

PRESA DE RULES

en el río Guadalfeo
(Granada)



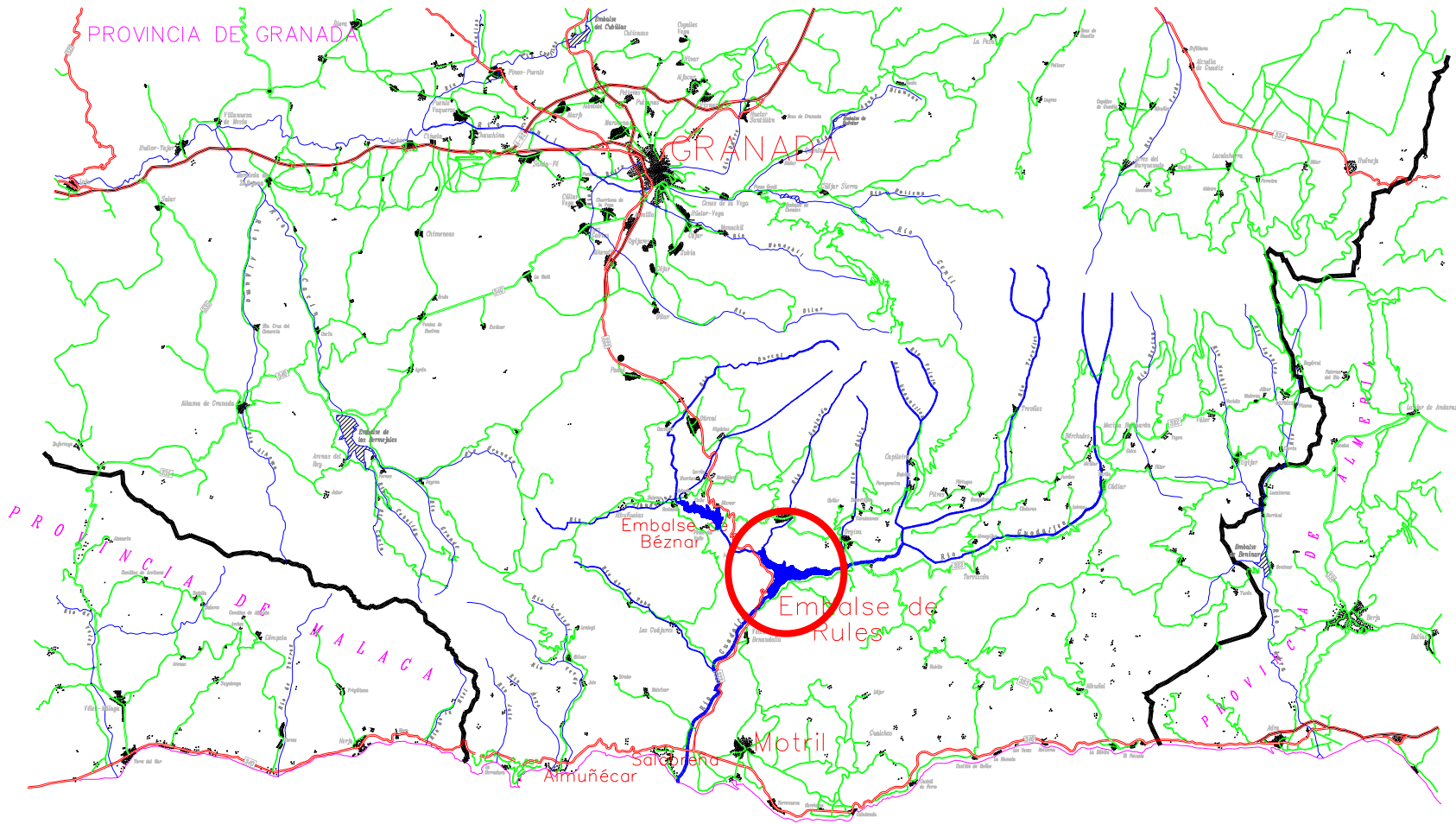
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL SUR
PRESA DE RULES

ferrovial

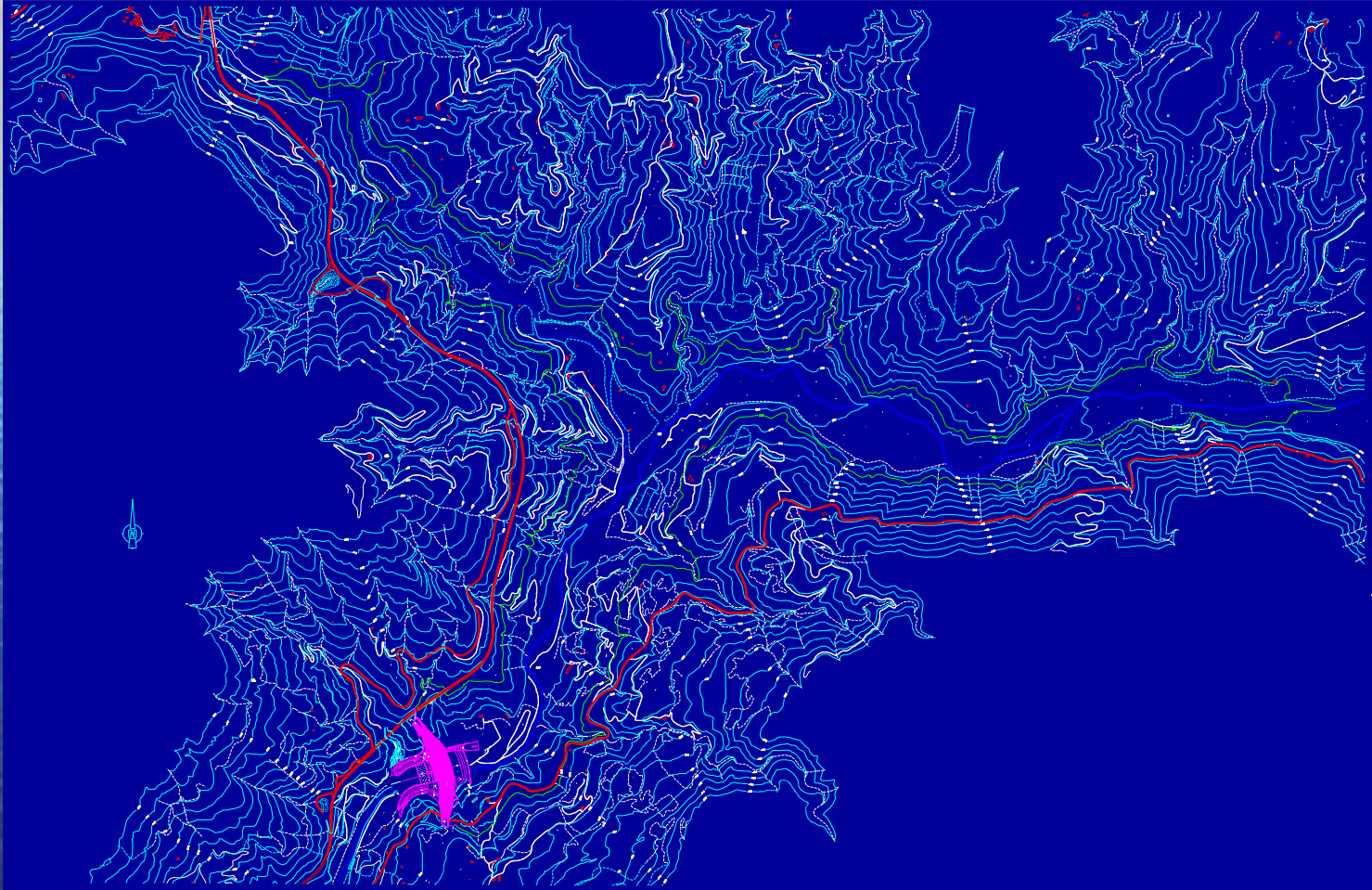

AGROMAN



Presas de Rules



Planta general del embalse



Presas de Rules

- Vista aérea



Presa de Rules

- **Ubicación:**

- Cuenca Hidrográfica del Sur

- Río Guadalfeo

- Términos municipales:

- Vélez de Benaudalla

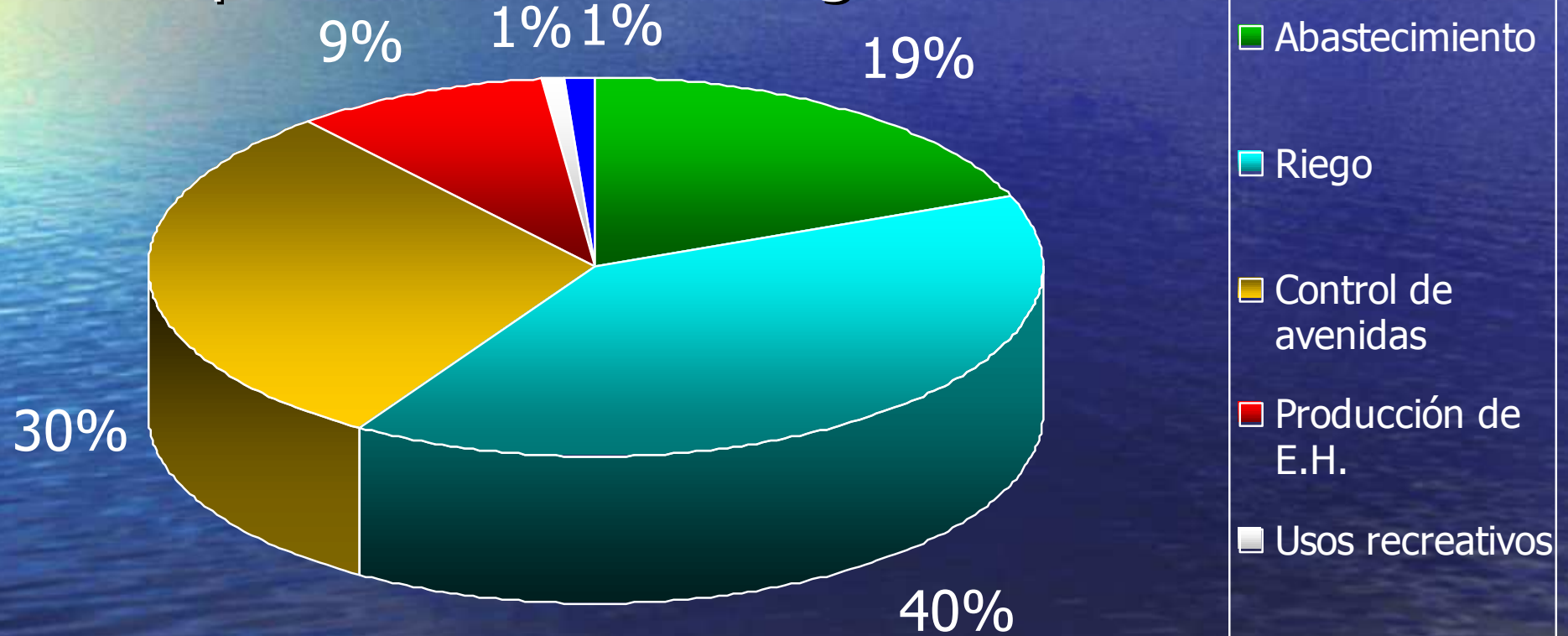
- Órgiva

- Lanjarón

- El Pinar

Usos previstos del embalse de Rules

- Reparto de usos del agua:



Características hidrológicas de la cuenca (I)

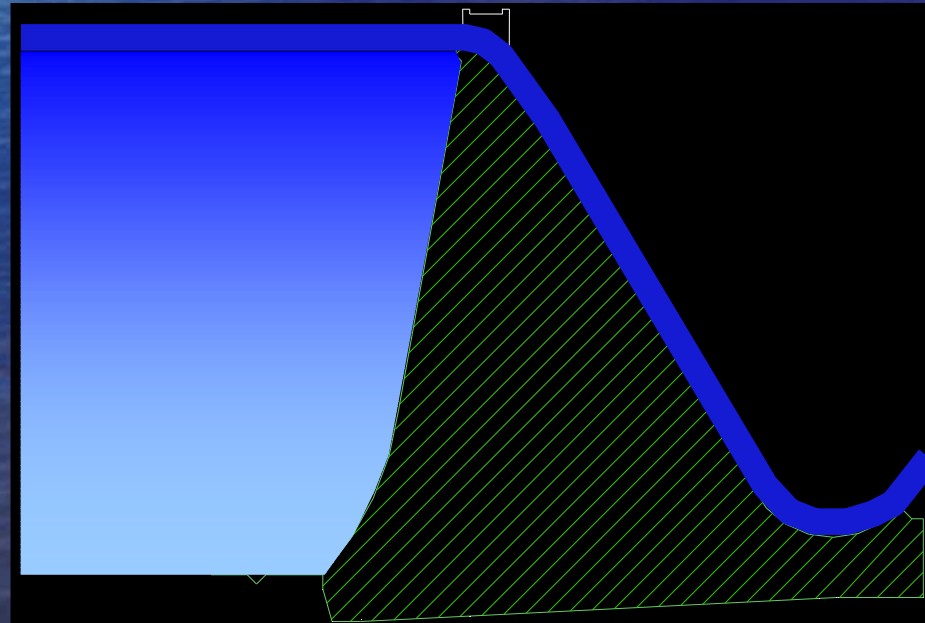
- Superficie de la cuenca aportadora
al embalse
1.070 Km²
- Aportación media del río en el
punto de cierre
210 Hm³/año
- Caudal medio del río en el
punto de cierre
6,65 m³/s

Características hidrológicas de la cuenca (II)

- Caudales punta de avenidas en el punto de emplazamiento de la presa:
 - T=25 años **1.022 m³/s**
 - T=50 años **1.390 m³/s**
 - T=100 años **1.730 m³/s**
 - T=500 años **2.680 m³/s**
 - T=1.000 años **3.020 m³/s**
 - P.M.F **6.240 m³/s**

Características del embalse (I)

- Cota del máximo nivel normal del embalse
243,00
- Cota del máximo nivel extraordinario del embalse
250,00

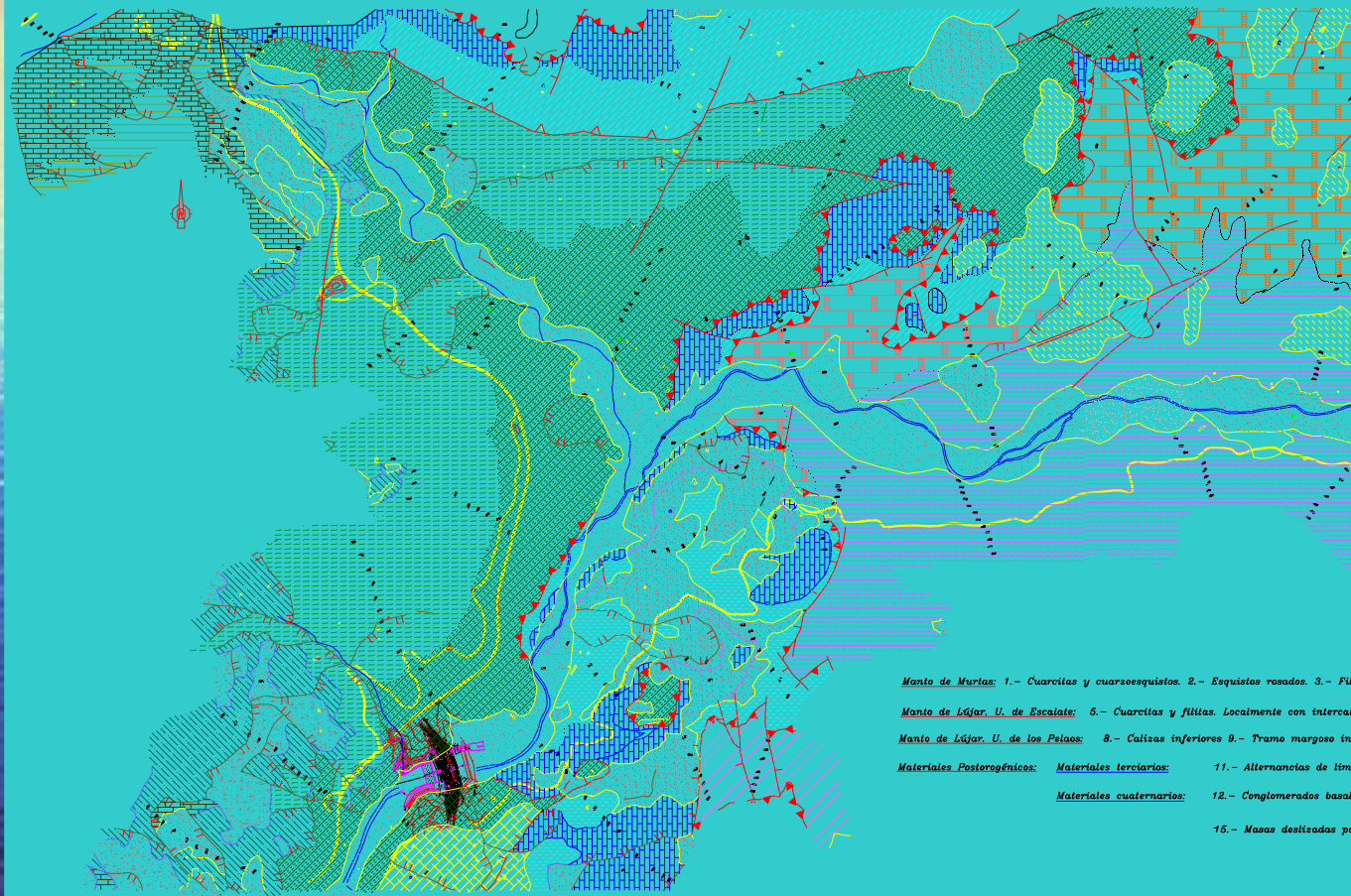


Características del embalse (II)

