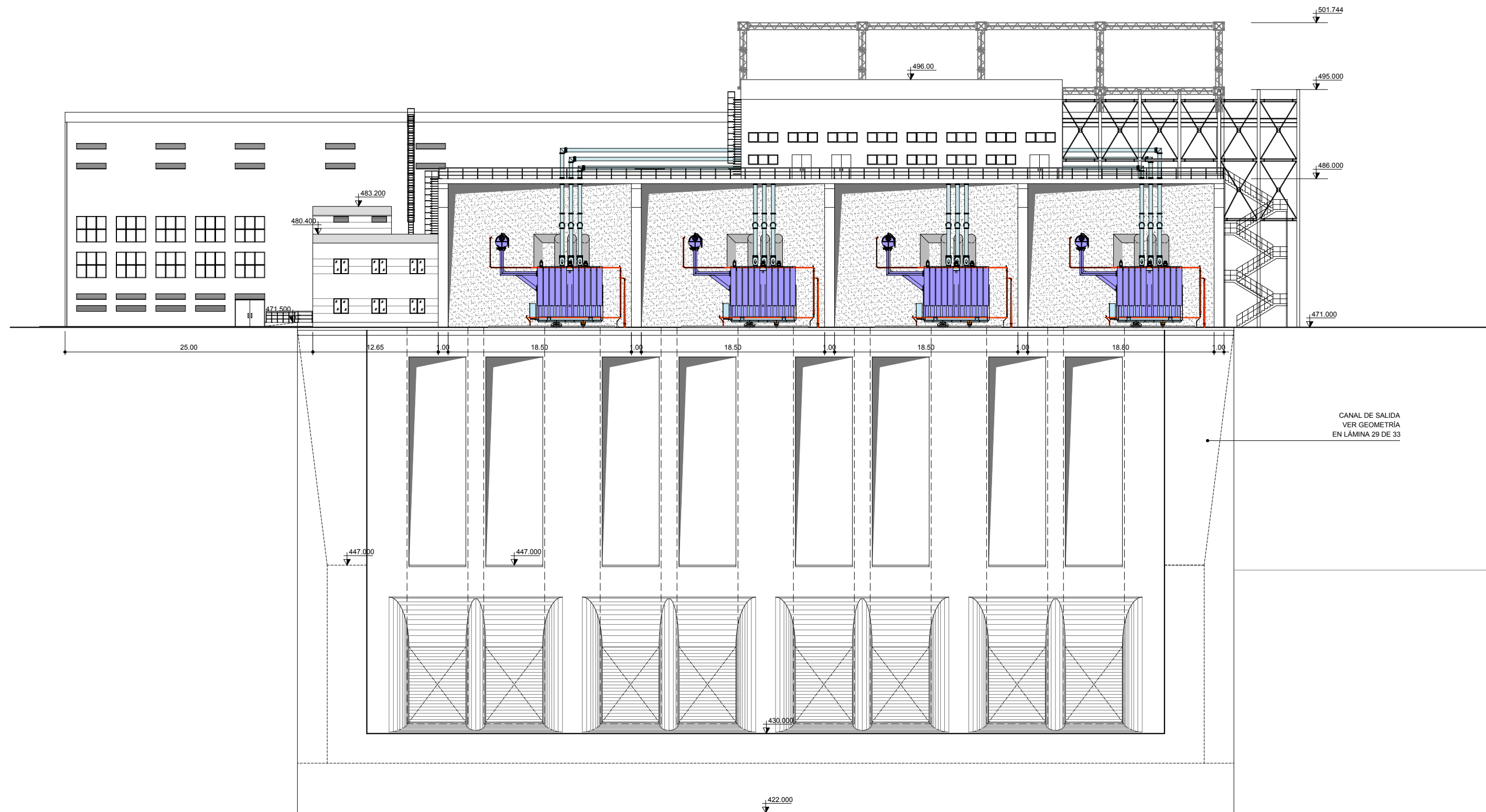
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 17 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



ALZADO PRINCIPAL

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ
V.B:
ING. MARIO PEREIRA
ENDE/CORANI

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS
DIRECTOR DEL PROYECTO:
ING. JUAN ORTAS
EPTISA

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Numérica

0 4 8m

Gráfica

COTAS EN METROS

Original DIN-A1

Nº DE PLANO:

501

LÁMINA:

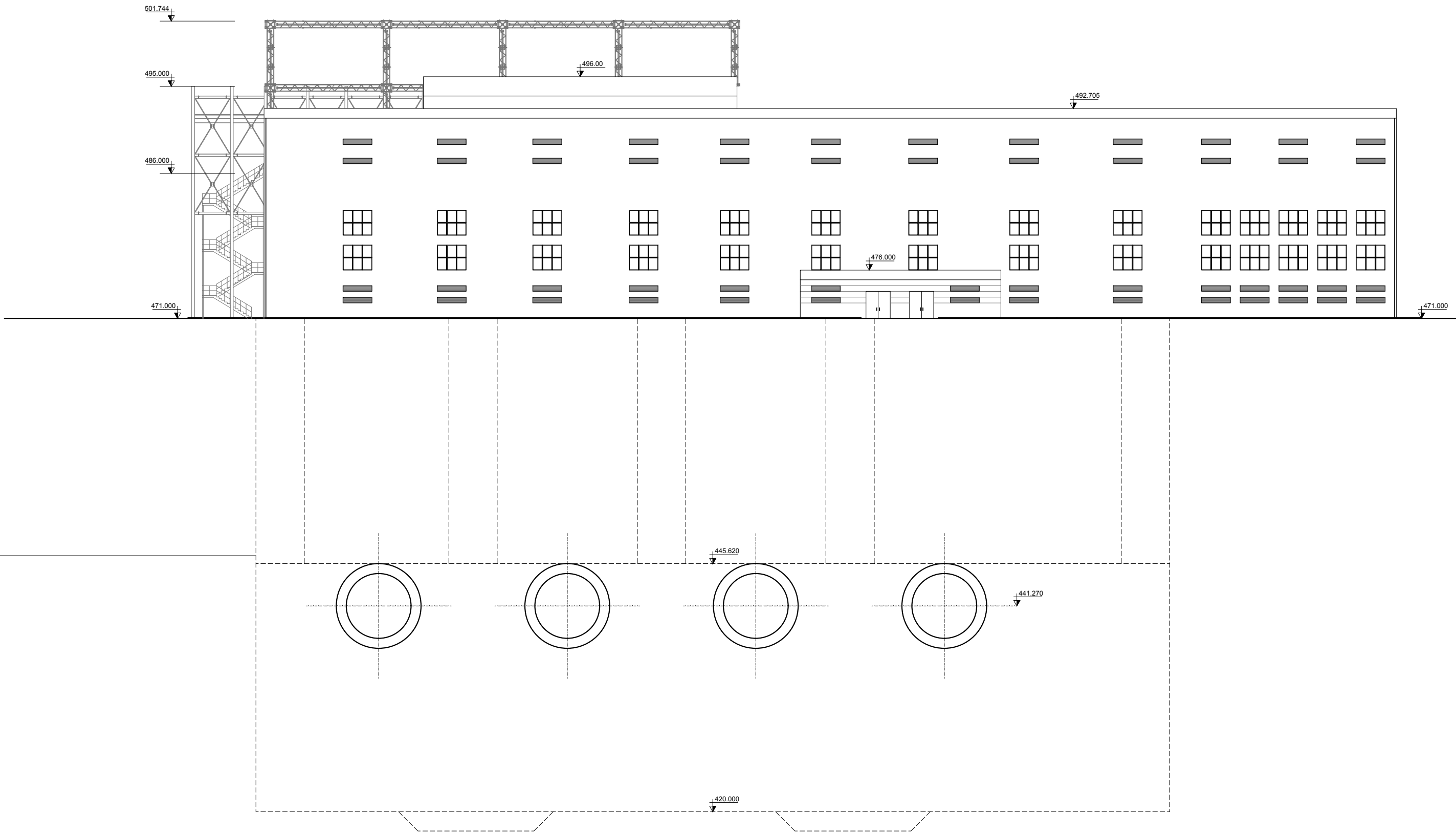
18 de 33

CÓDIGO:

DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA:

Diciembre 2017



ALZADO POSTERIOR

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

V.B:	REVISADO:	PROYECTISTA:	04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	ESPECIALISTAS	ESPECIALISTAS	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	ING. JULIO ARNEZ	ING. JUAN ORTAS	02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS	01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	ING. MARIO PEREIRA	EPTISA	Nº	FECHA	REVISIONES
	ENDE/CORANI				

CONTRATANTE:	ENDE CORANI	ENDE CORPORACION
--------------	-------------	------------------

CONSULTOR:	eptisa
TÍTULO DEL PROYECTO:	SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:	PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES
-------------------	--

ESCALA:	1:200	0 4 8m
Numérica	Gráfica	Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	501
LÁMINA:	19 de 33
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:	Diciembre 2017

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

V.B:	REVISADO:	PROYECTISTA:	04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	ESPECIALISTAS	ESPECIALISTAS	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	ING. JULIO ARNEZ	ING. JUAN ORTAS	02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS	01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
	ING. MARIO PEREIRA	EPTISA	Nº	FECHA	REVISIONES
ENDE/CORANI					

CONTRATANTE:	
	