- Superficie del embalse a su máximo nivel normal **308 Ha**
- Capacidad total del embalse a su máximo nivel normal **117,07 Hm³**
- Embalse muerto **4,83 Hm³**
- Volumen regulado **134 Hm³/año**

Geología general

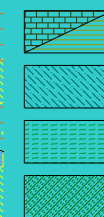
PLANO GEOLÓGICO DEL EMBALSE DE RULES (GRANADA)



LEYENDA

Complejo Alpujarride

Manto de Murtas

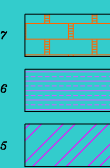


Manto de Lájara

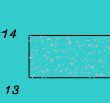
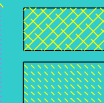
U. Escalate



U. de los Pelaos



Materiales Postorogénicos



Manto de Murtas: 1.- Cuarzitas y cuarzoesquistos. 2.- Esquistos rosados. 3.- Filitas grises 4.- Mármoles calizos, con calcoesquistos a la base

Manto de Lájara. U. de Escalate: 5.- Cuarzitas y filitas. Localmente con intercalaciones de yesos. 6.- Filitas superiores 7.- Tramo carbonatado

Manto de Lájara. U. de los Pelaos: 8.- Calizas inferiores 9.- Tramo margoso intermedio 10.- Calizas y dolomías superiores

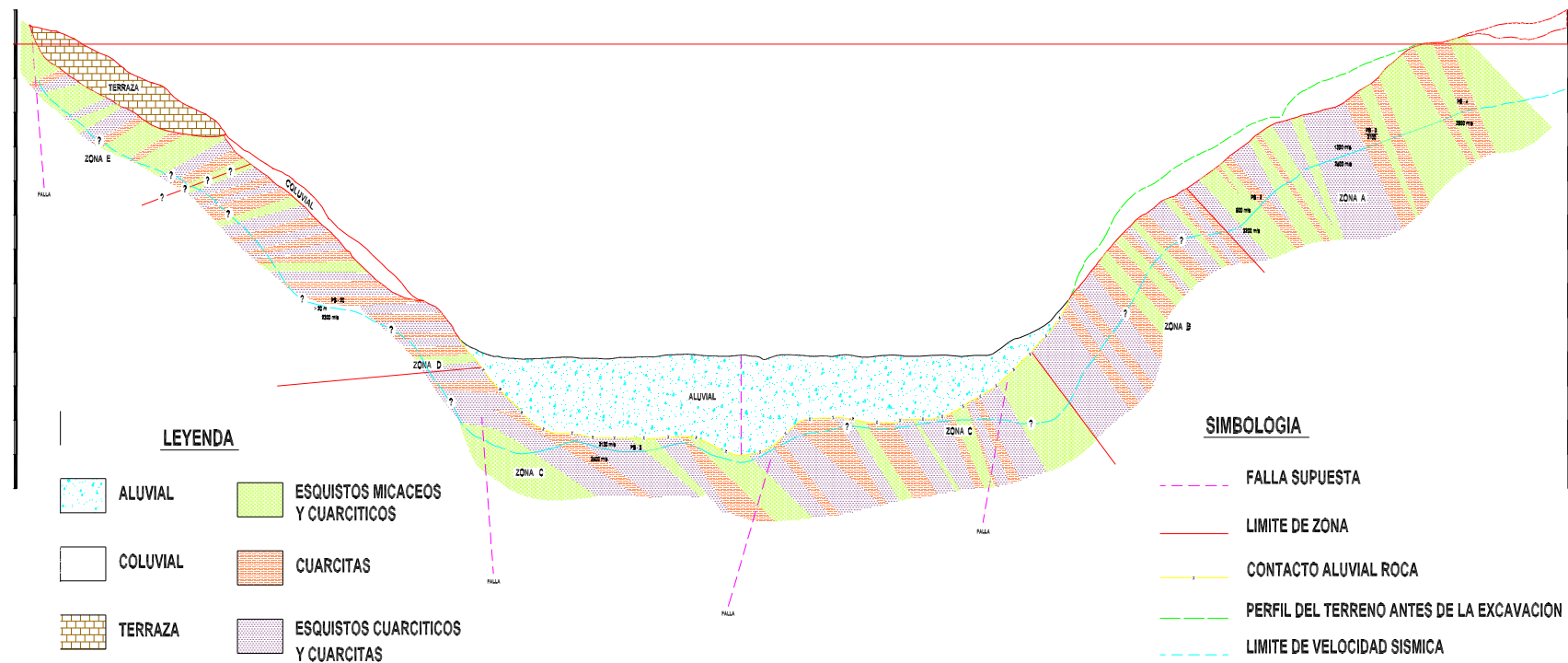
Materiales Postorogénicos: Materiales terciarios: 11.- Alternancias de limos arenas y conglomerados de edad miocena

Materiales cuaternarios: 12.- Conglomerados basales encostrados y travertinos 13.- Derrubios de laderas 14.- Aluviales

15.- Masas deslizadas por dinámica de laderas

Corte geológico de la cerrada

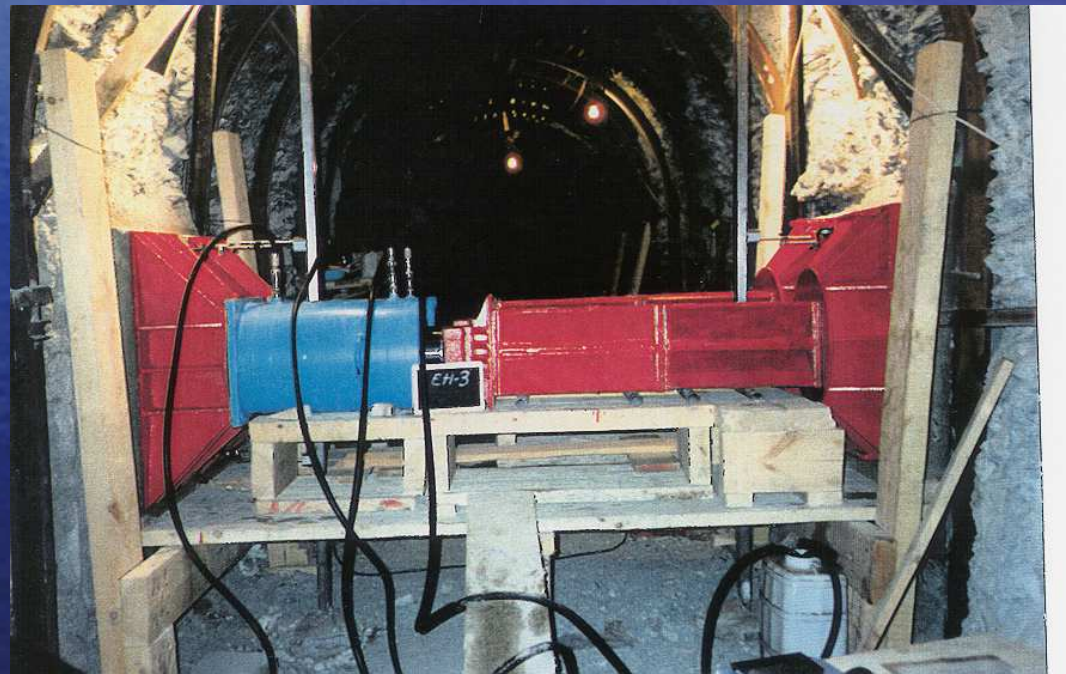
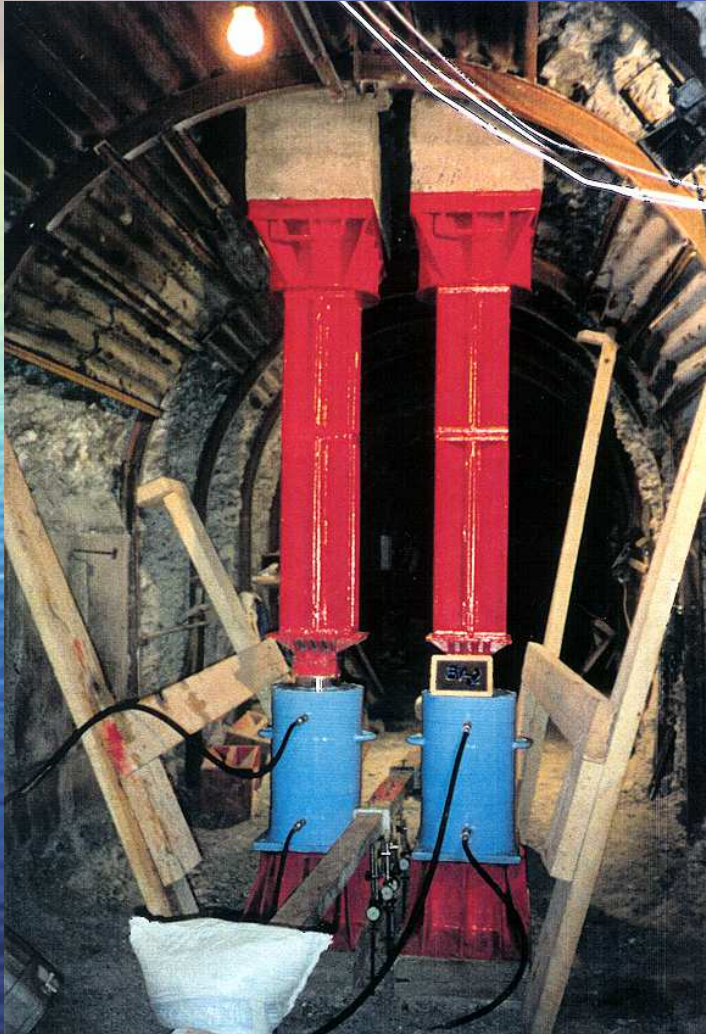
- Perfil geológico



Ensayos de corte en el cimiento

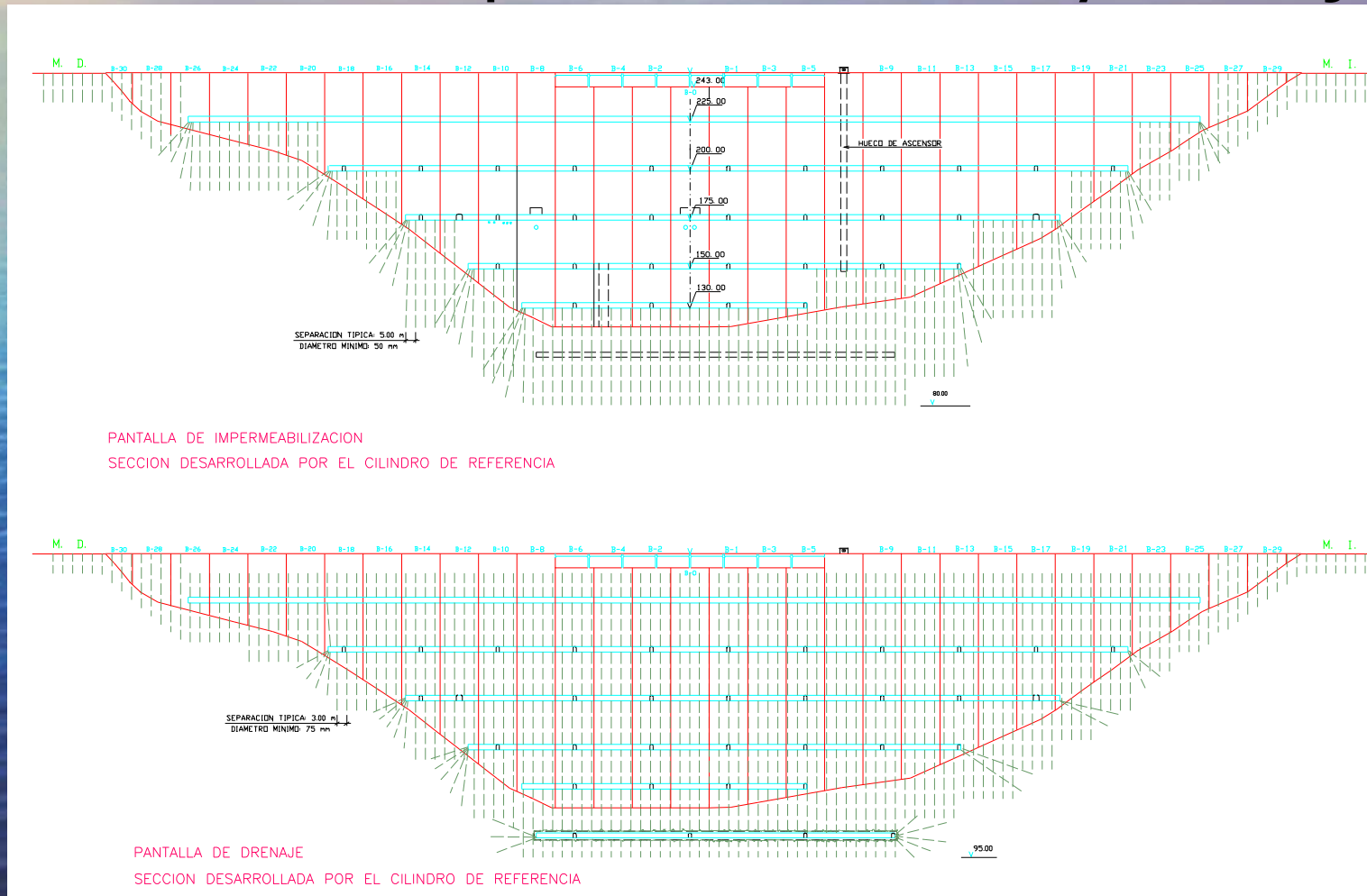


Ensayos de deformabilidad



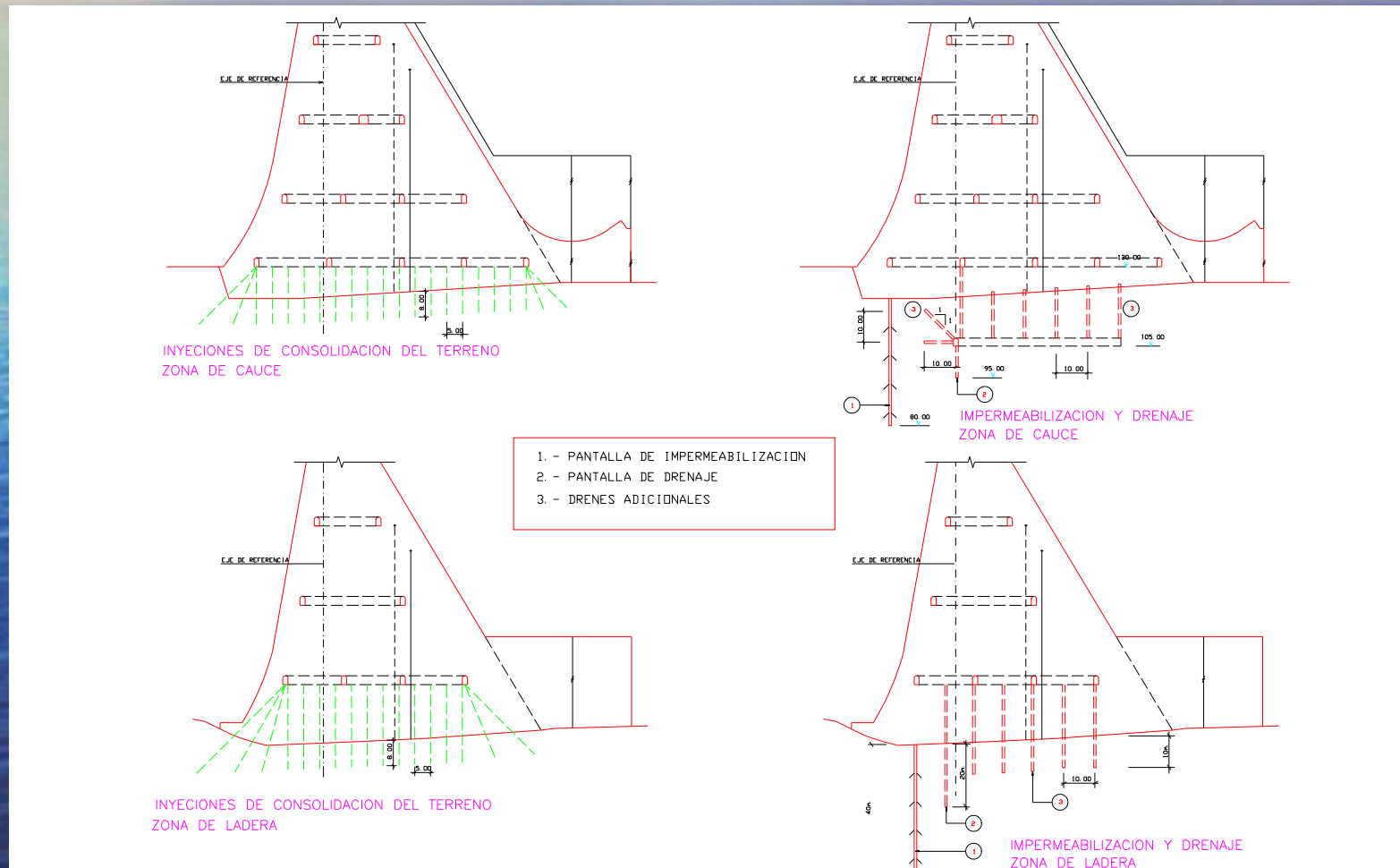
Tratamientos del terreno (I)

- Pantallas de impermeabilización y drenaje



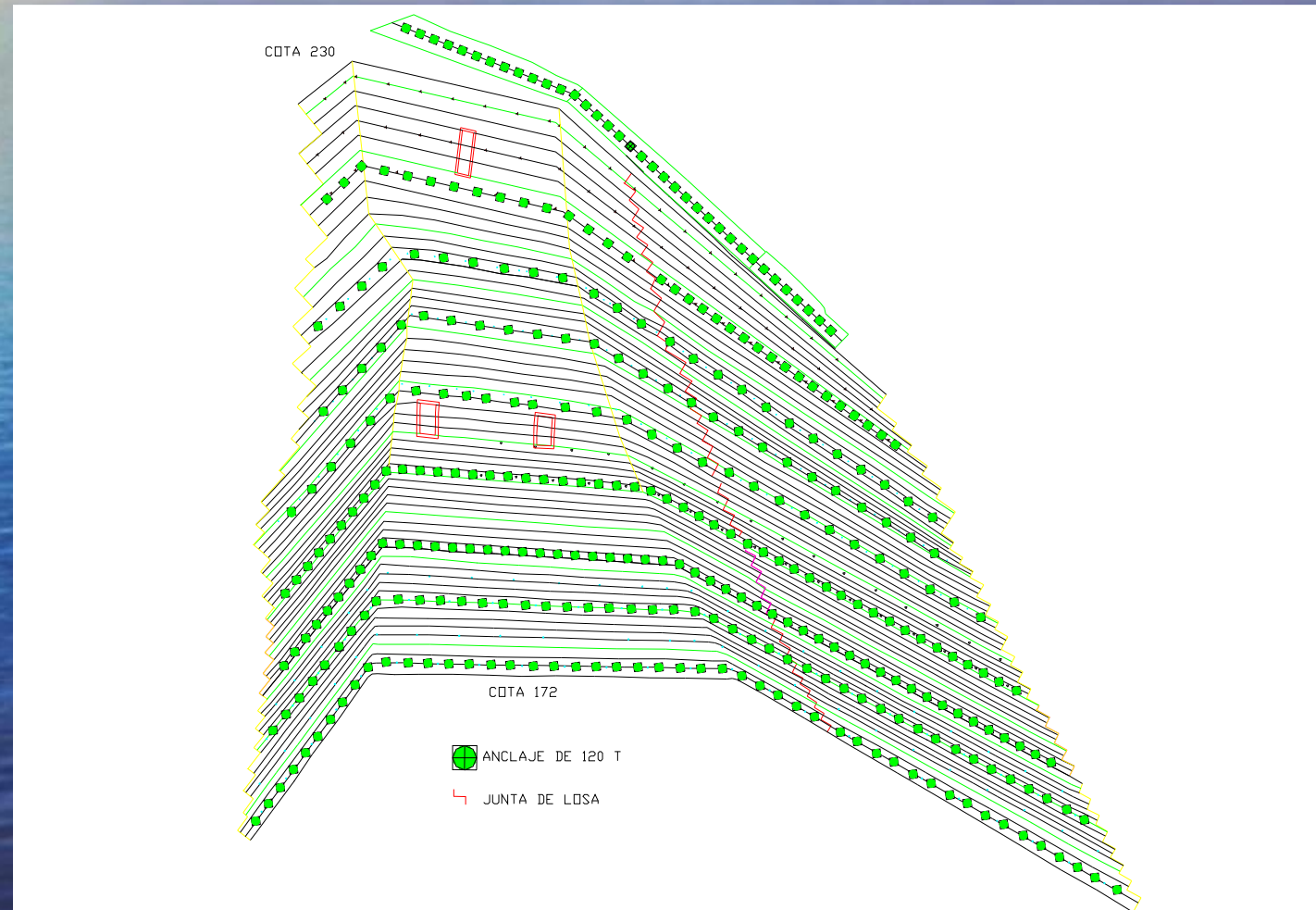
Tratamientos del terreno (II)

- Consolidación contacto hormigón-roca y drenaje



Tratamientos del terreno (III)

- Pantalla anclada M.I.



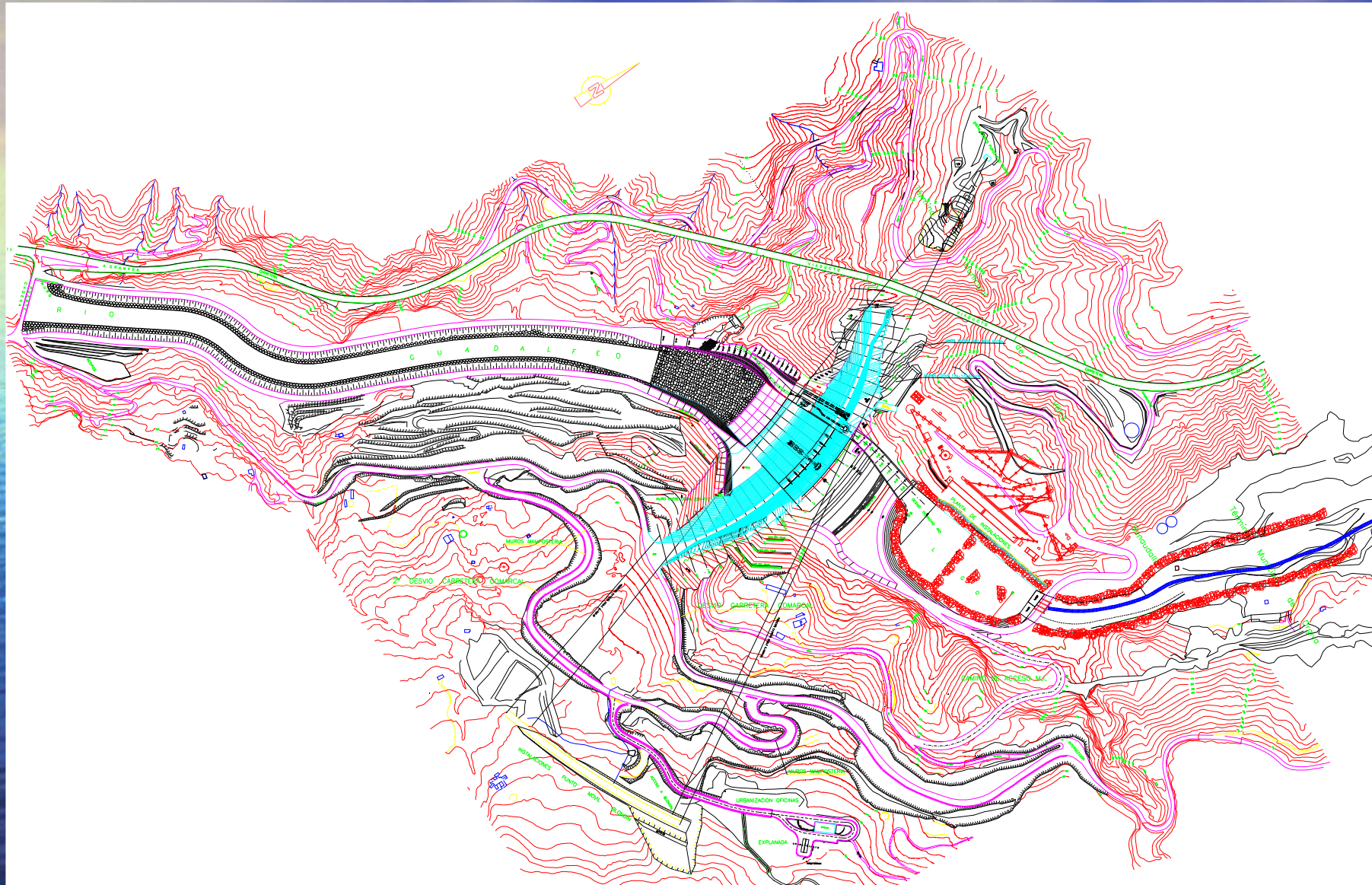
Pantalla anclada M.I.





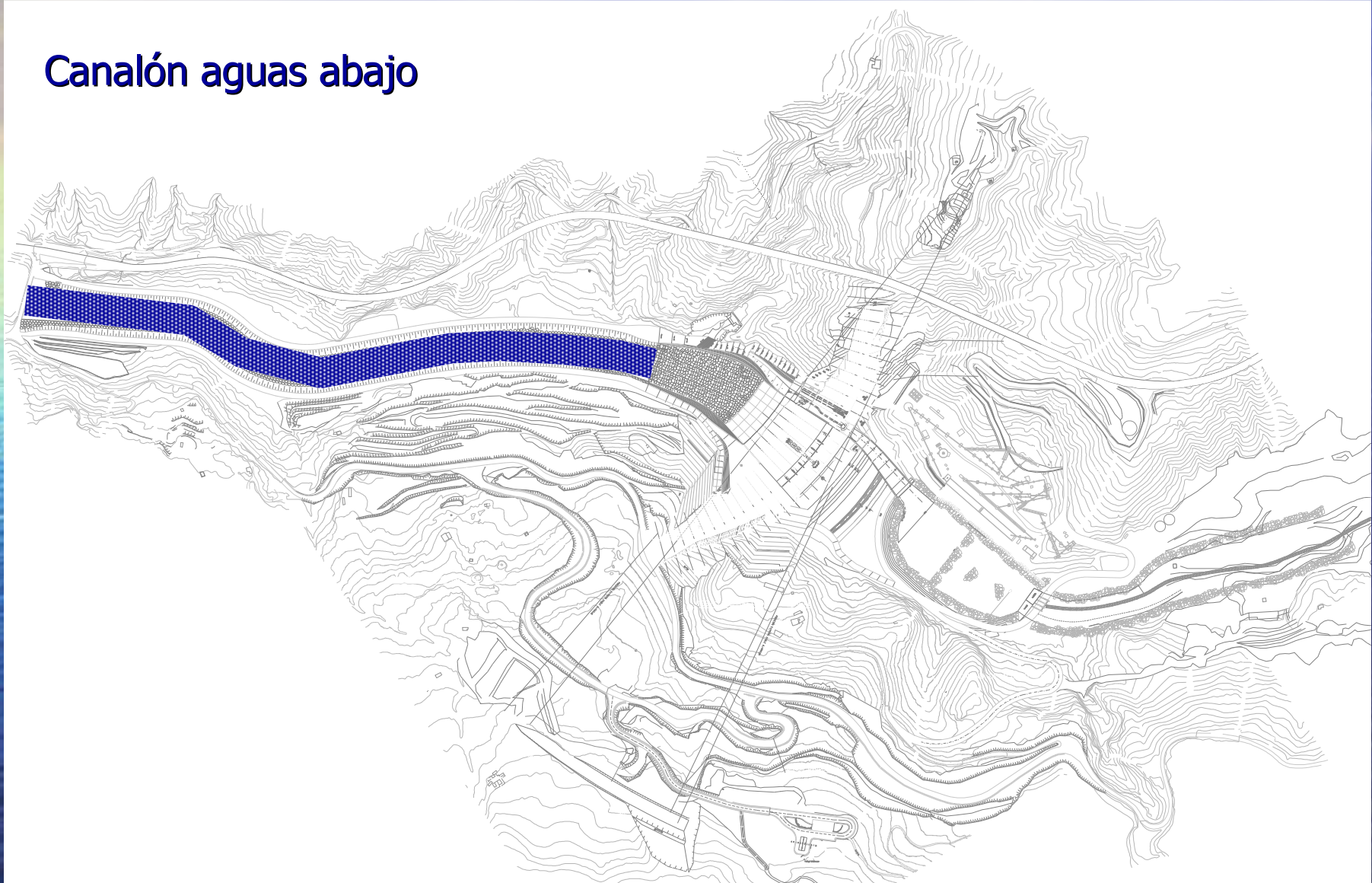
CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS

Planta general de las obras



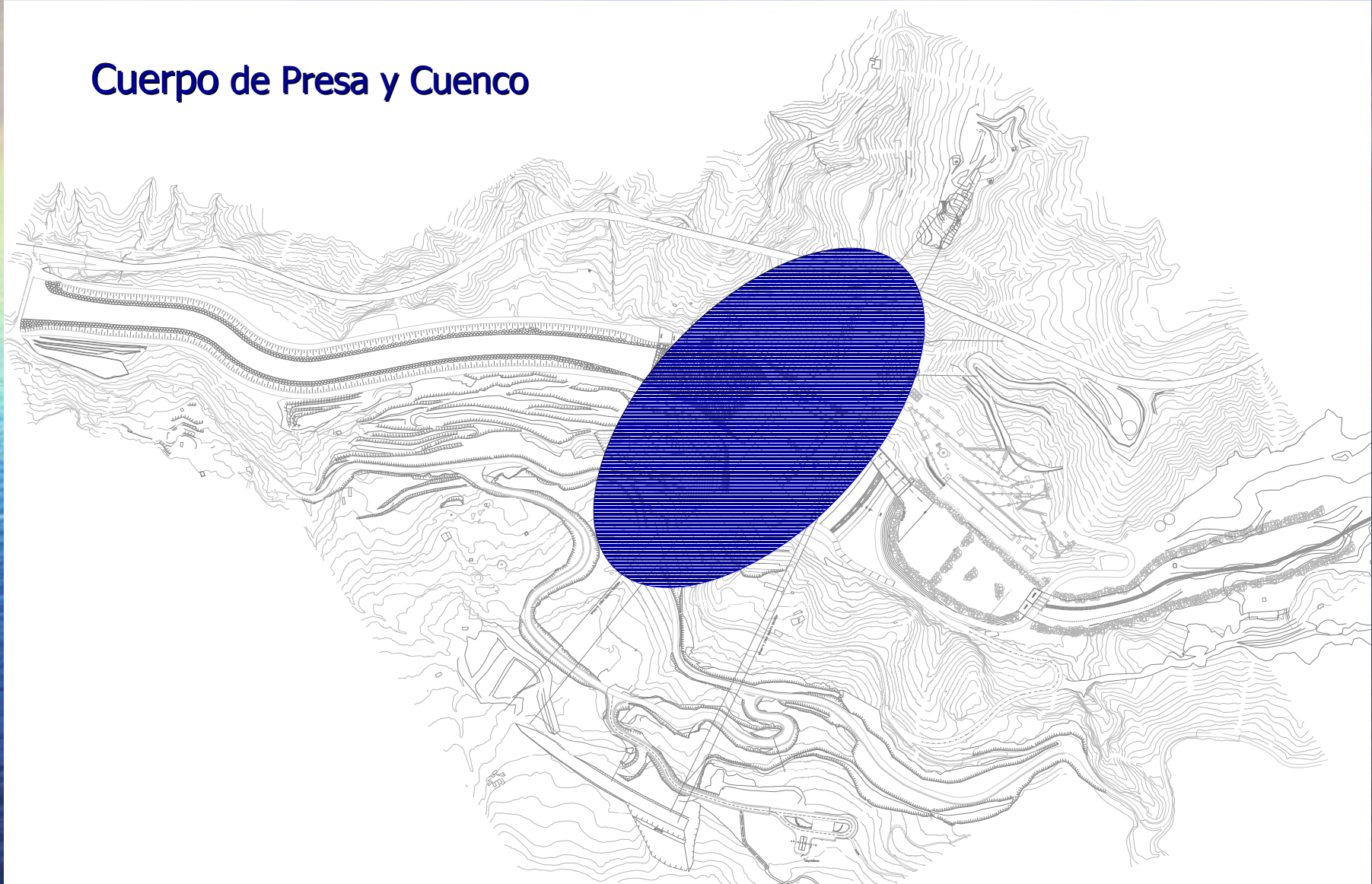
Planta general de las obras

Canalón aguas abajo



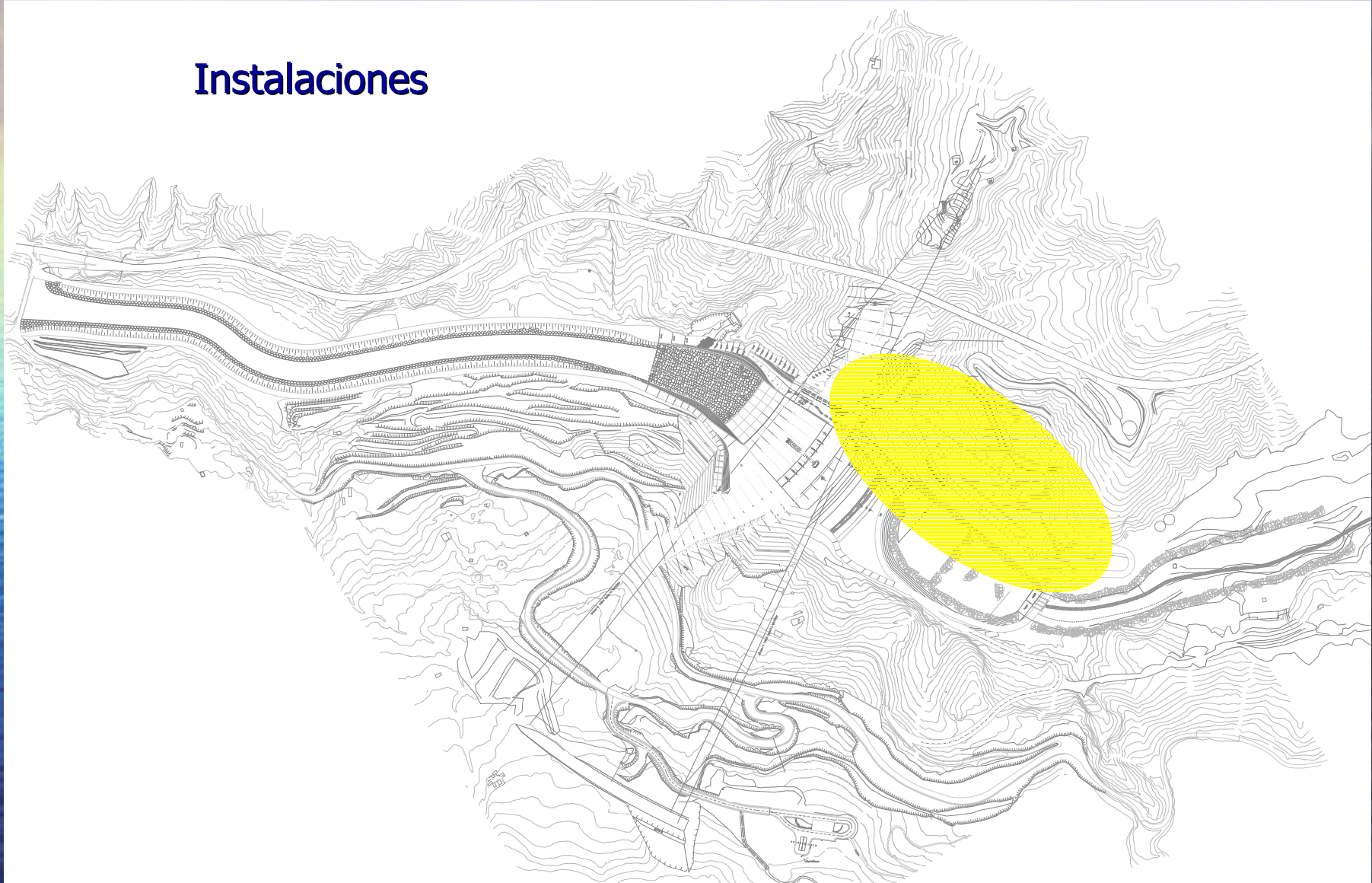
Planta general de las obras

Cuerpo de Presa y Cuenco

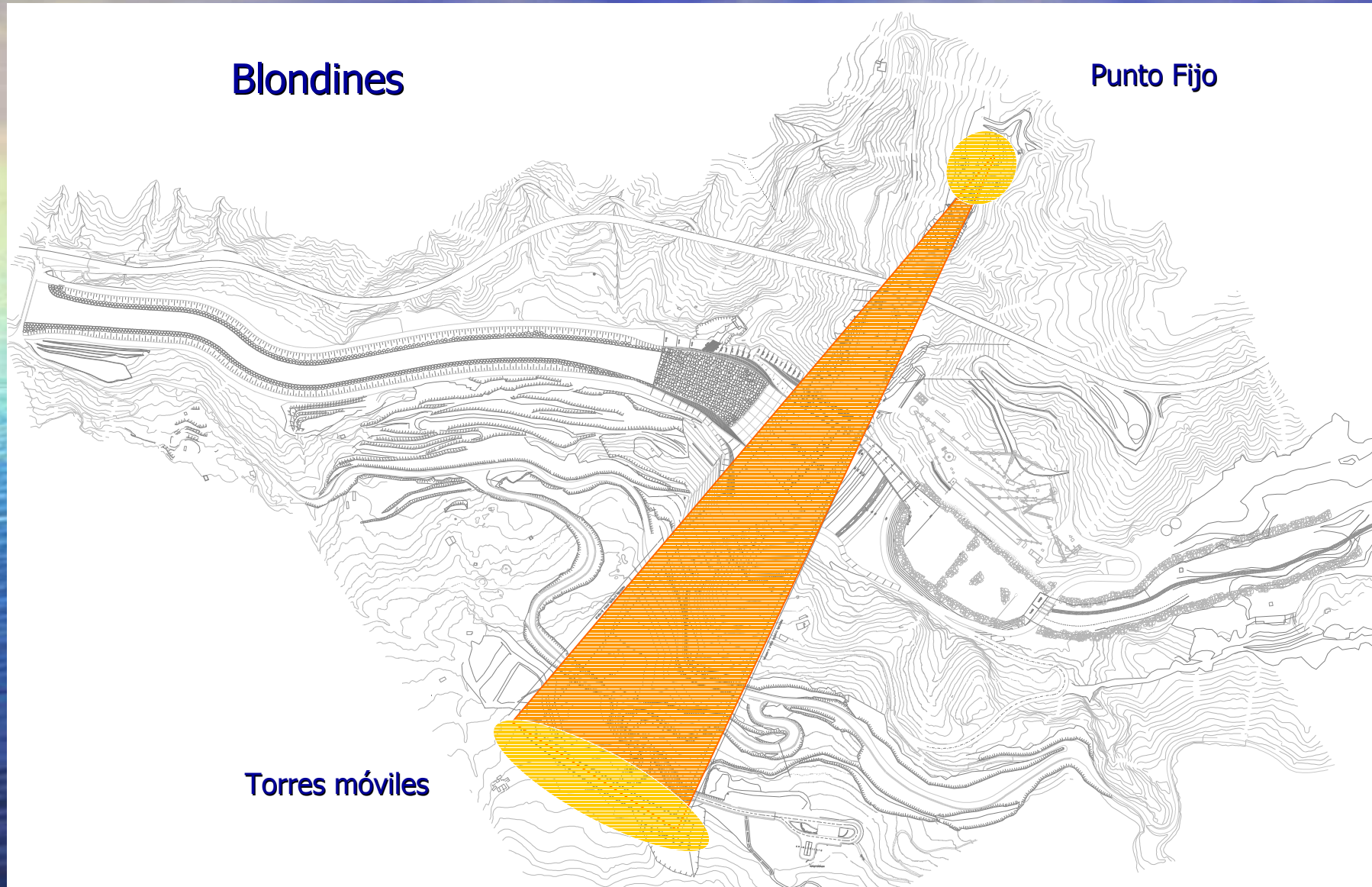


Planta general de las obras

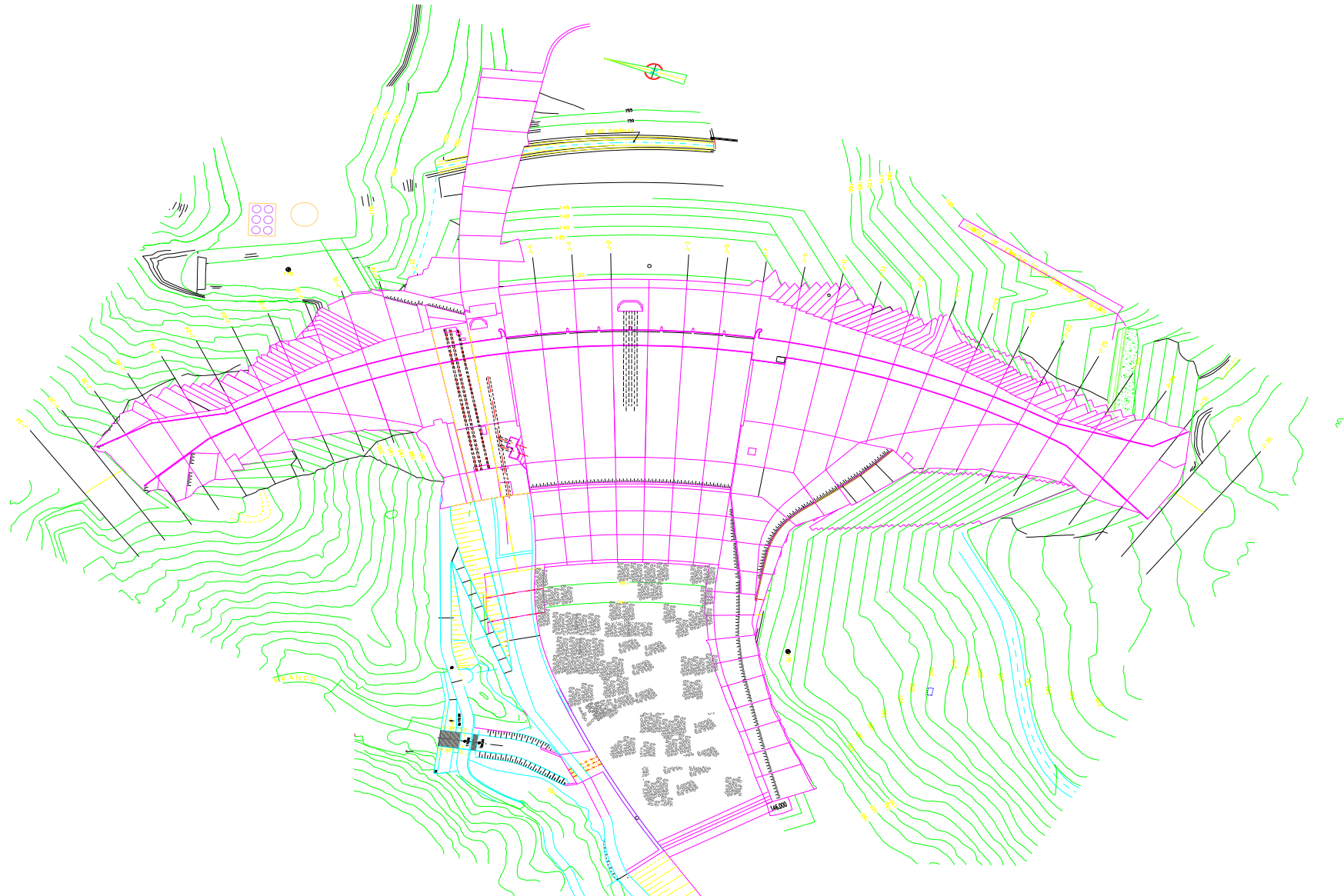
Instalaciones



Planta general de las obras

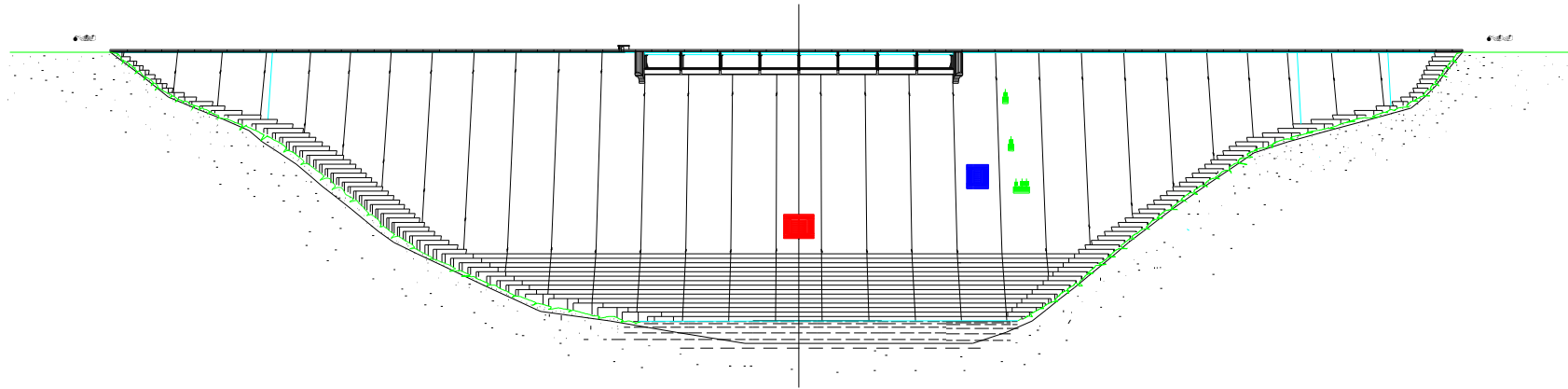


Planta de la presa

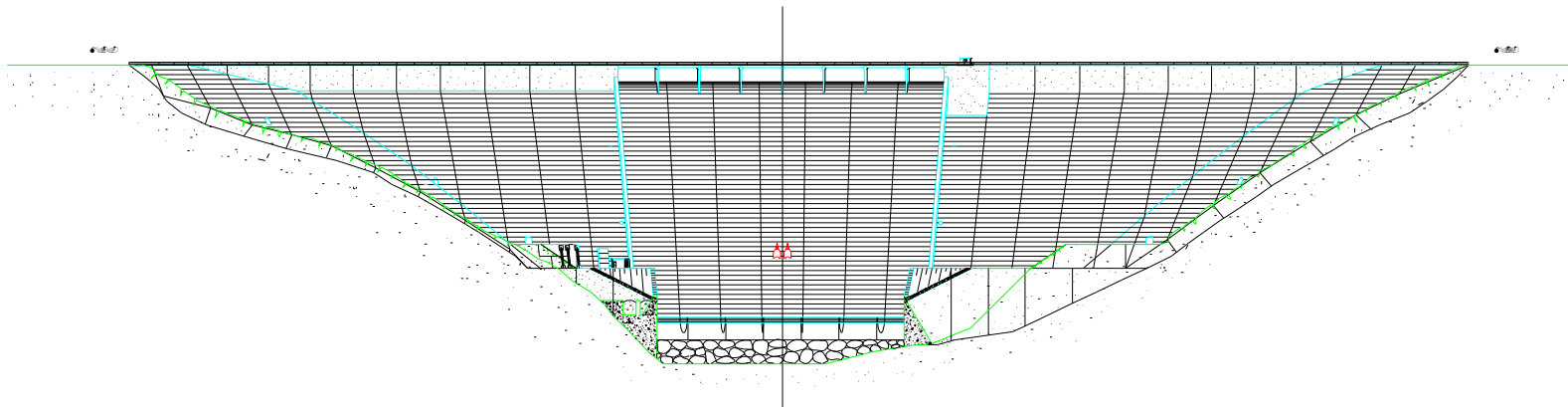


Alzados de la presa

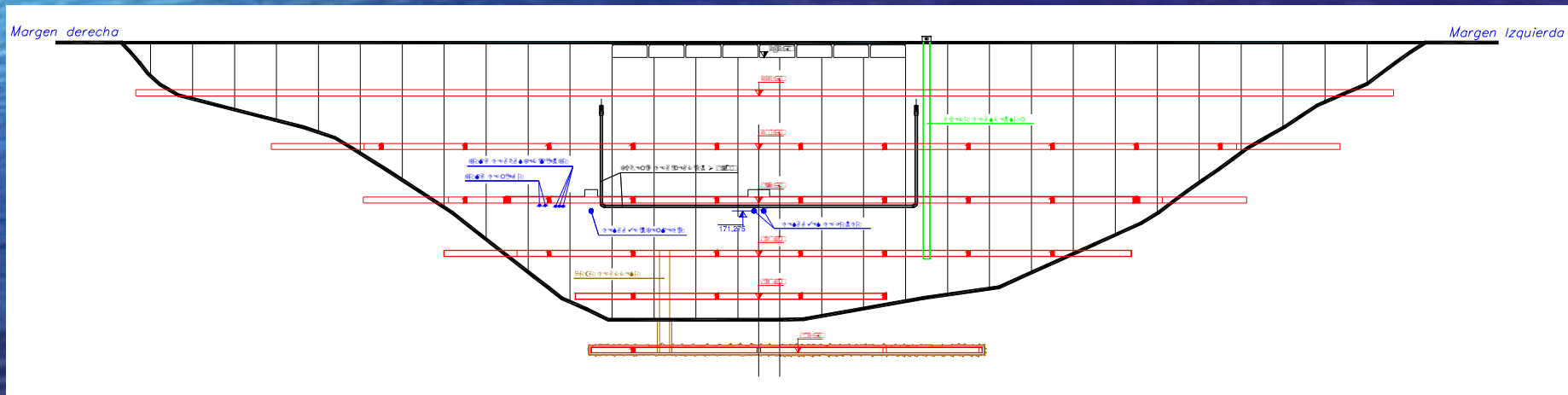
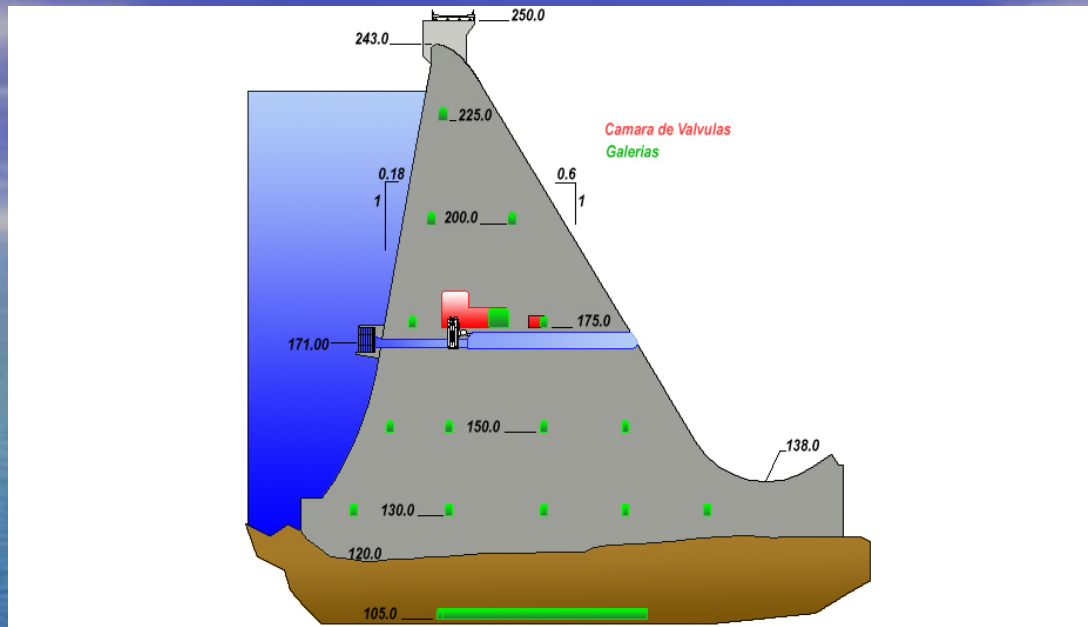
Alzado aguas arriba



Alzado aguas abajo



Seccion tipo de la presa por aliviadero



Alzado galerias

Características de la presa

- Tipología..... Gravedad planta curva
- Talud aguas arriba..... 0.18 / 1
- Talud aguas abajo..... 0.60 / 1
- Cota de coronación.....**250 m**
- Altura de la presa sobre cauce.....**100 m**
- Altura máxima sobre cimientos.....**130 m**
- Longitud de coronación**620 m**
- Radio..... **500 m**

Desvío provisional del río

- Utilización de la anchura del valle en artesa para desviar el río por una u otra margen durante la construcción.
- Canal a cielo abierto por margen izquierda para construcción de bloques y desvío definitivo en margen derecha.