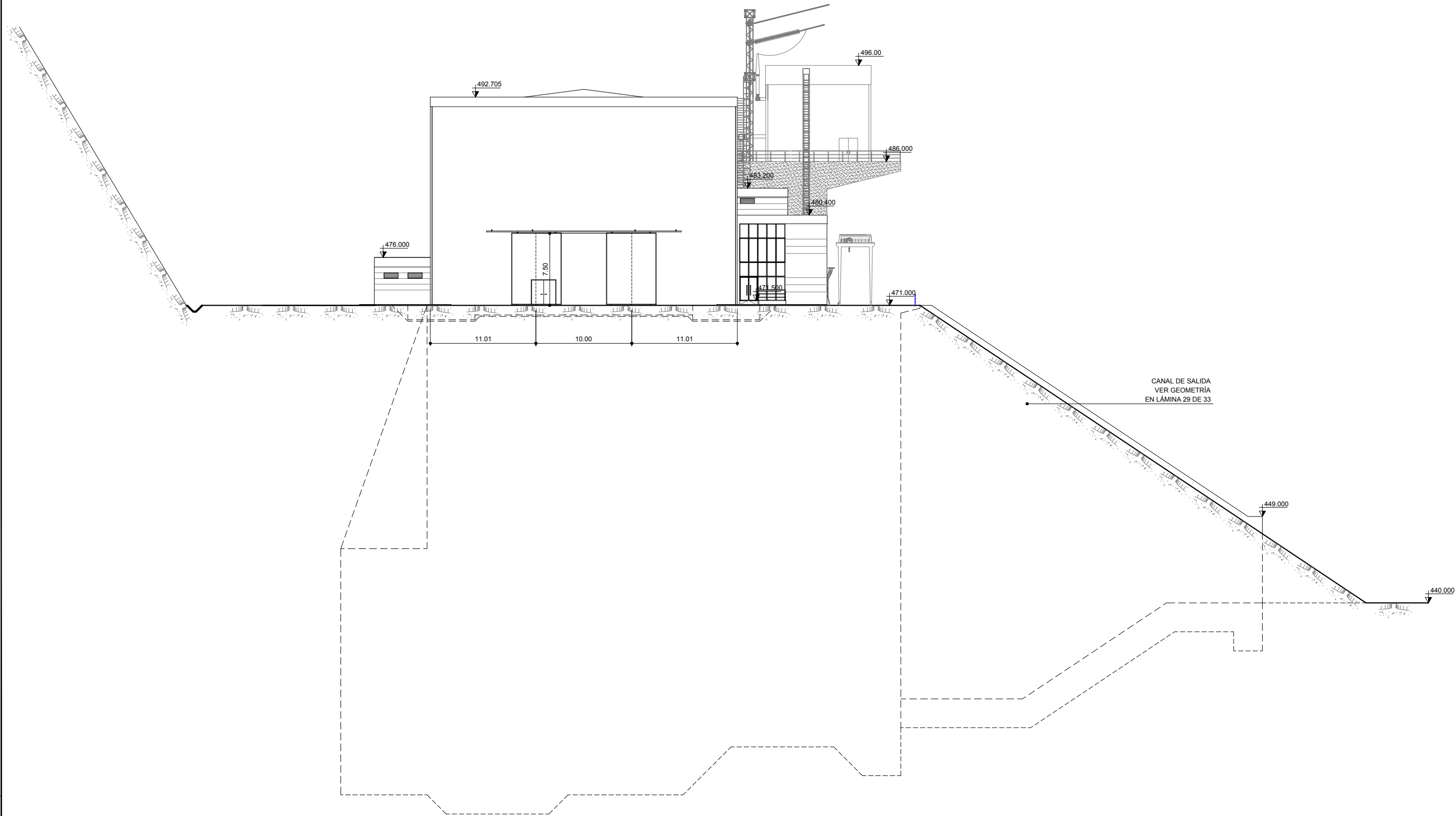
CONSULTOR:	
------------	---

TÍTULO DEL PROYECTO:	SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"
----------------------	--

TÍTULO DEL PLANO:	PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES
-------------------	--

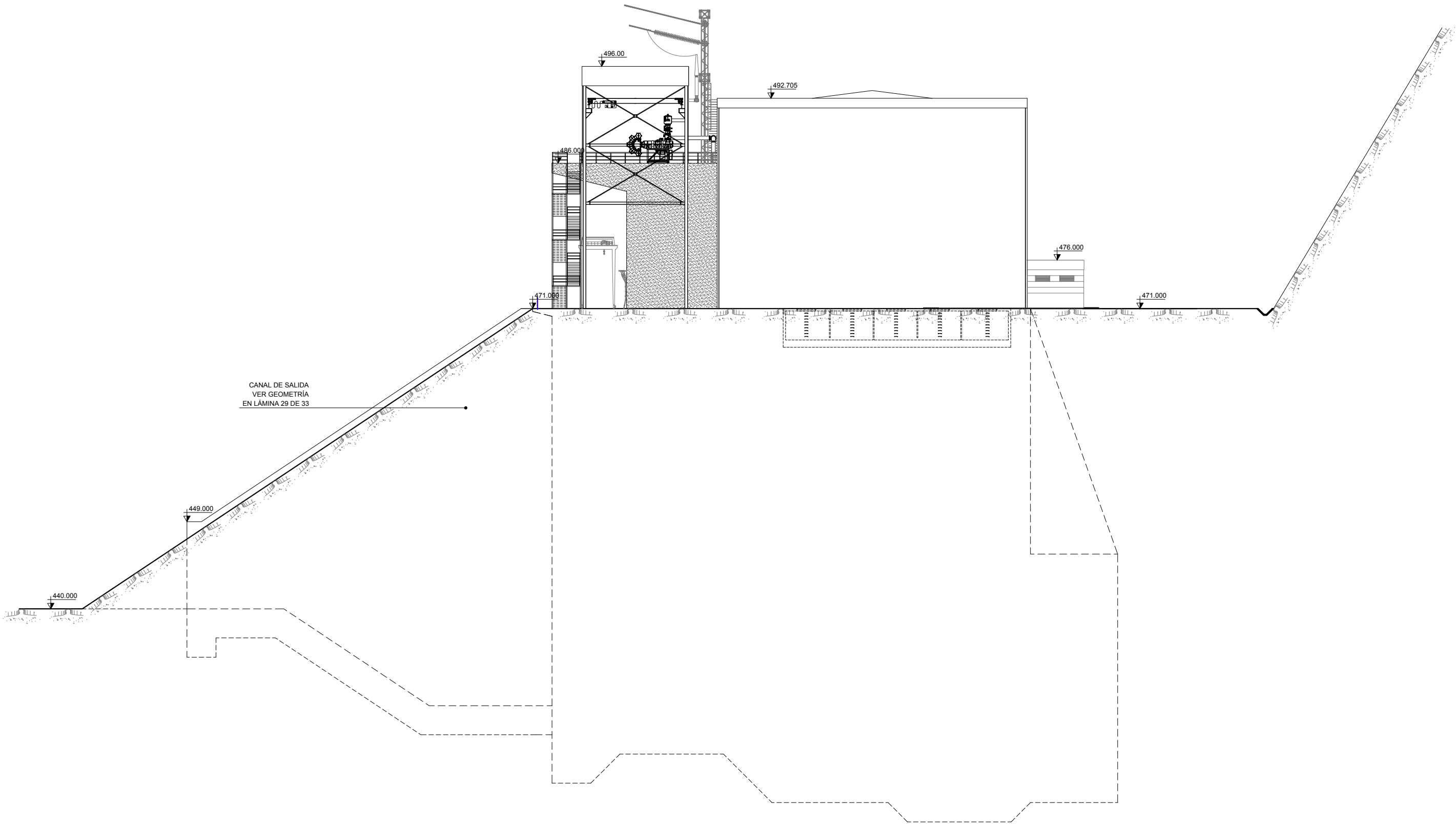
ESCALA:	1:200	0 4 8m
Numérica	Gráfica	Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	501
LÁMINA:	20 de 33
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:	Diciembre 2017



ALZADO LATERAL DERECHO

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

COTAS EN METROS

REVISADO:	PROYECTISTA:	04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. JULIO ARNEZ	ING. JUAN ORTAS	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
V.B:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. MARIO PEREIRA	ING. JUAN ORTAS	01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ENDE/CORANI	EPTISA	Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

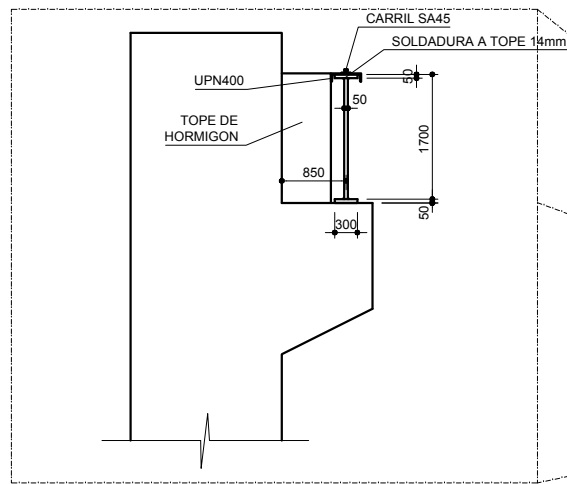
ESCALA:

1:200

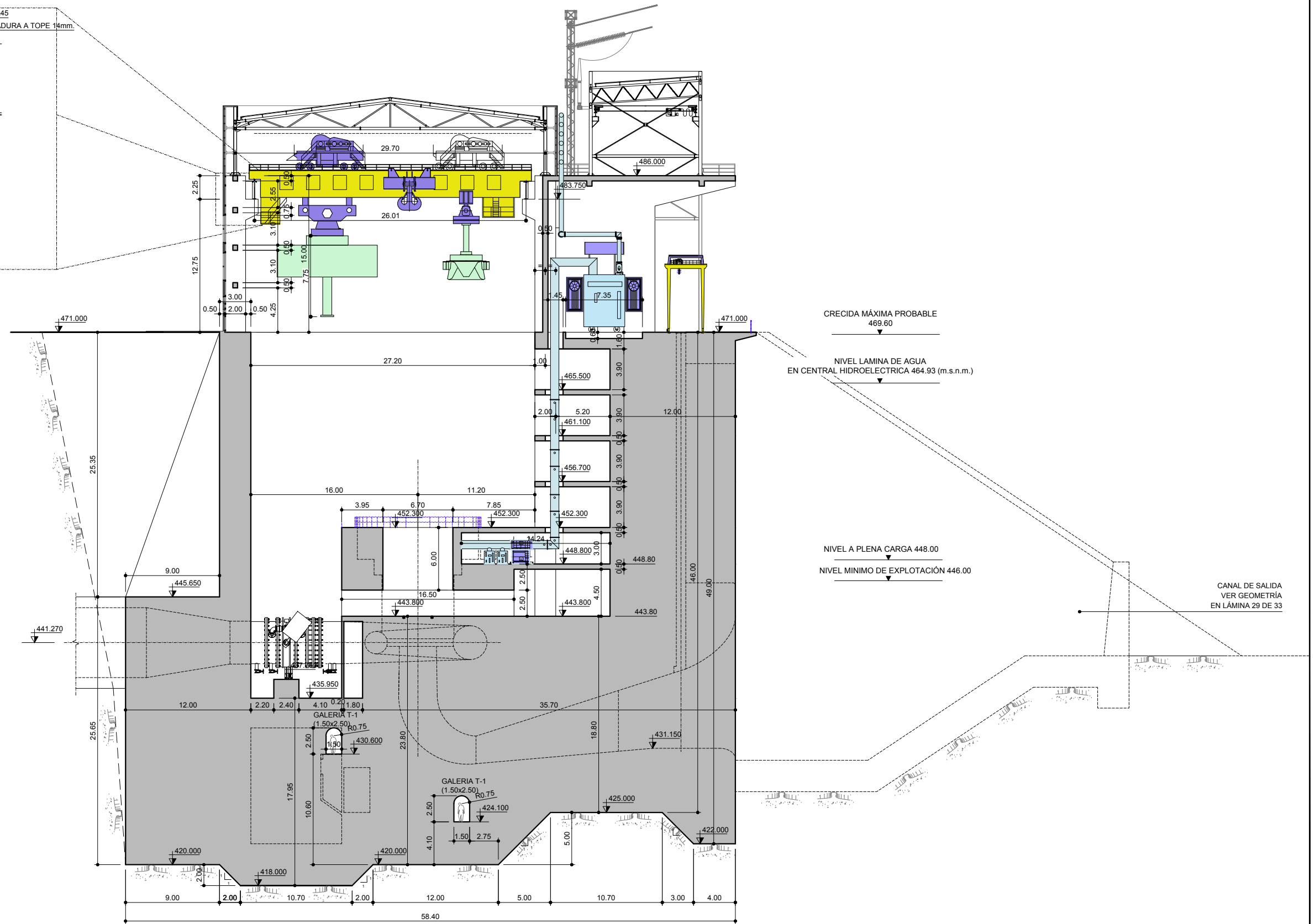
0 4 8m

Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	501
LÁMINA:	21 de 33
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:	Diciembre 2017



DETALLE VIGA CARRILERA



SECCIÓN TRANSVERSAL A-A

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

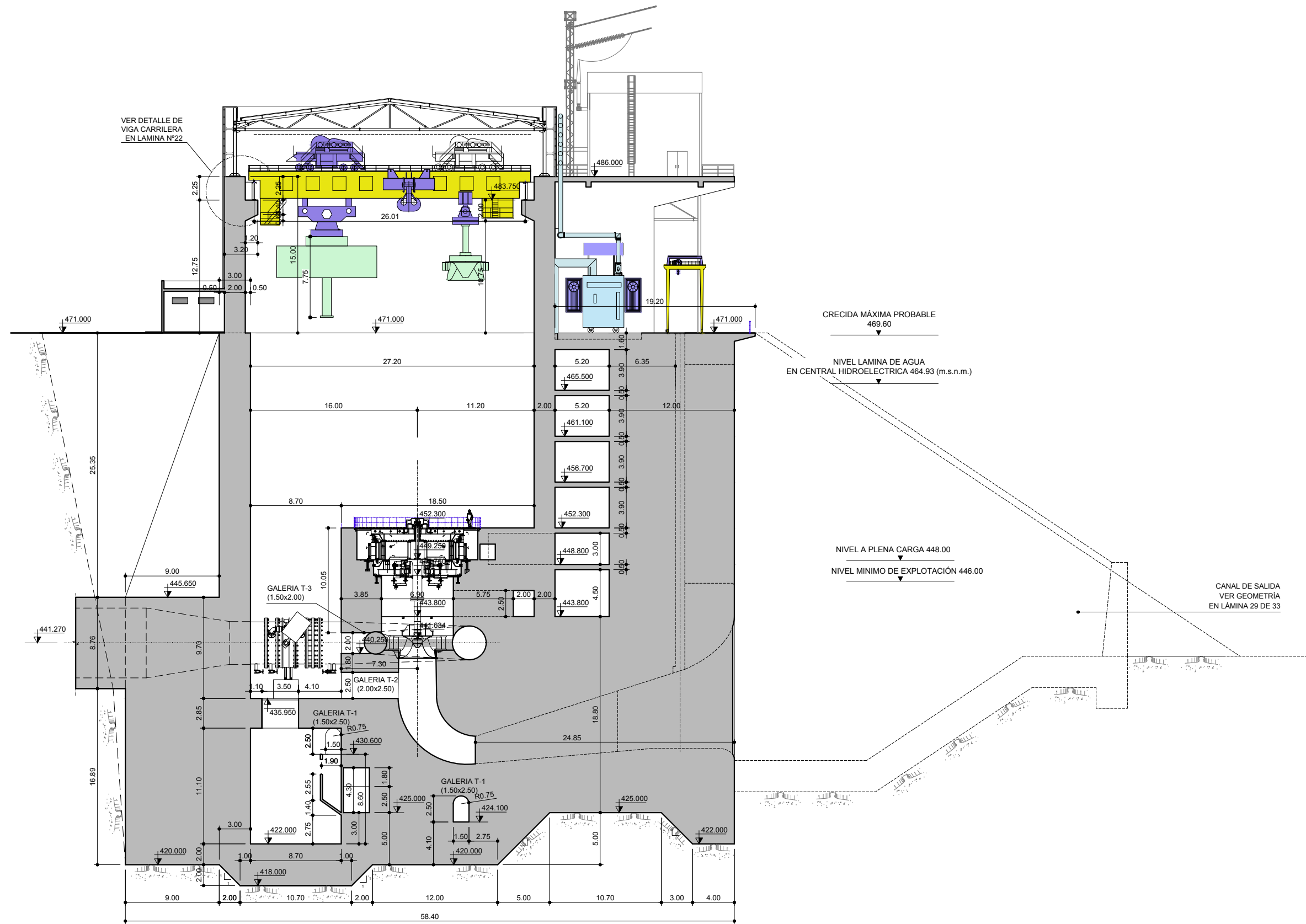
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

COTAS EN METROS
Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 22 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

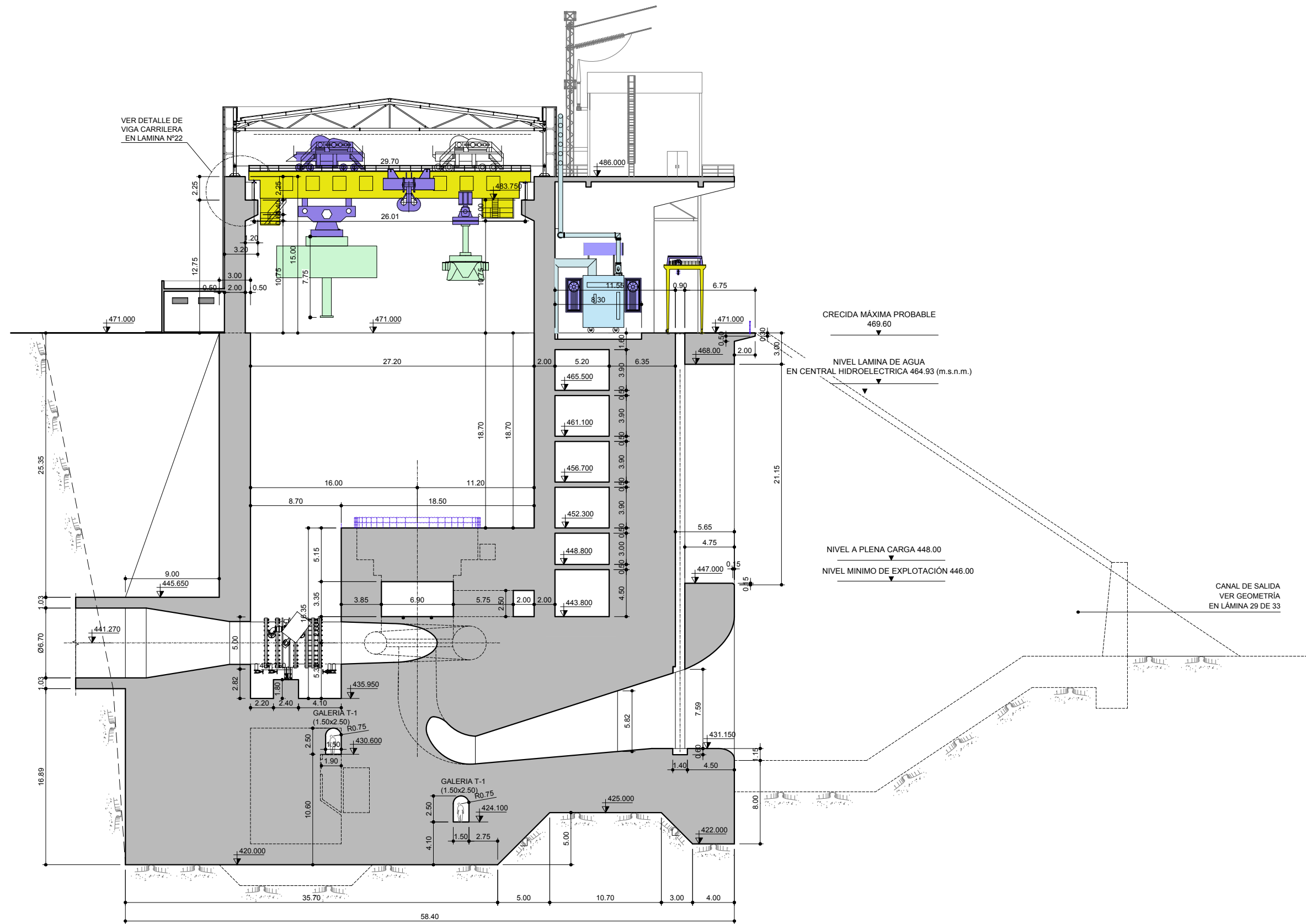
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

COTAS EN METROS
Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 23 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



SECCIÓN TRANSVERSAL C-C

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:
ENDE
CORANI

ENDE
CORPORACION

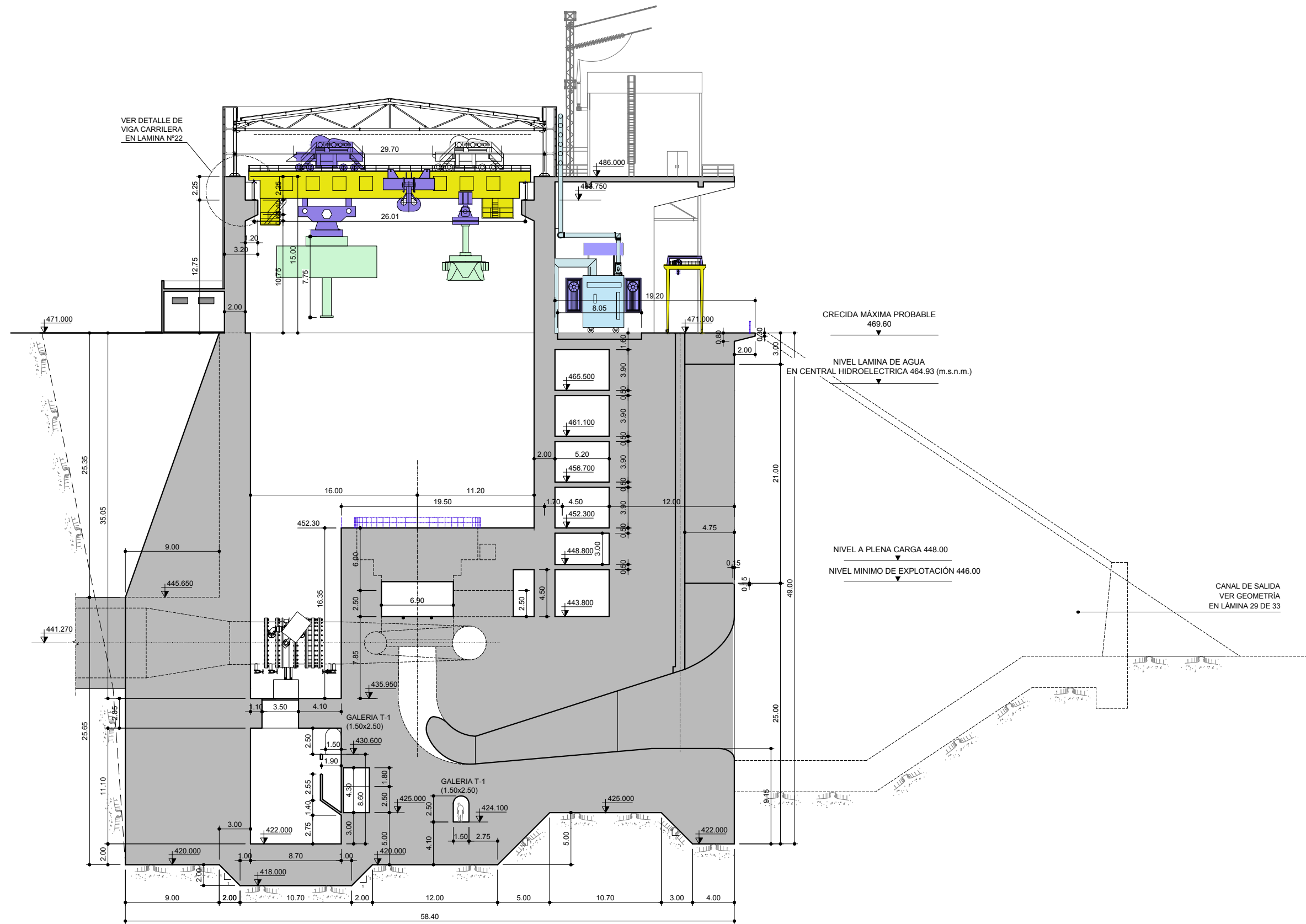
CONSULTOR:
eptisa

TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:200
0 4 8m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

COTAS EN METROS
Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 24 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Diciembre 2017



SECCIÓN TRANSVERSAL D-D

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Numérica

0 4 8m

Gráfica

COTAS EN METROS

Original DIN-A1

Nº DE PLANO:

501

LÁMINA:

25 de 33

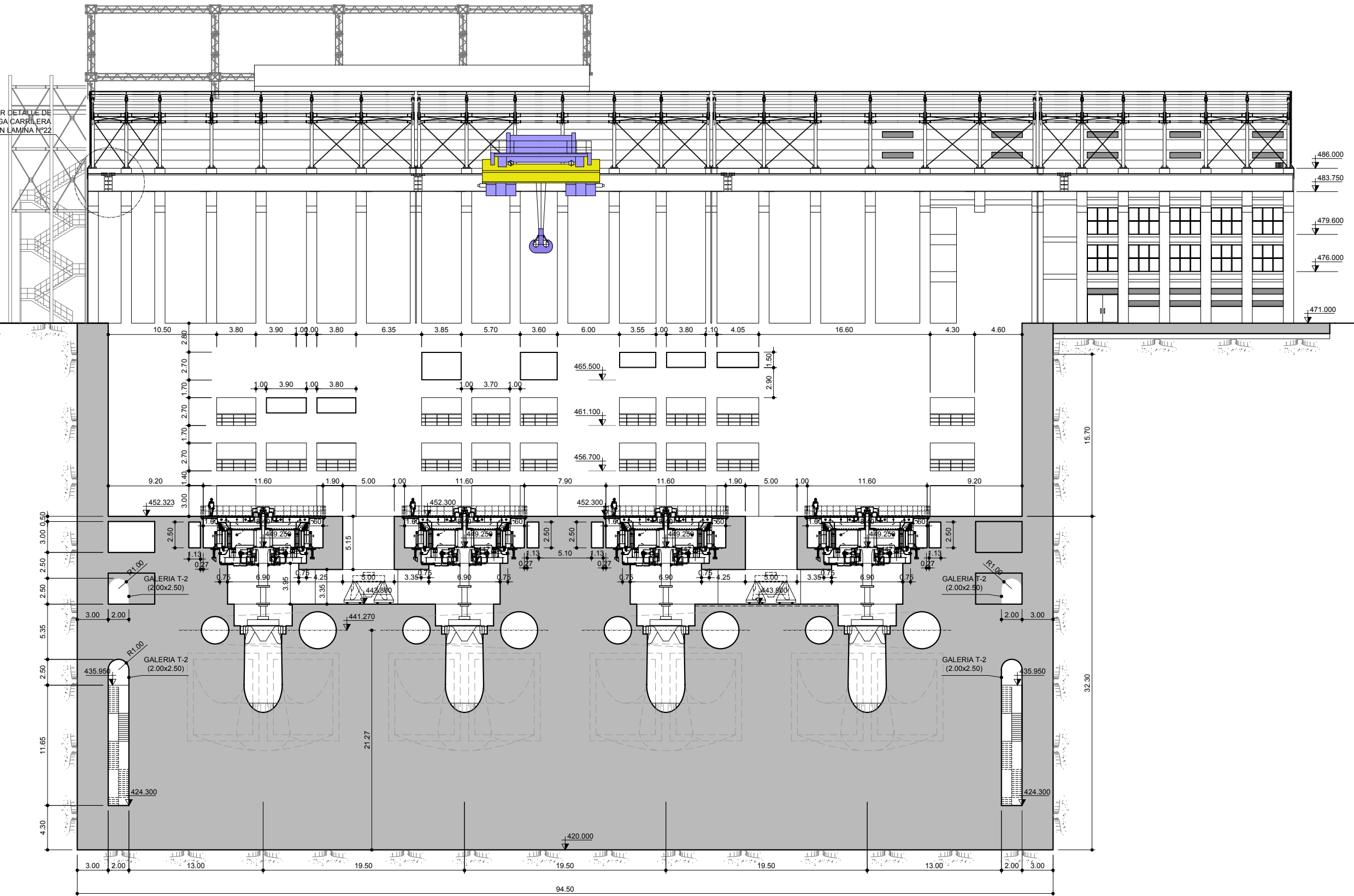
CÓDIGO:

DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA:

Diciembre 2017

VER DETALLE DE
VIGA CARRILERA
EN LÁMINA N°22



SECCIÓN LONGITUDINAL F-F

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Númérica

0

4

8m

Gráfica

Original DIN-A1

COTAS EN METROS

Nº DE PLANO:

501

LÁMINA:

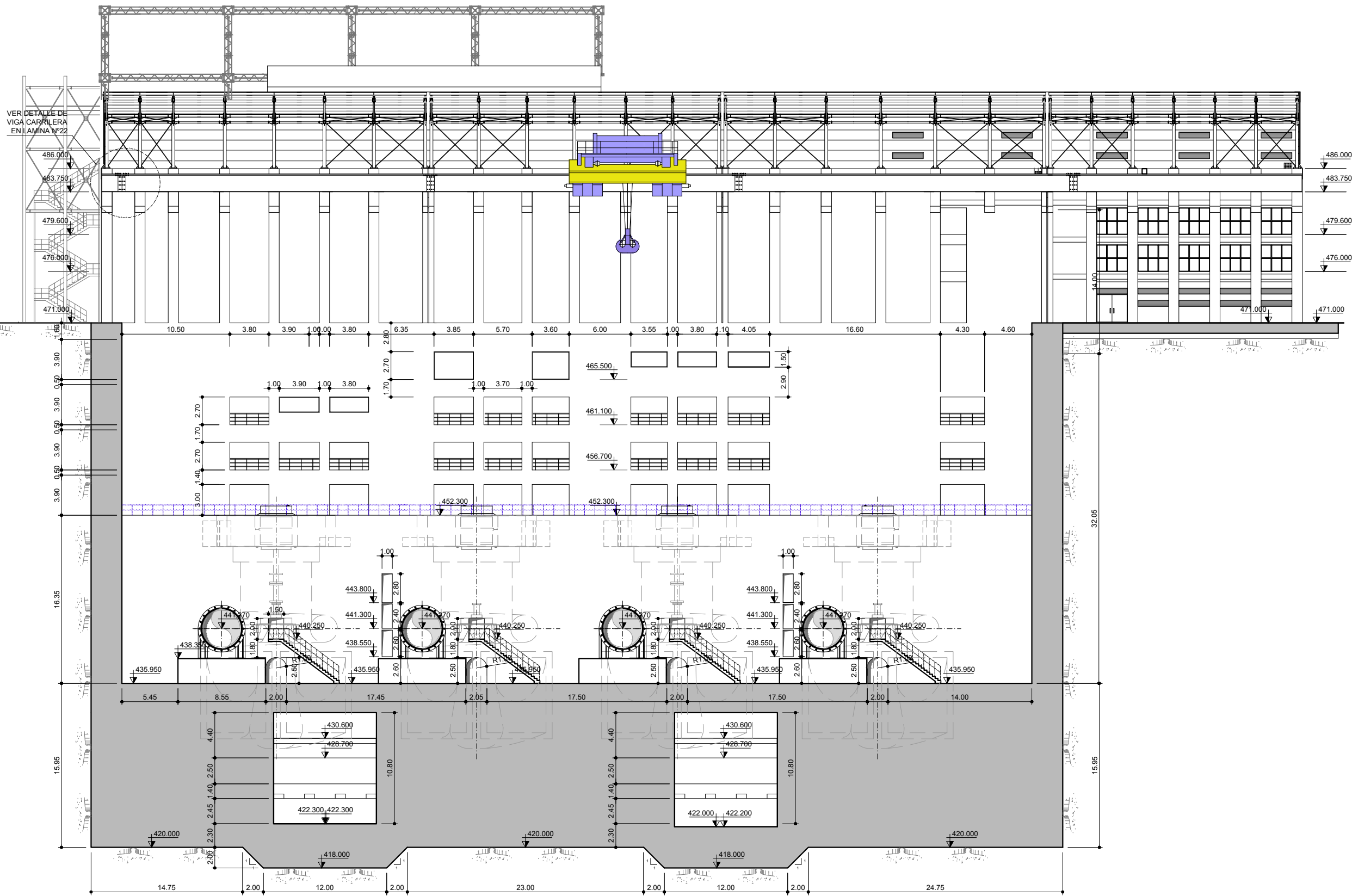
27 de 33

CÓDIGO:

DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA:

Diciembre 2017



SECCIÓN LONGITUDINAL G-G

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:
ESPECIALISTAS
ING. JULIO ARNEZ
V.B:
ING. MARIO PEREIRA
ENDE/CORANI

PROYECTISTA:
ESPECIALISTAS
ING. JUAN ORTAS
DIRECTOR DEL PROYECTO:
ING. JUAN ORTAS
EPTISA

04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
Nº	FECHA	REVISIONES

CONTRATANTE:



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y
DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO
"CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

Numérica

Gráfica

COTAS EN METROS

0 4 8m

Original DIN-A1

Nº DE PLANO:

501

LÁMINA: 28 de 33

CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

FECHA: Diciembre 2017

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:	PROYECTISTA:	04	Dic. 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ESPECIALISTAS	ESPECIALISTAS	03	Junio 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. JULIO ARNEZ	ING. JUAN ORTAS	02	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
V.B:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	01	19-01-2017	OBSERVACIONES DE ENDE
ING. MARIO PEREIRA	ING. JUAN ORTAS	Nº	FECHA	REVISIONES
ENDE/CORANI	EPTISA			

CONTRATANTE:







CONSULTOR:

TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:

1:200

0 4 8m

Numérica Gráfica Original DIN-A1

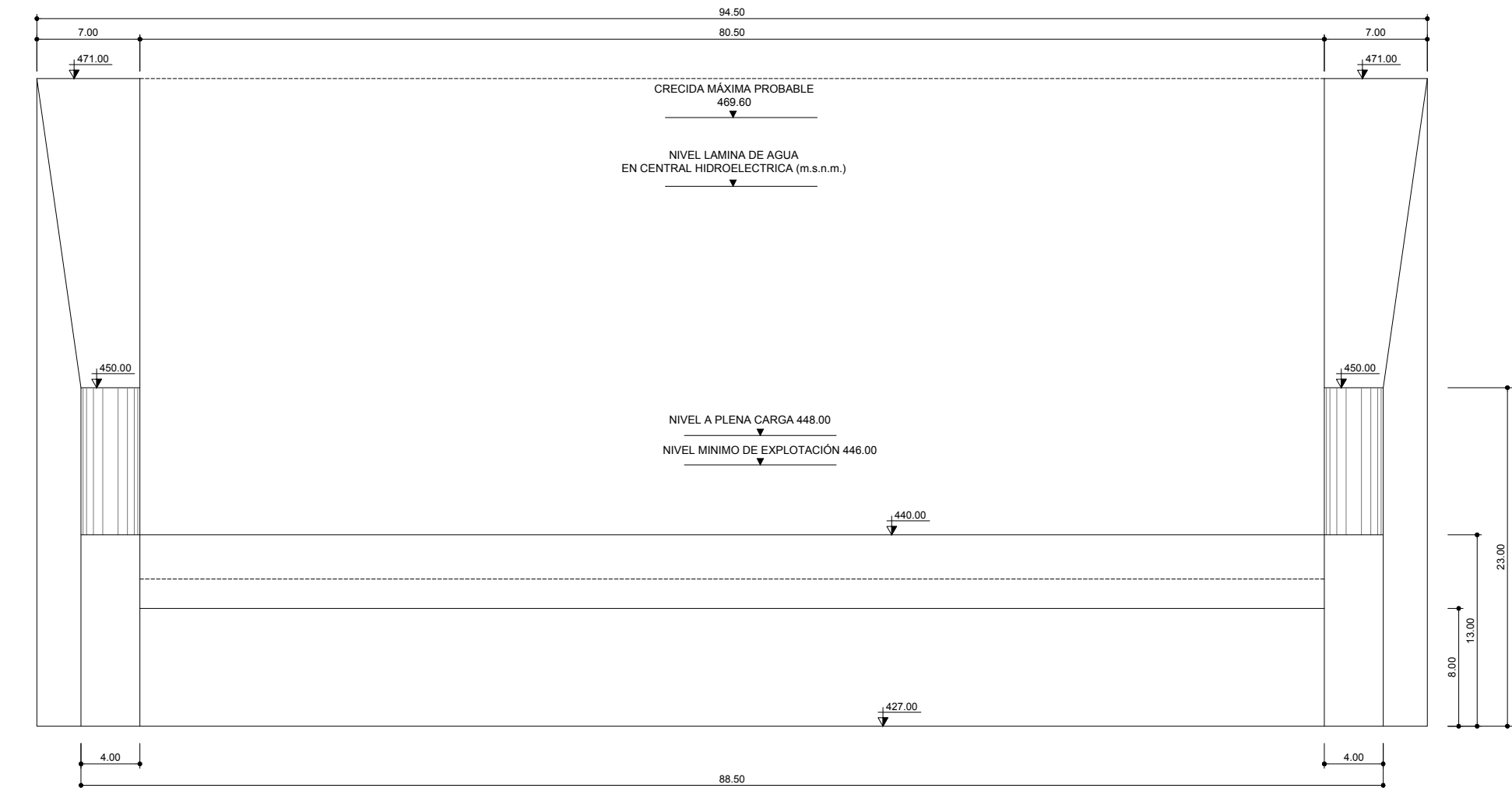
COTAS EN METROS

Nº DE PLANO: 501

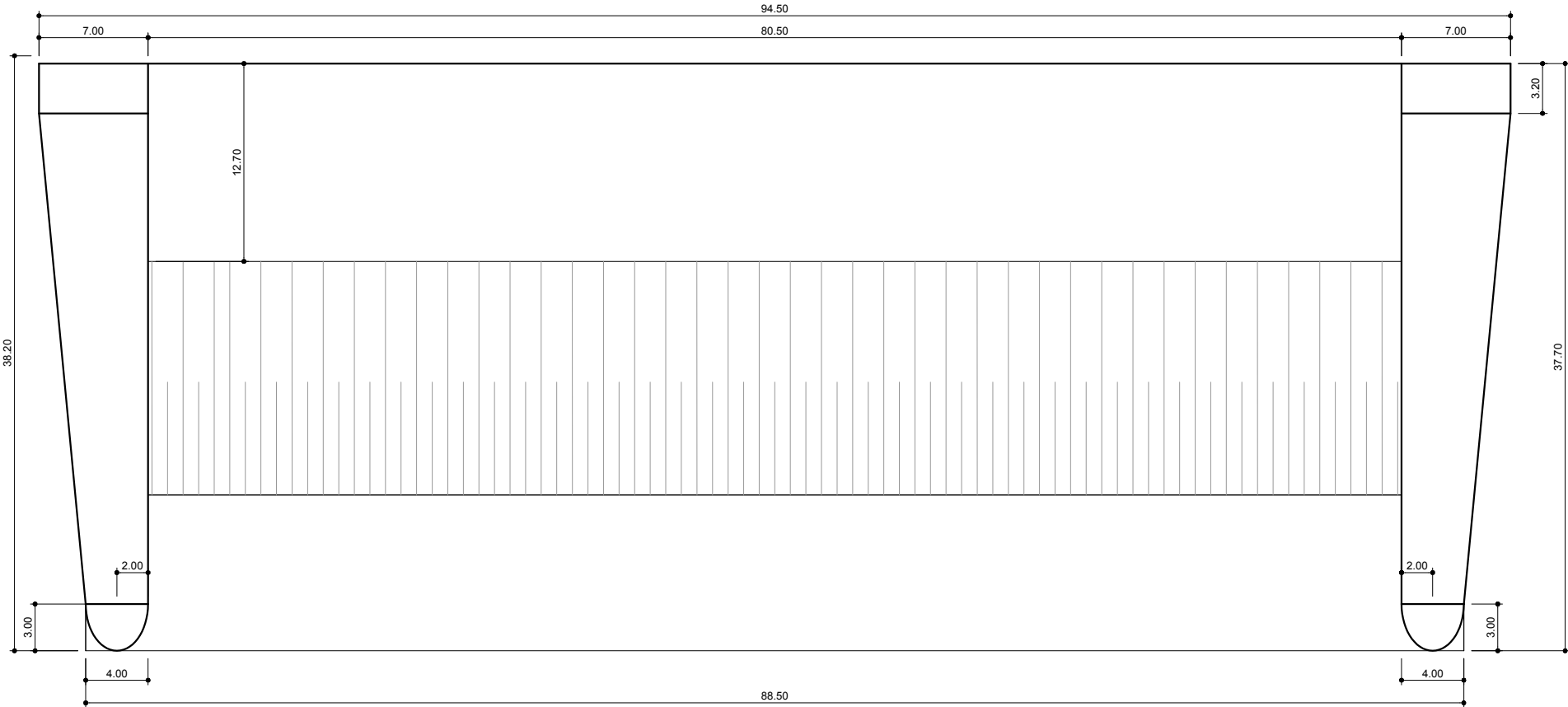
LÁMINA: 29 de 33

CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11

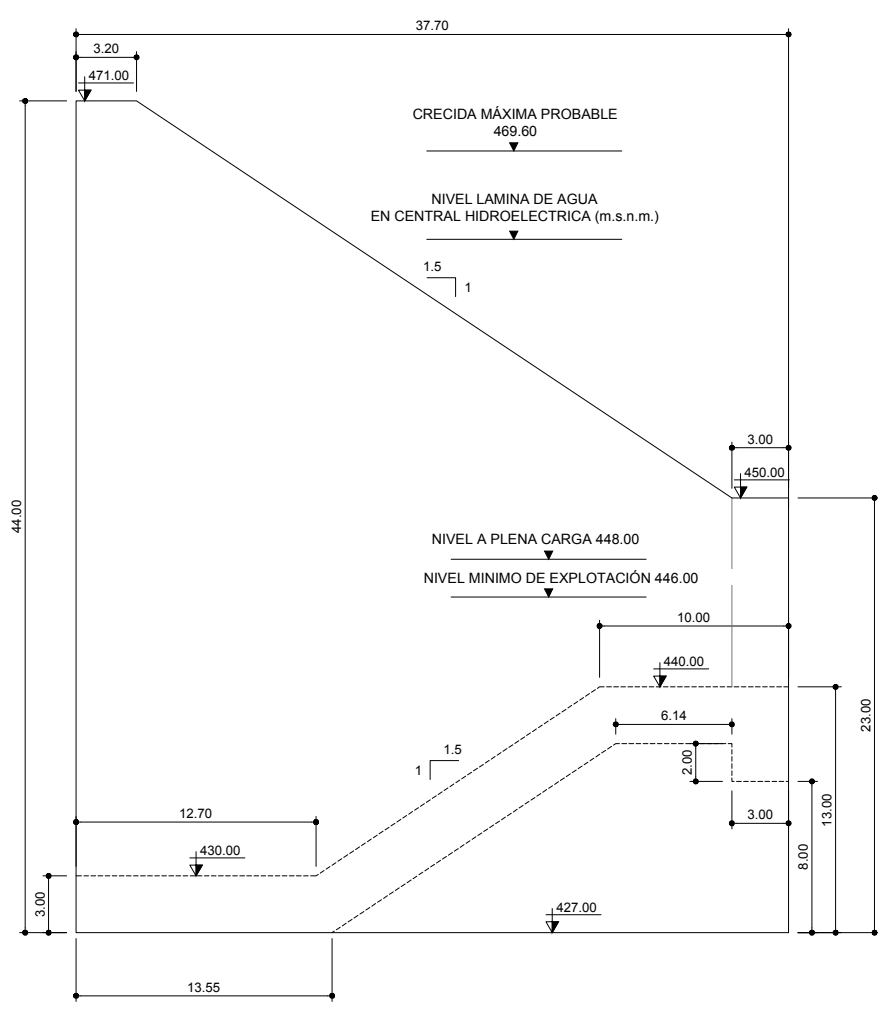
FECHA: Diciembre 2017



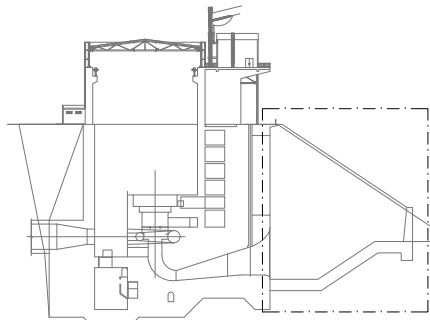
ALZADO



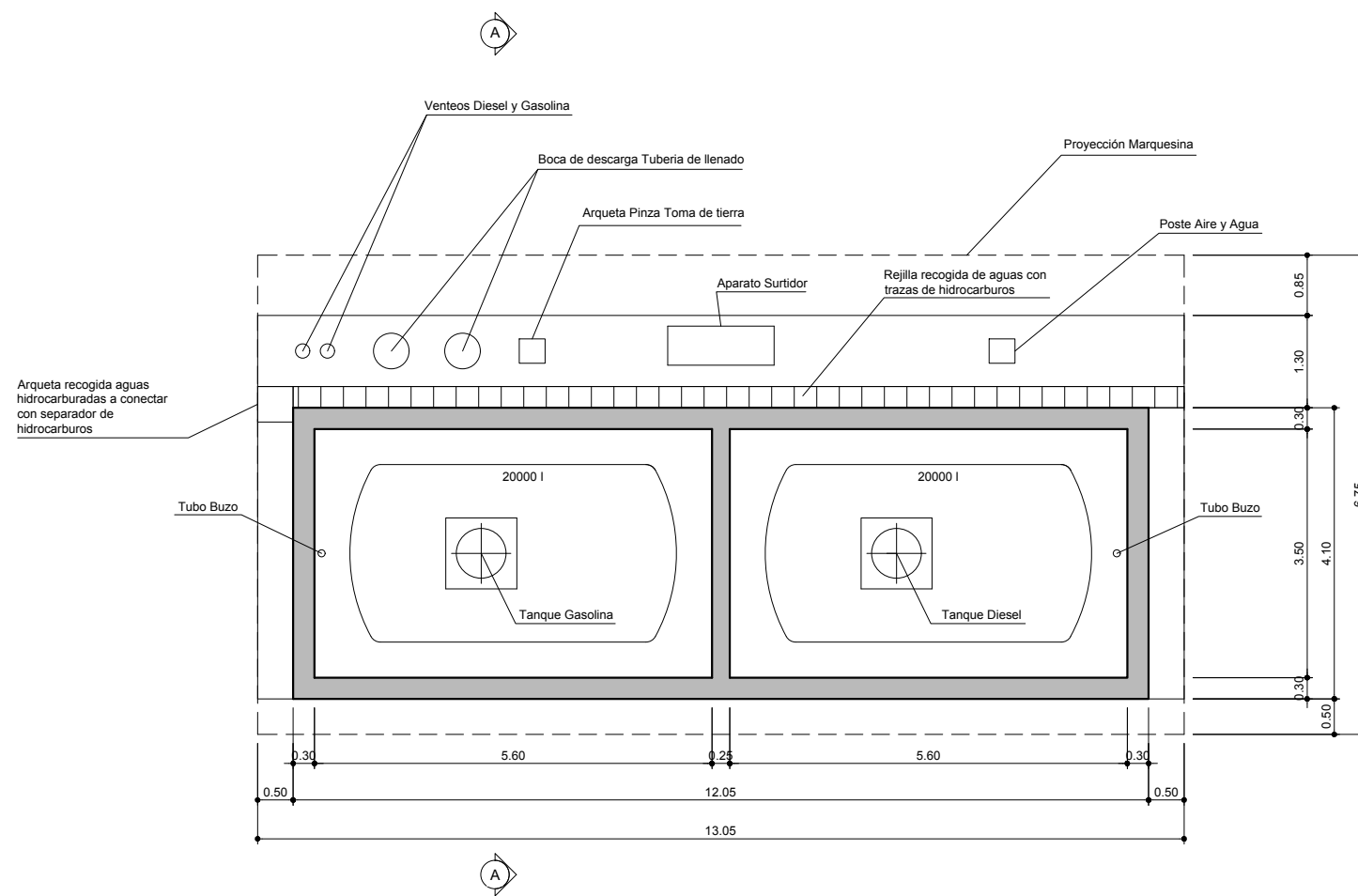
PLANTA



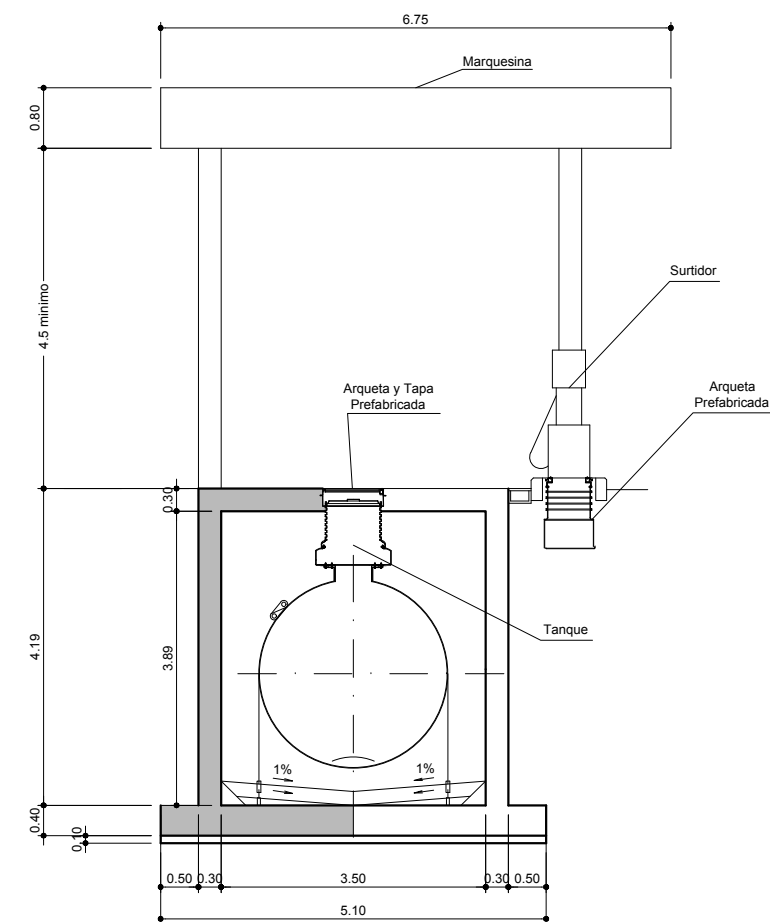
SECCION



SECCION ESQUEMATICA



PLANTA



SECCION A-A

ARQUETA SEPARADORA DE ACEITES

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017 FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

REVISADO:	ESPECIALISTAS	PROYECTISTA:	ESPECIALISTAS		
	ING. JULIO ARNEZ		ING. JUAN ORTAS		
V.B:	ING. MARIO PEREIRA	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS		
	ENDE/CORANI		EPTISA		
				Nº	FECHA
					REVISIONES
				03	Junio 2017
				02	Marzo 2017
				01	19-01-2017