Desvío definitivo del río

- Tipo: Canal de desvío en la margen derecha.
- 2 conductos de 6 x 6 m. en cuerpo de presa.
- Longitud del canal: 475 m
- Capacidad: 1000 m³/s
- Ataguías: Presas de materiales sueltos con pantallas de bentonita-cemento









Aliviadero y cuenco amortiguador

- Tipo:
De labio fijo con trampolín sumergido
- Número de vanos: **8**
- Ancho libre de los vanos: **16,54 m**
- Ancho total del aliviadero: **132,30 m**
- Cota del umbral del vertedero: **243,00 m**
- Capacidad de evacuación: **6100 m³/s**



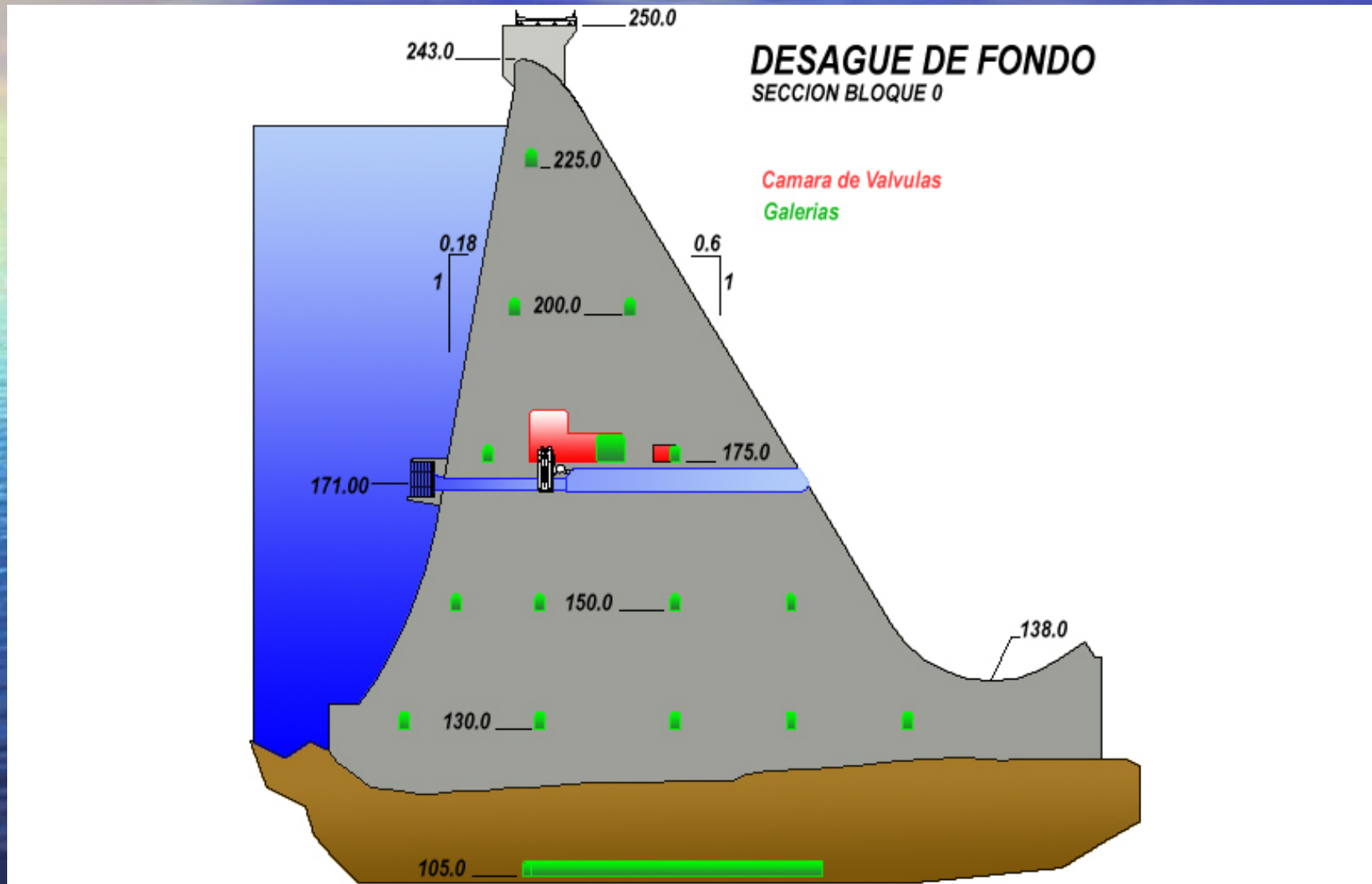




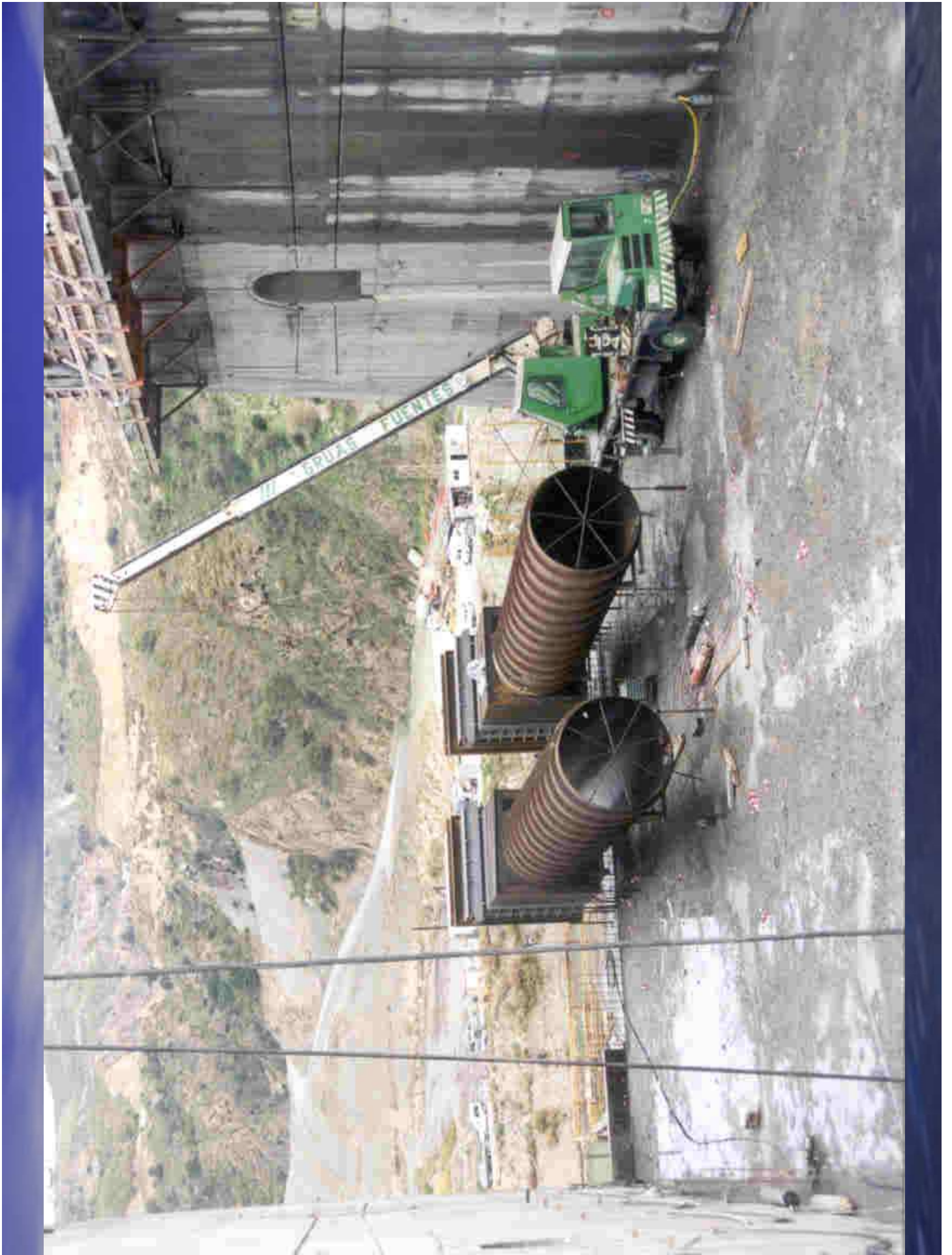
Desagüe de fondo

- Número de conductos: **2 ϕ 2.00m**
- Cota del umbral de la embocadura:
171,275
- Compuertas de seguridad:
Bureau de 1,60 x 2,00 m
- Compuertas de regulación:
Bureau de 1,60 x 2,00 m
- Capacidad de desagüe:
187,00m³/s

Desagüe de fondo





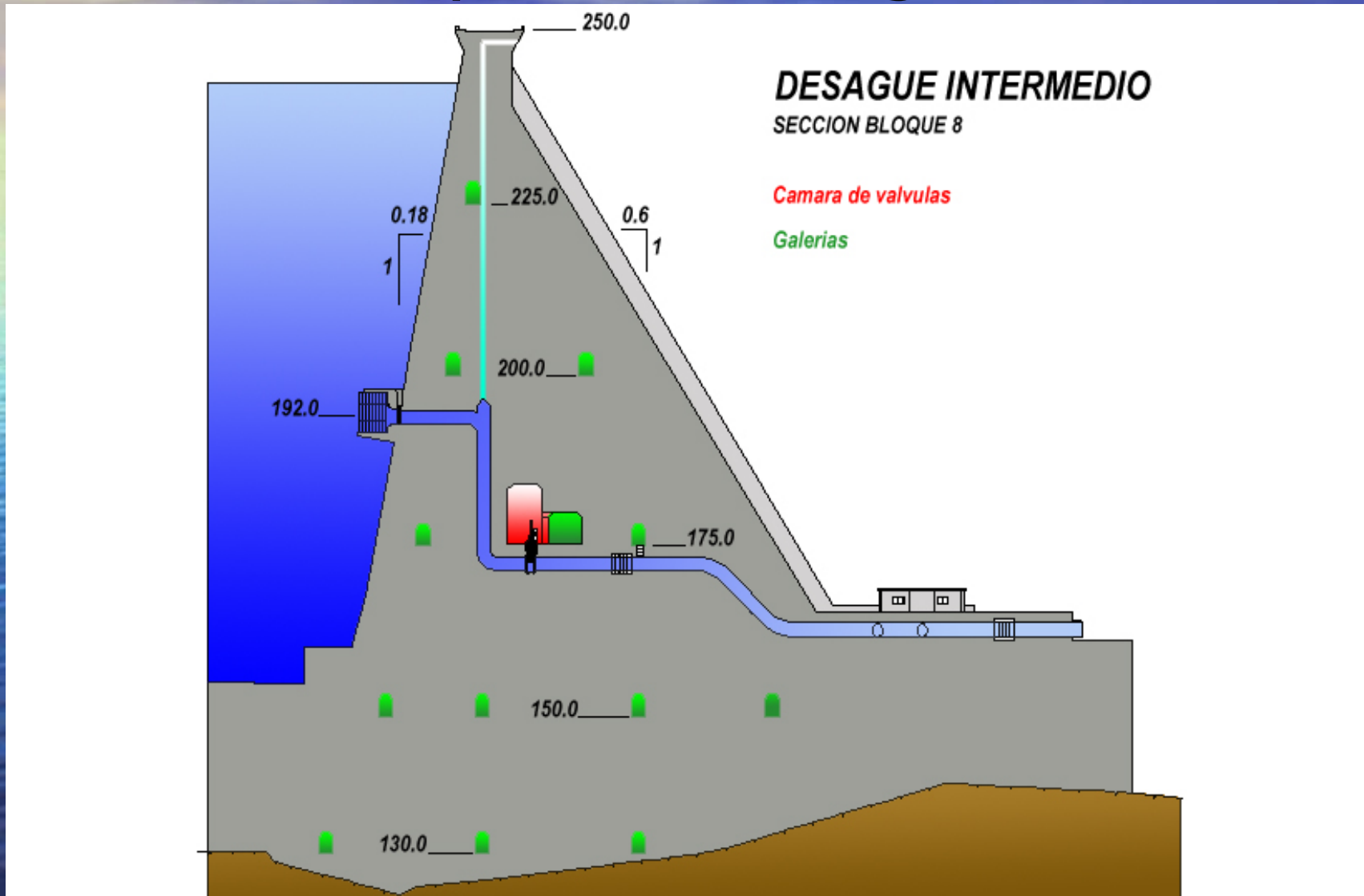




Desagüe intermedio, toma para central hidroeléctrica y toma ecológica

- Tipo: un conducto de \varnothing 2,00 m con dos derivaciones de \varnothing 1,50 m
- Compuerta del conducto común: Válvula Bureau de 1,60 x 2,00 m
- Cota del umbral de la toma: 192,50 m
- Compuertas de servicio: dos Howell-Bunger de \varnothing 1,5 m
- Compuertas de emergencias: dos Válvulas Bureau de 1,20 x 1,50 m