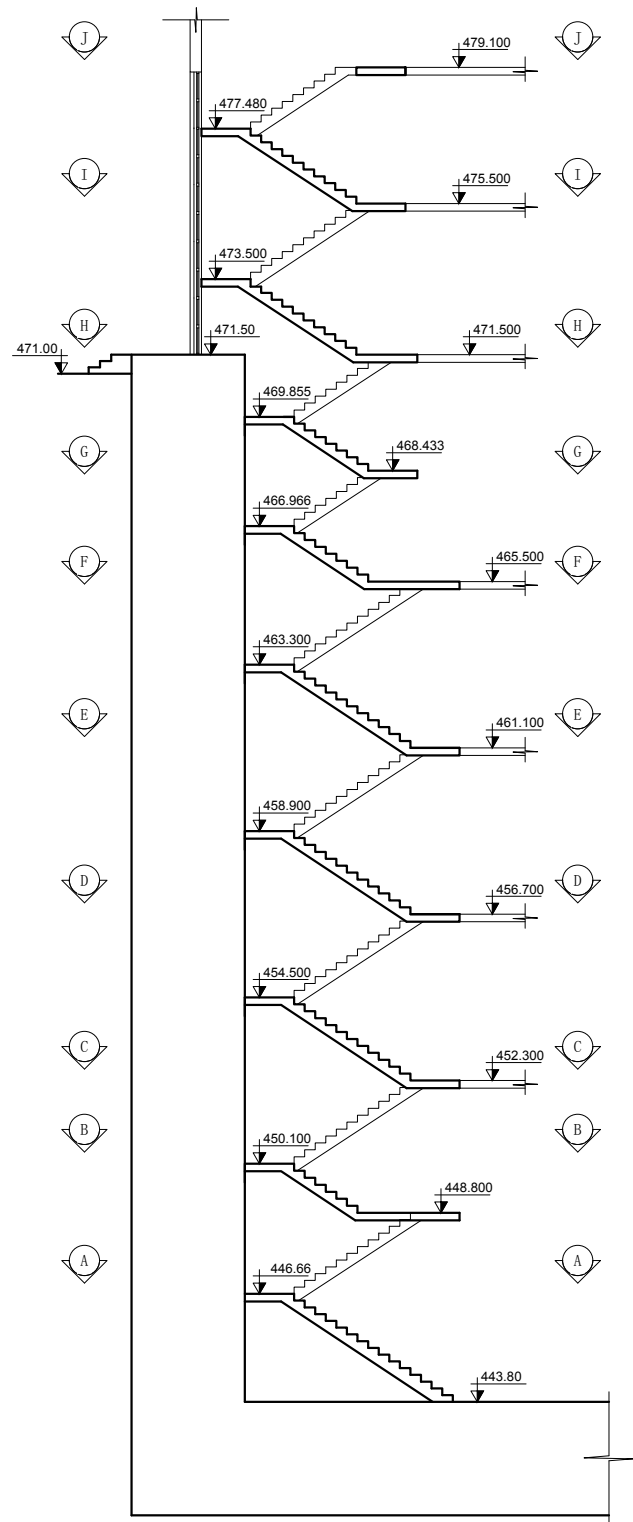
CONTRATANTE:	CONSULTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO:
ENDE CORANI	eptisa	SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

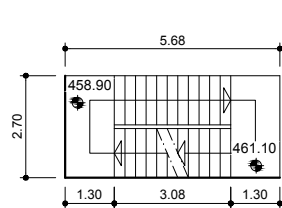
ESCALA:
1:50
Numérica

COTAS EN METROS
0 1 2m
Gráfica
Original DIN-A1

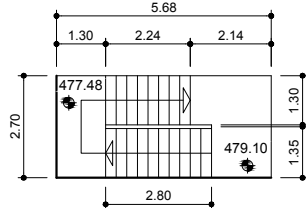
Nº DE PLANO:
501
LÁMINA:
31 de 33
CÓDIGO:
DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA:
Junio 2017



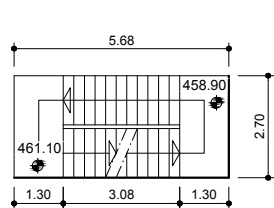
ESCALERA TIPO "1"



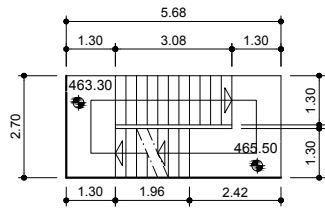
SECCION E-E



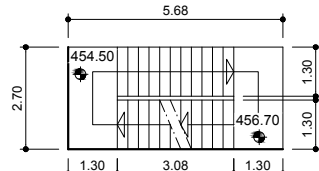
SECCION J-J



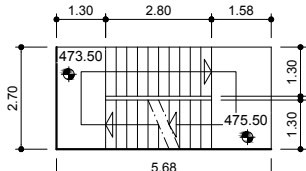
SECCION O-O



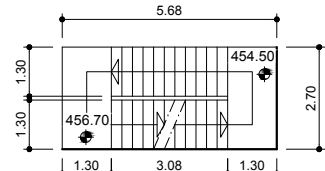
SECCION P-P



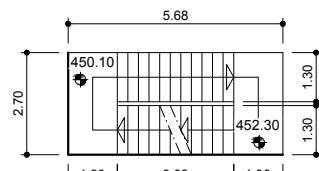
SECCION D-D



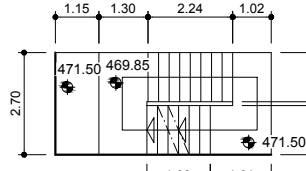
SECCION I-I



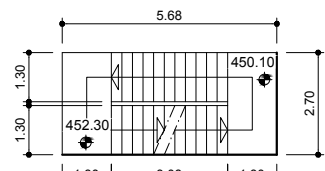
SECCION N-N



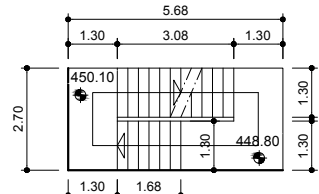
SECCION C-C



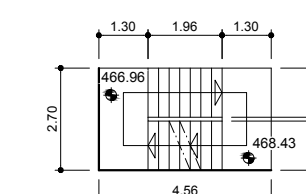
SECCION H-H



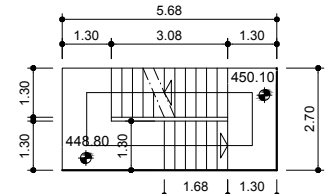
SECCION M-M



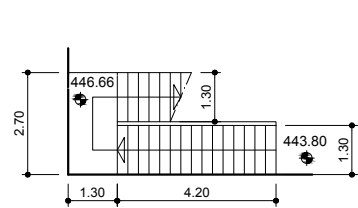
SECCION B-B



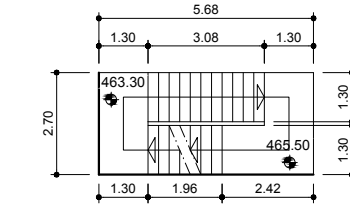
SECCION G-G



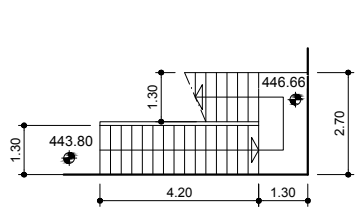
SECCION L-L



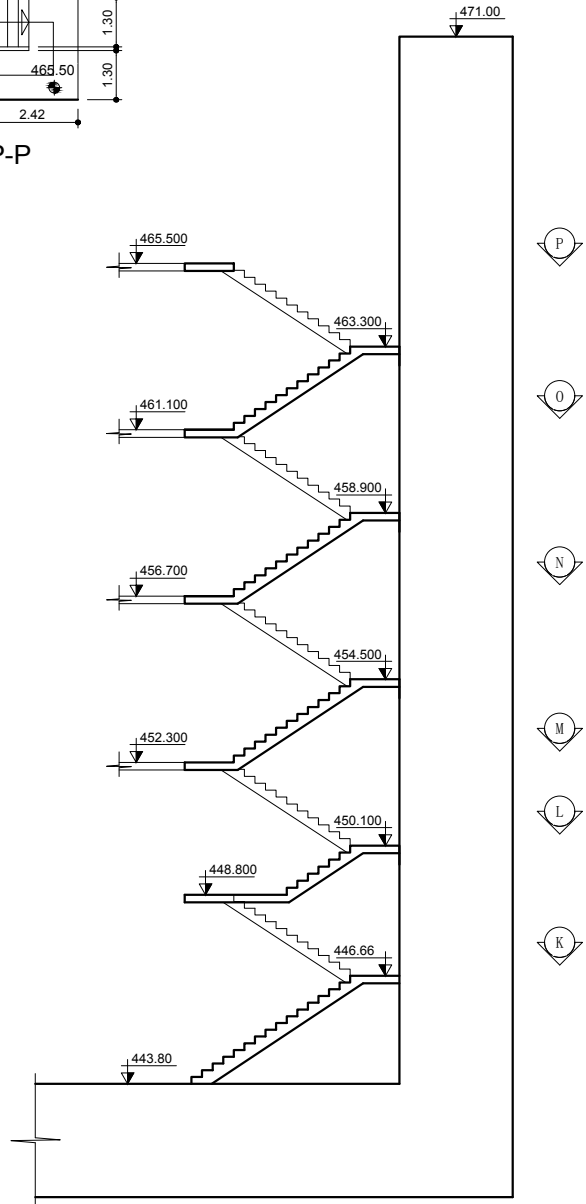
SECCION A-A



SECCION F-F



SECCION K-K



ESCALERA TIPO "2"

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017
FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