Desagüe intermedio, toma para central hidroeléctrica y toma ecológica





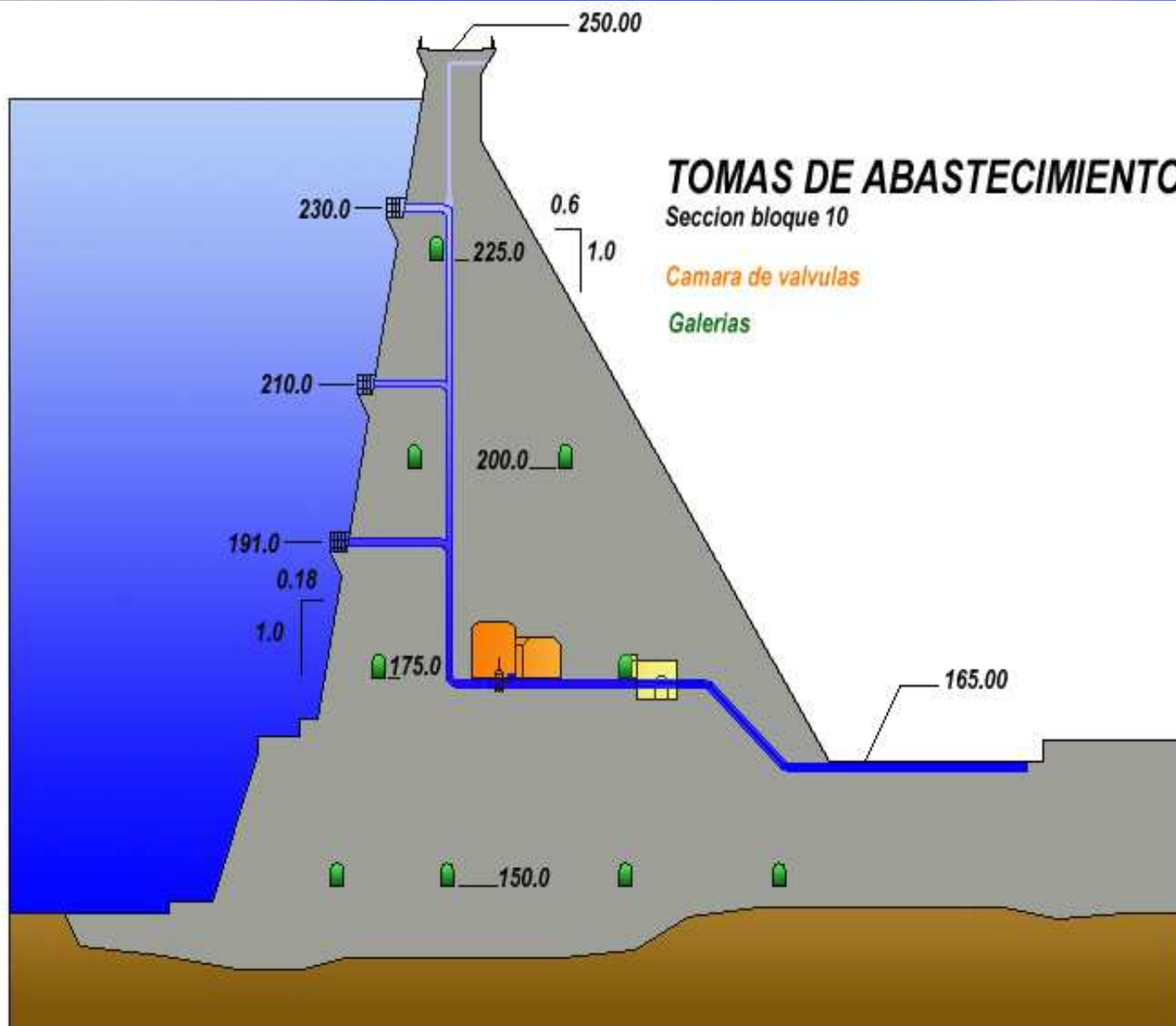




Toma para abastecimiento

- Número de conductos:
3 Tomas a diferentes cotas
- Diámetro: **0,80 m**
- Niveles de toma:
191,00 – 210,00 – 230,00
- Válvulas de seguridad:
1 válvula compuerta por conducto
- Válvulas de regulación:
1 válvula compuerta por conducto

Toma para abastecimiento





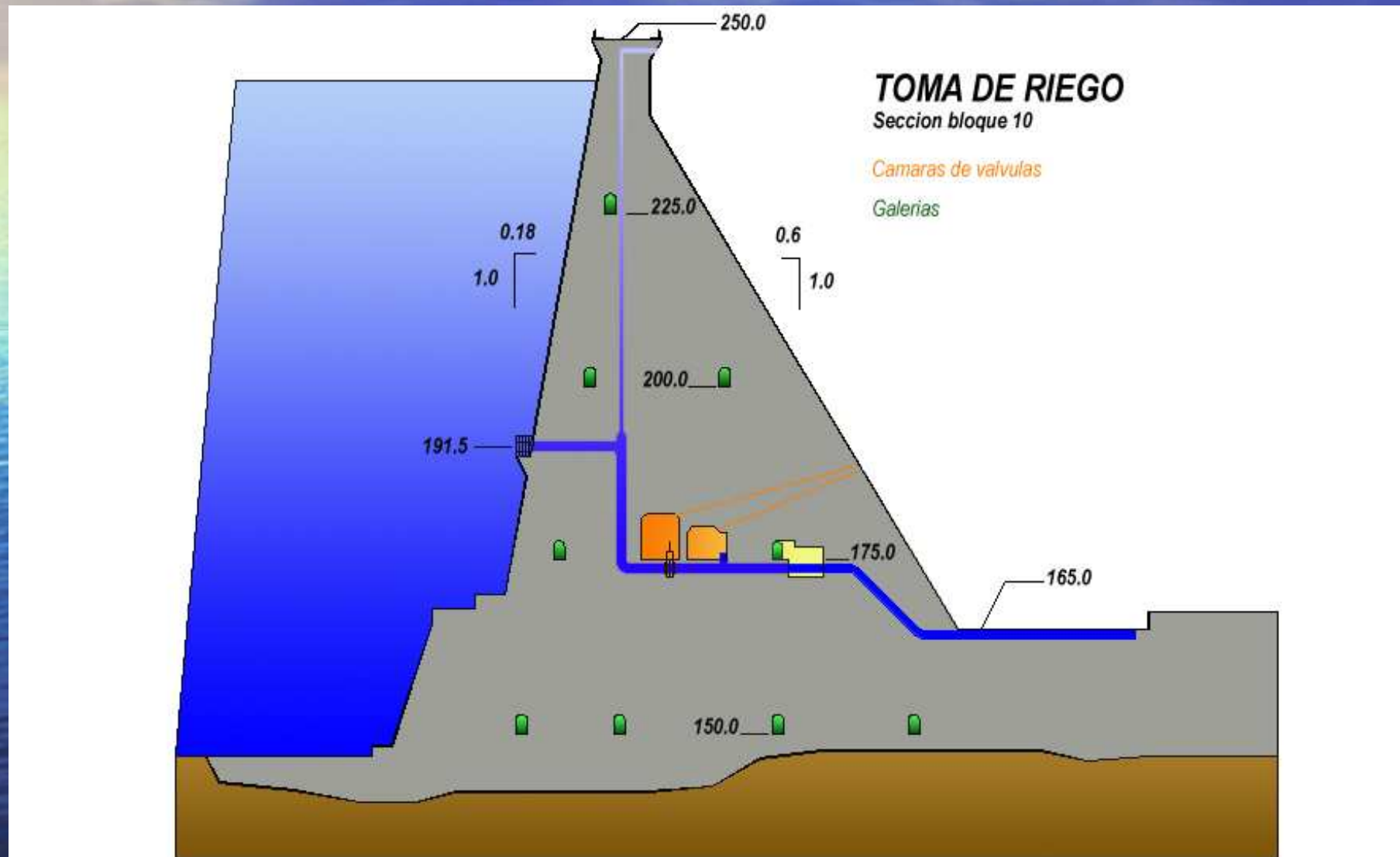


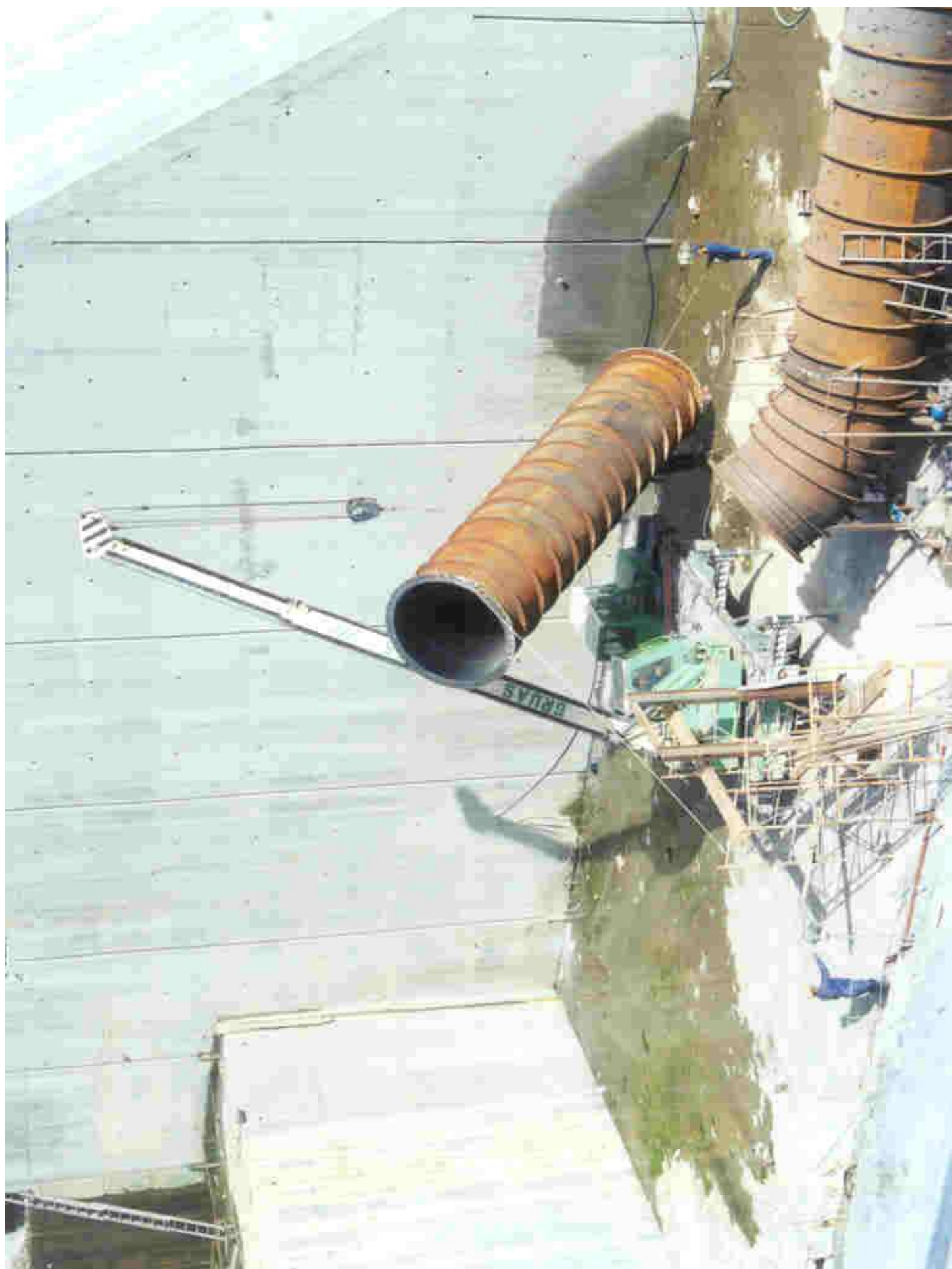


Toma de riegos

- Tipo: 2 conductos de \varnothing 1 m
- Válvulas de regulación:
Válvula Bureau de 0,80x1,00 m
- Compuertas de seguridad:
Válvula Bureau de 0,80x1,00 m
- Cota del eje a la entrada: 191,50 m
- Cota del eje a la salida: 164,30 m

Toma de riegos







Presupuestos

- **Presupuesto del Proyecto Modificado:**

- Presupuesto de Ejecución Material:

17.550.687.020 pts

- Presupuesto de Ejecución por Contrata:

22.345.147.194 pts

- Presupuesto para conocimiento de la Administración:

26.754.303.177 pts

- **Presupuesto del Proyecto Complementario:**

- Presupuesto de Ejecución por Contrata:

5.174.782.271 pts



PROCESO CONSTRUCTIVO

Dimensionamiento de Instalaciones

- Volumen tongadas máximas de hormigón: 2400 m³
- Altura de tongadas: 2 m
- Altura de subtongadas: 50 cm
- Volumen de subtongada: 600 m³
- Tiempo de ejecución de subtongada: 3 h
- Producción máxima de planta de hormigón: 200 m³/h
- Rendimiento horario de la planta 1,20 x 200: 240 m³/h
- Instalación de áridos dimensionada para: 600 Tn/h
- 2 Blondines de 6 m³ cada uno: 240 m³/h

Instalaciones de obra (I)

Necesidades de áridos.

- Materiales y tamaños:

– Arena fina (0-1.75)	1.175.000 Tn	22%
– Arena gruesa (1.75-5)	400.000 Tn	8%
– Arido grueso 1 (5-25)	1.300.000 Tn	25%
– Arido grueso 2 (25-50)	900.000 Tn	17%
– Arido grueso 3 (50-100)	1.475.000 Tn	28%
– Producción prevista:	5.250.000 Tn	

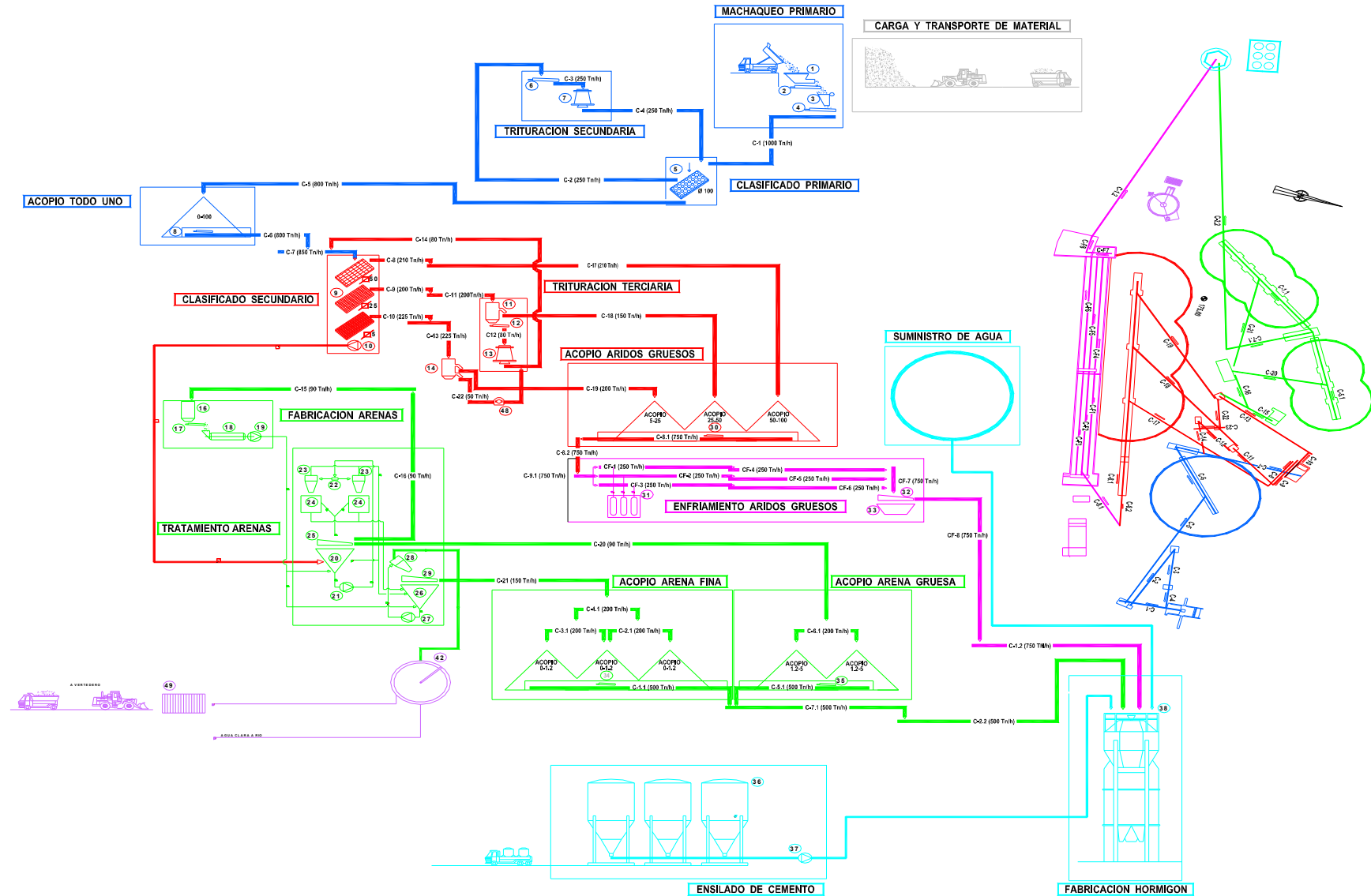
Instalaciones de obra (I)

Producción de áridos

- Extracción de áridos

- Extracción: cauce del río Guadalfeo
- Características del árido: aluvial rodado
- Explotación: bancos a cielo abierto con máquinas retroexcavadoras, palas cargadoras y transporte mediante camiones.
- Extensión: 45 Ha
- Potencia media: 6 m
- Producción prevista: 5.750.000 Tn

Diagrama de flujo: Instalación de áridos y central de hormigonado



Instalaciones de obra (II)

- Tratamiento primario
 - Alimentación: camiones desde gravera
 - Fragmentación: machacadora de mandíbulas de simple efecto, de 1000 x 1200 m.m.
 - Clasificación de tamaño 0-100m.m.: bandeja vibrante en vía seca de 8' x 20'.
 - Trituración de tamaños >100m.m.: Molino giratorio de cono de 13" x 36"
 - Silo pulmón: de material todo uno 0-100m.m. con galería inferior de extracción.
 - Producción máxima: 1100 Tn/hora.

Tratamiento primario



Instalaciones de obra (III)

- Tratamiento secundario
 - Clasificación: doble zaranda por vía húmeda de 8' x 20' con 3 bandejas de corte.
 - Trituración de excedentes (5-25) y (25-50): molino giratorio de cono de 3" x 36" y arenero TMI-2
 - Acopios: (5-25), (25-50) y (50-100)
 - Transporte a enfriamiento: galería inferior de extracción.
 - Producción máxima: 800 Tn/hora.