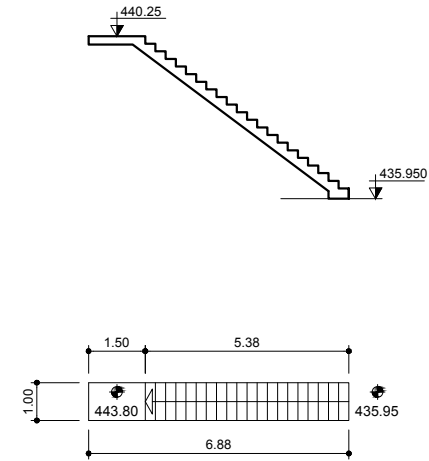
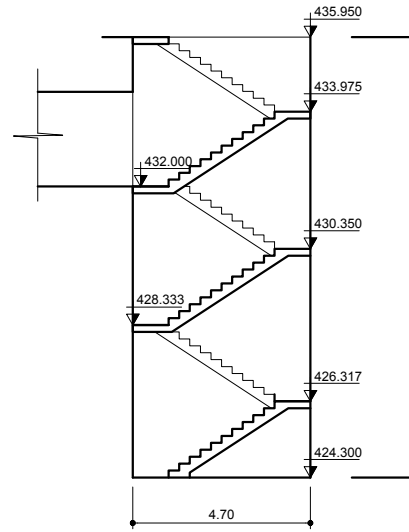
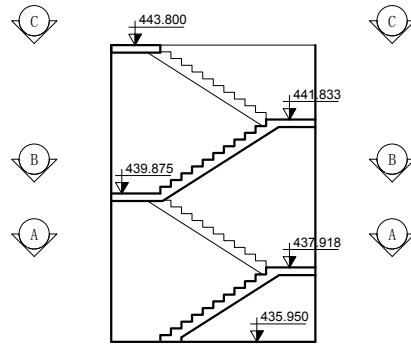
REVISADO:	ESPECIALISTAS ING. JULIO ARNEZ	PROYECTISTA:	ESPECIALISTAS ING. JUAN ORTAS		
V.B:	ING. MARIO PEREIRA ENDE/CORANI	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS EPTISA		
				03	Junio 2017
				02	Marzo 2017
				01	19-01-2017
				Nº	FECHA
					REVISIONES

CONTRATANTE:	CONSULTOR:	TÍTULO DEL PROYECTO:
		
		SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

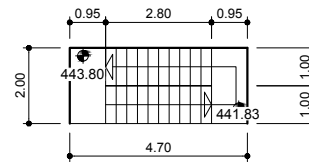
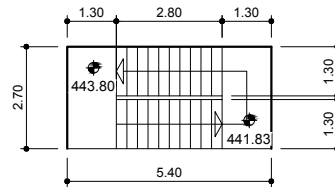
TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS CENTRAL HIDROELÉCTRICA ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:100
Numérica

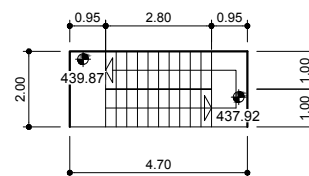
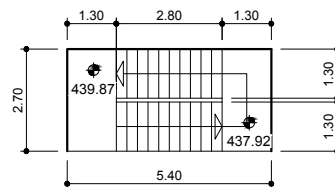
COTAS EN METROS	Nº DE PLANO:
0 2 4m	501
Gráfica	LÁMINA:
Original DIN-A1	32 de 33
	CÓDIGO:
	DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
	FECHA:
	Junio 2017



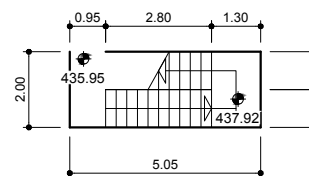
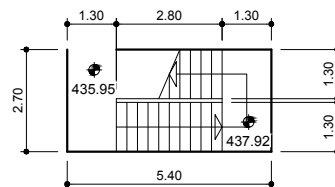
ESCALERA TIPO "5"



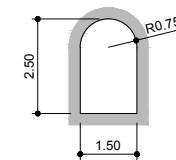
SECCION C-C



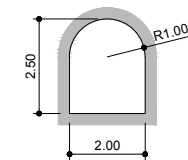
SECCION B-B



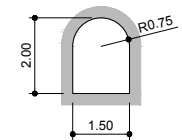
SECCION A-A



GALERÍA
TIPO "1"



GALERÍA
TIPO "2"



GALERÍA
TIPO "3"

ESCALERA TIPO "3"

ESCALERA TIPO "4"

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017

FECHA DE TRAZADO: 08/02/2018

FECHA DE CREACIÓN: 04/12/2017

REVISADO:	ESPECIALISTAS	PROYECTISTA:	ESPECIALISTAS		
	ING. JULIO ARNEZ		ING. JUAN ORTAS		
V.B:	ING. MARIO PEREIRA	DIRECTOR DEL PROYECTO:	ING. JUAN ORTAS		
	ENDE/CORANI		EPTISA		
				Nº	FECHA
				03	Junio 2017
				02	Marzo 2017
				01	19-01-2017
					OBSERVACIONES DE ENDE
					OBSERVACIONES DE ENDE
					OBSERVACIONES DE ENDE
					REVISIONES



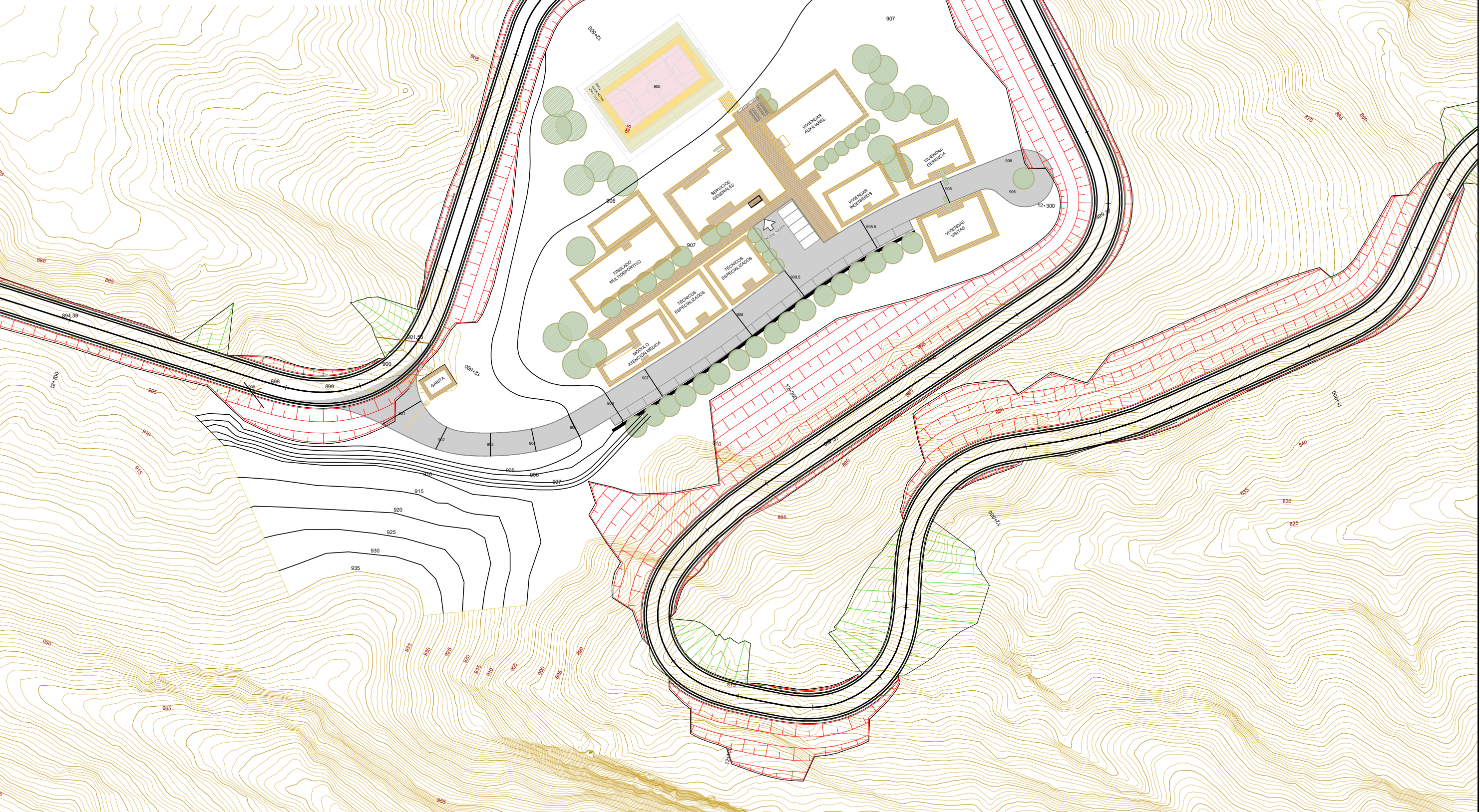
TÍTULO DEL PROYECTO:
SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:
PRESA DE ROSITAS
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
ALZADOS, PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA:
1:100
0 2 4m
Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO: 501
LÁMINA: 33 de 33
CÓDIGO: DF-SC-EPT-CAM-CIV-501-04-11
FECHA: Junio 2017

UBICACIÓN B			
Plataforma		12.850 m²	
Área urbanizada		6.500 m²	
	ubicación	nº personal	m²
EDIFICIOS RESIDENCIALES			
	B	48	1.808,50
Garita entrada		4	26,50
Viviendas gerencia (2 chalets adosados 160m²c/u)		2	320,00
Vivienda ingenieros (4)		4	130,00
Vivienda técnicos especializados (2 unidades de 125m² c/u)		16	250,00
Módulo atención médica:			111,00
Vivienda médicos (68m²)		2	
Módulo sanitario (43m²)			
Vivienda de auxiliares (cap. 20 personas)		20	295,00
Servicios (cocinas,comedores,almacenes, etc)			340,00
Espacio multideportivo (gimnasio,sauna,aseos,vestidores)			240,00
Cancha de raquet			96,00



FECHA DE CREACIÓN: 16/05/2017
FECHA DE TRAZADO: 25/05/2017

REVISADO:	PROYECTISTA:			
ESPECIALISTAS	ESPECIALISTAS			
ING. JULIO ARNÉZ	ING. JUAN ORTAS	02	Mayo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
V B:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	01	Marzo 2017	OBSERVACIONES DE ENDE
		00	21-11-2016	COMENTARIOS
		Nº	FECHA	REVISIONES
ING. MARIO PEREIRA	ING. JUAN ORTAS			
ENDE/CORANI	EPTISA			

CONTRATANTE:

TÍTULO DEL PROYECTO:

SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA DISEÑO FINAL Y DOCUMENTOS DE LICITACIÓN DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA ROSITAS"

TÍTULO DEL PLANO:

PROYECTO DE ROSITAS
CAMPAMENTO DE OPERACIONES
EMPLAZAMIENTO

ESCALA:

1:500

0 10 20m

Numérica Gráfica Original DIN-A1

Nº DE PLANO:	701
LÁMINA:	1 de 1
CÓDIGO:	DF-SC-EPT-ASP-CIV-701-02-11
FECHA:	Mayo 2017