Instalaciones de obra (IV)

- Tratamiento terciario
 - Alimentación: bomba de arenas de 10" a cuba de transferencia CU-55.
 - Clasificación: hidro-mecánica de arena gruesa (1.75-5) con 4 hidro-ciclones CI-50 y 4 tamizadores estáticos de poliamida.
 - Molienda excedente de arena gruesa: 4 molinos de barras 3600 x 1600.
 - Concentración: por hidro-ciclonado, de arena fina (0-1.75) en hidro-ciclones inclinados CI-65 y escurridores de poliuretano.
 - Acopios: dos de arena gruesa(1.75-5) y tres de arena fina (0-1.75) en silos montón.

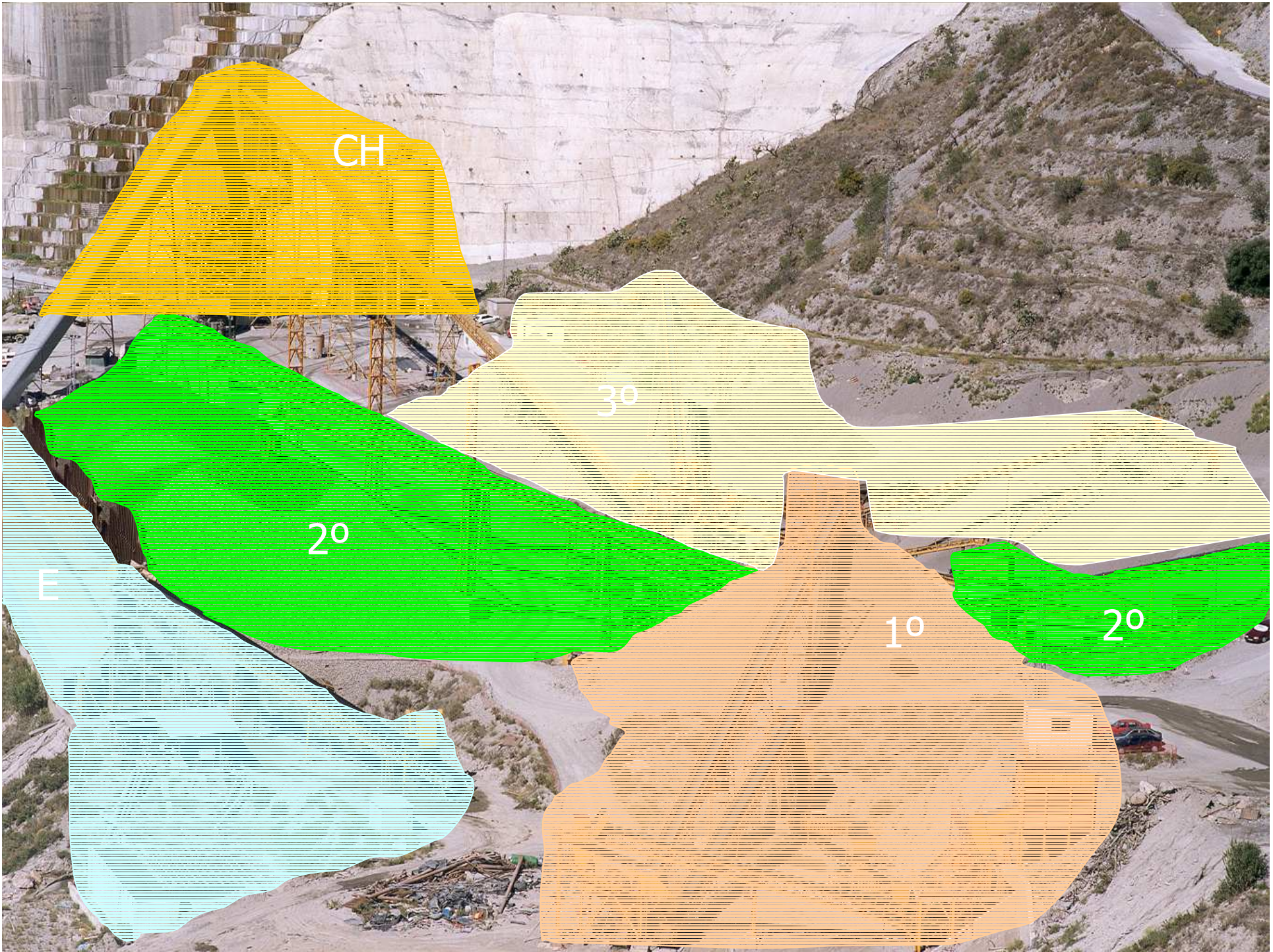
Instalaciones de obra (V)

- Tratamiento terciario
 - Extracción: galería subterránea y transporte a tolvas de planta de hormigón con cinta carenada.
 - Tratamiento de lodos sobrantes: clarificador CL-14 y prensa-lodos.
 - Producción máxima arena gruesa: 120 tn/hora
 - Producción máxima arena fina: 150 tn/hora



Instalaciones de obra (VI)

- Enfriamiento de áridos gruesos
 - Batería de 4 grupos de enfriamiento con intercambiador multitubular con inundación de refrigerante (NH_3) y (CH_2ClF_2)
 - Galería de frío de 160 m.l. con 6 cintas de 1600 m.m. baja velocidad y duchas superiores de agua fría a 5° .
 - Escurridor de 7' x 20'
 - Alimentación a tolvas de central de hormigonado mediante cinta aislada térmicamente.
 - Producción máxima: 550 Tn/hora.



Central de hormigonado (I)

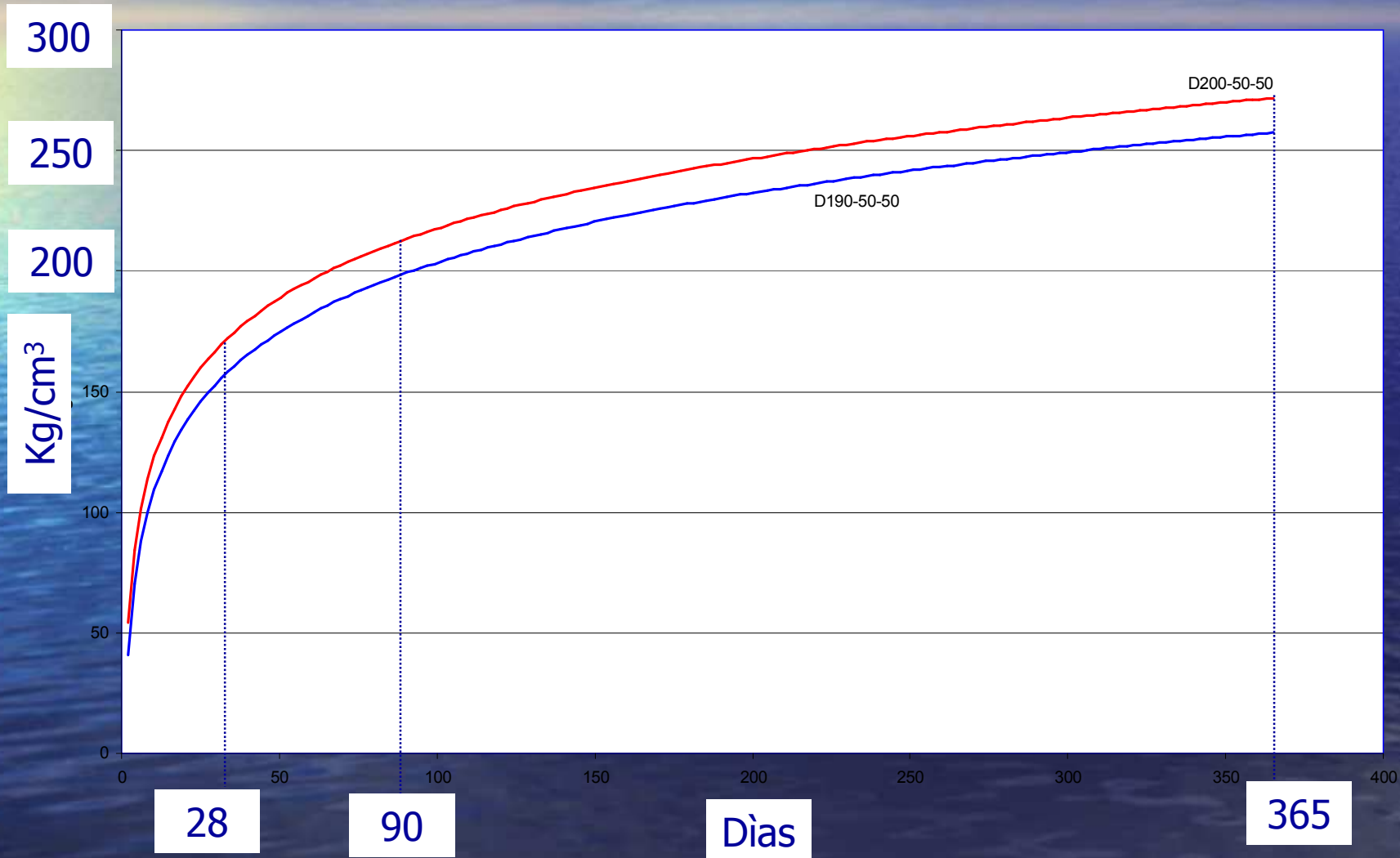
- Central de hormigonado
 - Ensilado superior para cinco áridos y silo de cemento de 60 Tn.
 - Torre compuesta por 4 hormigoneras bicónicas con capacidad útil de 3 m³
 - Sistema de dosificación de hormigón capaz de dosificar 1,3 ciclos/minuto.
 - 2 Tolvas de hormigón fresco de 6 m³ cada una
 - 6 Silos de cemento de 420 Tn cada uno con fluidificador FULLER e impulsión con compresor rotativo de paletas.
 - Producción máxima: 240 M³ / hora

Central de hormigonado (III)

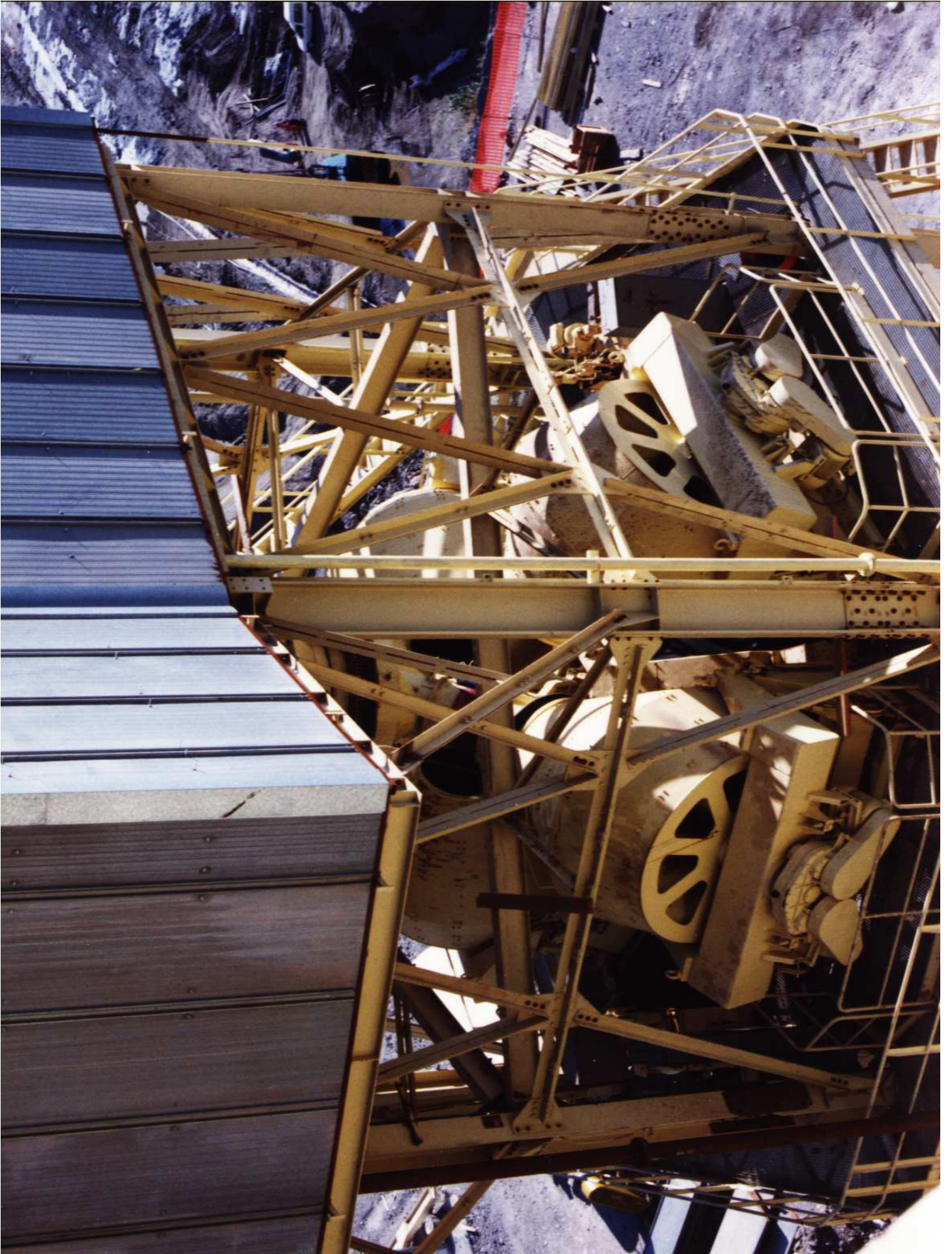
- Equipo de enfriamiento agua de amasado
 - Compuesto por intercambiador multitubular con inundación de refrigerante R-22, dos compresores CRV.

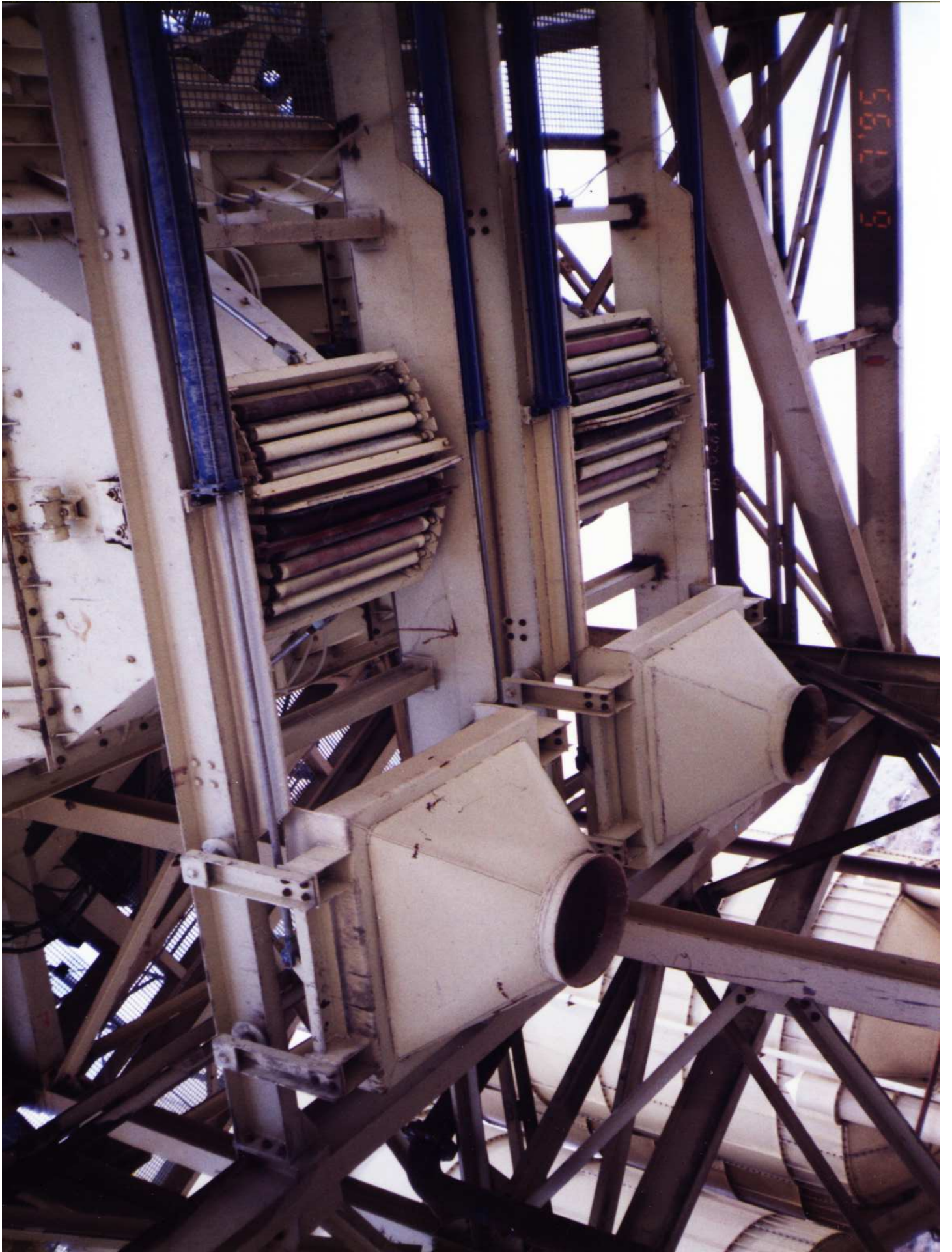
Características del hormigón

- Evolución resistencias hormigón con cemento 50-50









Puesta en obra del hormigón

- Transporte desde planta
 - Transporte a muelle de cazos con silobuses automotrices de $2 \times 6.5 \text{ m}^3$ sobre railes.
 - Cuatro cazos de 6 m^3 de capacidad y accionamiento hidráulico.
 - Elevación y transporte de cazos a los bloques mediante 2 blondines de 20 Tn de capacidad de carga.



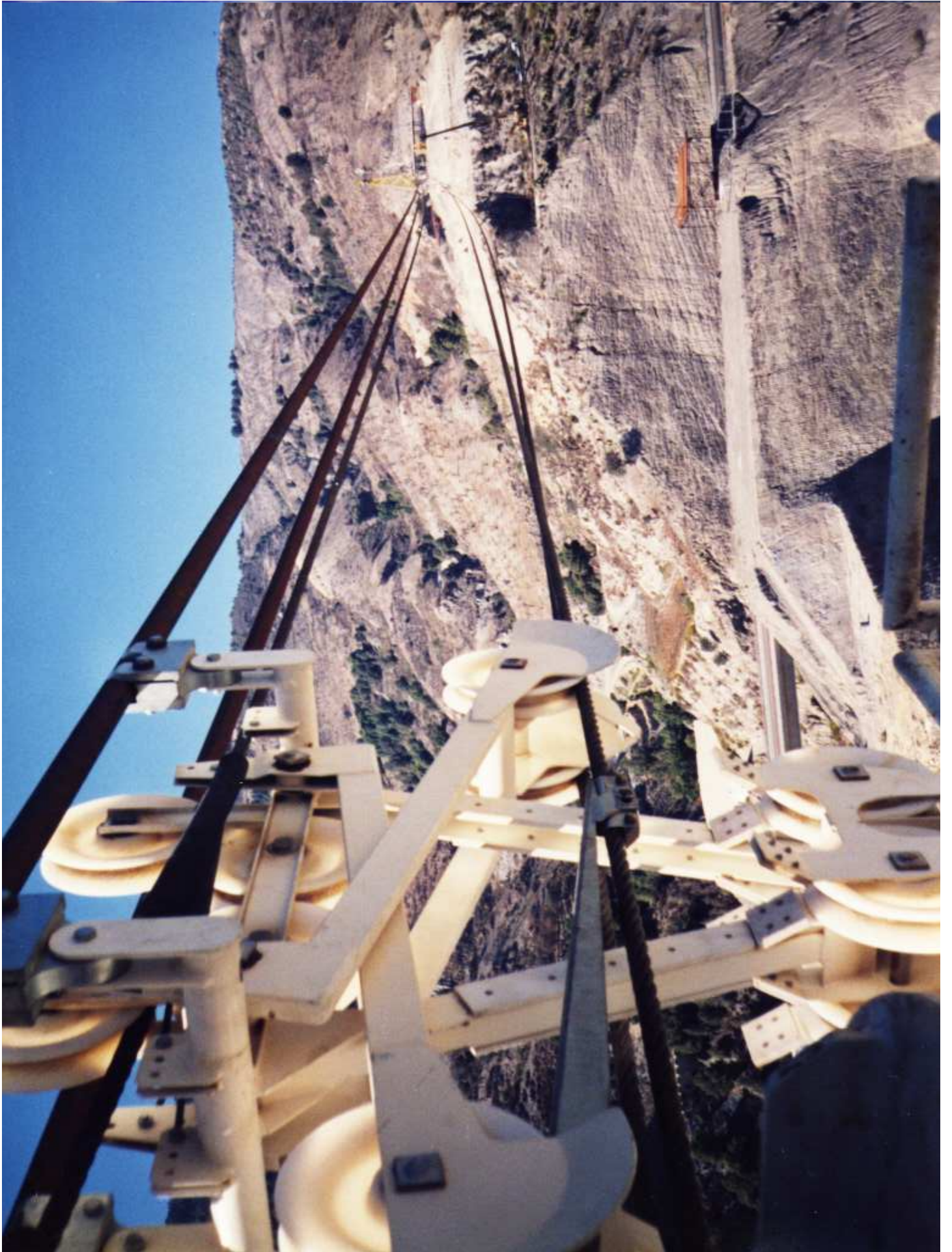


Puesta en obra del hormigón

- Blondines
 - 2 blondines radiales de 20Tn de capacidad de carga cada uno.
 - Luz del vano: 1280 m.
 - Velocidad de traslación: 7 m/s.
 - Velocidad de elevación y descenso: 2.5 m/s.
 - 2 torres fijas de 20 m. de altura.
 - 2 torres móviles de 15 m. de altura.
 - Longitud de vía de rodadura de torres móviles: 240 m.







Blondines

Transporte de maquinaria



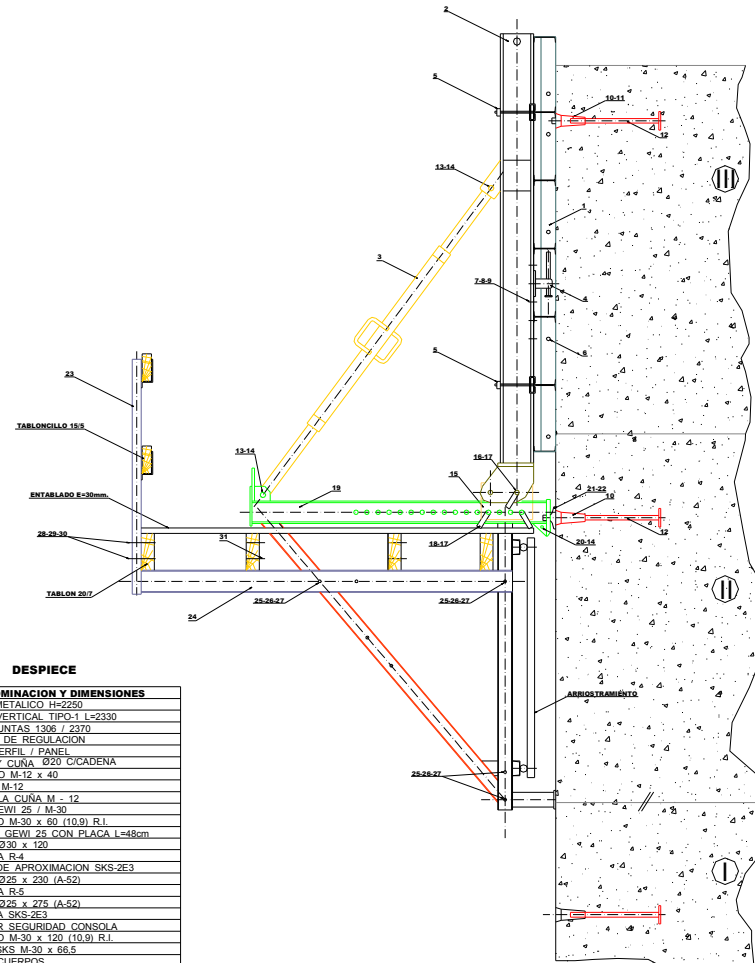
Encofrado trepante

- Tipo PERI, con paneles metálicos de 5.05 x 2.25 m, consolas, conos Gewi y plataformas de trabajo adosadas.
- 310.000 m² de superficie encofrada.

Encofrado

Fase A

FASE A: POSICION INICIAL



DESPIECE

Nº	DENOMINACION Y DIMENSIONES
1	PANEL METALICO H=2250
2	PERFIL VERTICAL TIPO-1 L=2330
3	TORNAPUNTAS 1306 / 2370
4	HUSILLO DE REGULACION
5	BRIDA PERFIL / PANEL
6	BULON Y CUÑA Ø20 C/CADENA
7	TORNILLO M-12 x 40
8	TUERCA M-12
9	ARANDELA CUÑA M - 12
10	CONO GEWI 25 / M-30
11	TORNILLO M-30 x 60 (10.9) R.I.
12	ANILLO GEWI 25 CON PLACA L=48mm
13	BULON Ø30 x 120
14	GRUPILLA R-4
15	CARRO DE APROXIMACION SKS-2E3
16	BULON Ø25 x 230 (A-52)
17	GRUPILLA R-5
18	BULON Ø25 x 275 (A-52)
19	CONSOLA SKS-2E3
20	PASADOR SEGURIDAD CONSOLA
21	TORNILLO M-30 x 120 (10.9) R.I.
22	ANILLO SKS M-30 x 66.5
23	GUARDAJERROS
24	PLATAFORMA DE TRABAJO INTERMEDIA
25	TORNILLO M-16 x 110
26	TUERCA M-16
27	ARANDELA M-16
28	TORNILLO M-8 x 150
29	TUERCA M-8
30	ARANDELA M-8
31	TIRAFONDO 8 / 60

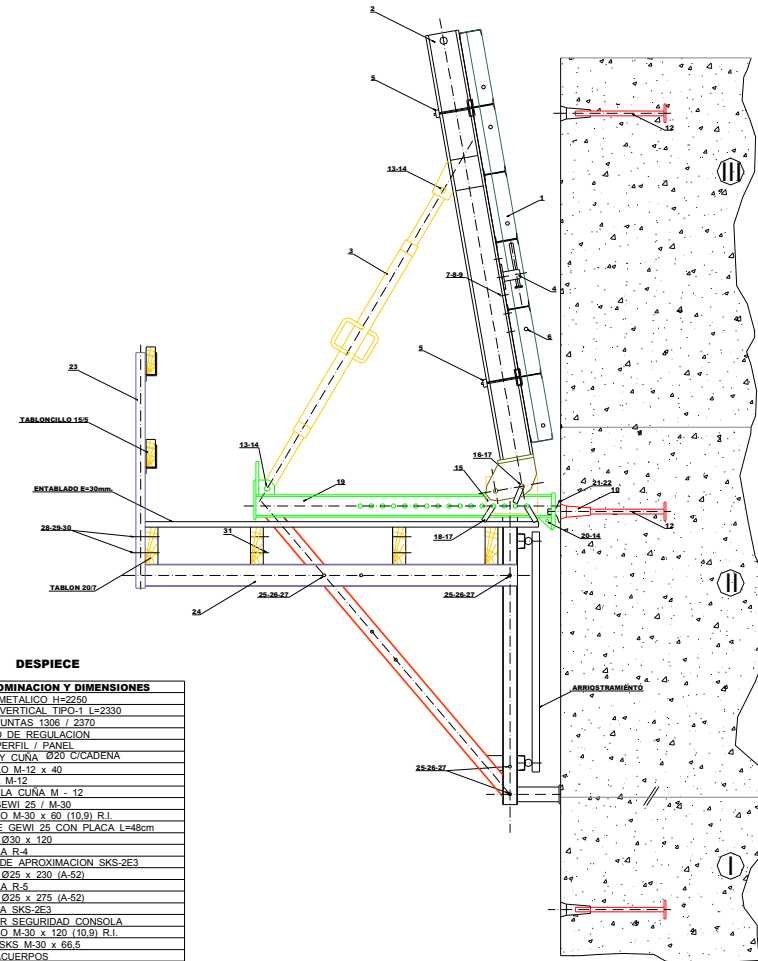
SECUENCIA DE TRABAJO

- A.1.- Retirada del tornillo M-30 (11)
- A.2.- Despegar panel metálico (1) del hormigón actuando sobre el tornapuntas (3) y carro de aproximación (15)
- A.3.- Retirada cono GEWI 25 (10)

Encofrado

Fase B

FASE B: DEENCOFRADO



DESPIECE

Nº	DENOMINACION Y DIMENSIONES
1	PANEL METALICO H=2250
2	PERFIL VERTICAL TIPO-1 L=2330
3	TORNAPUNTAS 1306 / 2370
4	HUSILLO DE REGULACION
5	BRIDA PERFIL / PANEL
6	BULON Y CUÑA Ø20 C/CADENA
7	TORNILLO M-12 x 40
8	TUERCA M-12
9	ARANDELA CUÑA M - 12
10	CONO GEWI 25 / M-30
11	TORNILLO M-30 x 60 (10.9) R.I.
12	ANCLAJE GEWI 25 CON PLACA L=48cm
13	BULON Ø30 x 120
14	GRUPILLA R-4
15	CARRO DE APROXIMACION SKS-2E3
16	BULON Ø25 x 230 (A-52)
17	GRUPILLA R-5
18	BULON Ø25 x 275 (A-52)
19	CONSOLA SKS-2E3
20	PASADOR SEGURIDAD CONSOLA
21	TORNILLO M-30 x 120 (10.9) R.I.
22	ANILLO SKS M-30 x 66.5
23	GUARDAUERROS
24	PLATAFORMA DE TRABAJO INTERMEDIA
25	TORNILLO M-16 x 110
26	TUERCA M-16
27	ARANDELA M-16
28	TORNILLO M-8 x 150
29	TUERCA M-8
30	ARANDELA M-8
31	TIRAFONDO 8 / 60

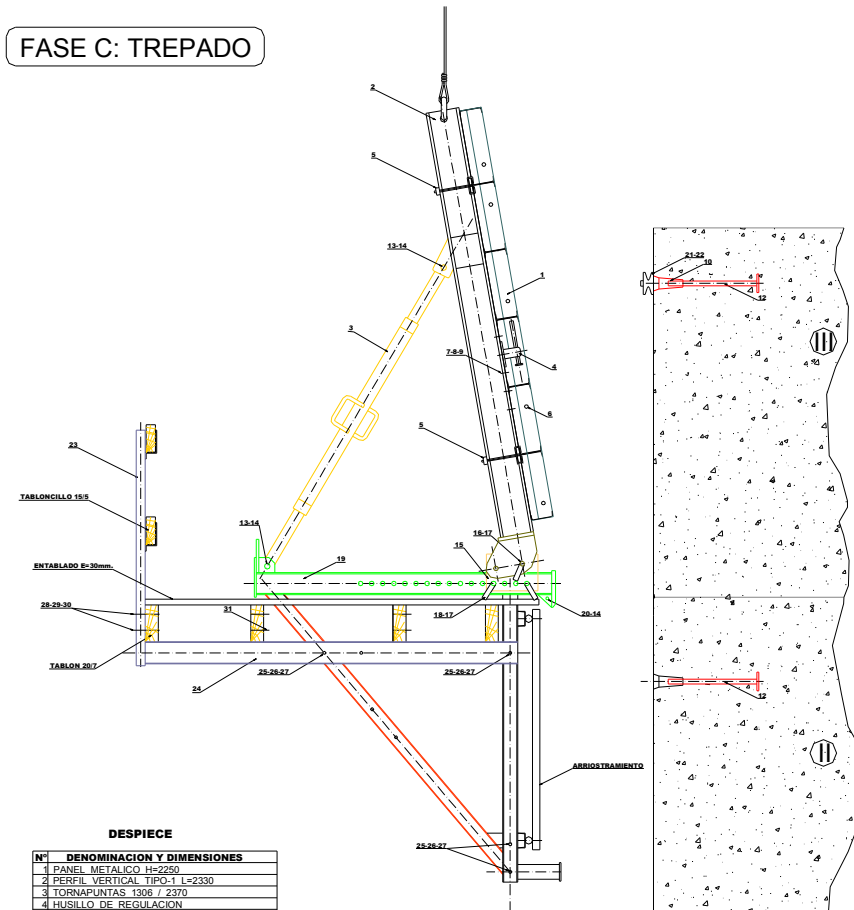
SECUENCIA DE TRABAJO

- B.1.- Estrobar el módulo completo
- B.2.- Retrada de grupilla (14) y pasador de seguridad (20)
- B.3.- Izado, con la ayuda de una grúa móvil, del módulo completo
- B.4.- Recuperación de tornillo M-30 (21), anillo SKS M-30 (22) y cono GEWI 25 (10)
- B.5.- Posicionado de todas las piezas recuperadas en el punto anterior en la tongada superior

Encofrado

Fase C

FASE C: TREPADO



DESPIECE

Nº	DENOMINACIÓN Y DIMENSIONES
1	PANEL METALICO H=2250
2	PERFIL VERTICAL TIPO-1 L=2330
3	TORNAPUNTAS 1308 / 2370
4	HUSILLO DE REGULACION
5	BRIDA PERFIL / PANEL
6	BULON Y CUÑA Ø20 C/CADENA
7	TORNILLO M-12 x 40
8	TUERCA M-12
9	ARANDELA CUÑA M - 12
10	CONO GEWI 25 / M-30
11	TORNILLO M-30 x 60 (10,9) R.I.
12	ANCLAJE GEWI 25 CON PLACA L=48cm
13	BULON Ø30 x 120
14	GRUPILLA R-4
15	CARRO DE APROXIMACION SKS-2E3
16	BULON Ø25 x 230 (A-52)
17	GRUPILLA R-5
18	BULON Ø25 x 275 (A-52)
19	CONSOLA SKS-2E3
20	PASADOR SEGURIDAD CONSOLA
21	TORNILLO M-30 x 120 (10,9) R.I.
22	ANILLO SKS M-30 x 66,5
23	GUARDAUERROS
24	PLATAFORMA DE TRABAJO INTERMEDIA
25	TORNILLO M-16 x 110
26	TUERCA M-16
27	ARANDELA M-16
28	TORNILLO M-8 x 150
29	TUERCA M-8
30	ARANDELA M-8
31	TIRAFONDO 8 / 60

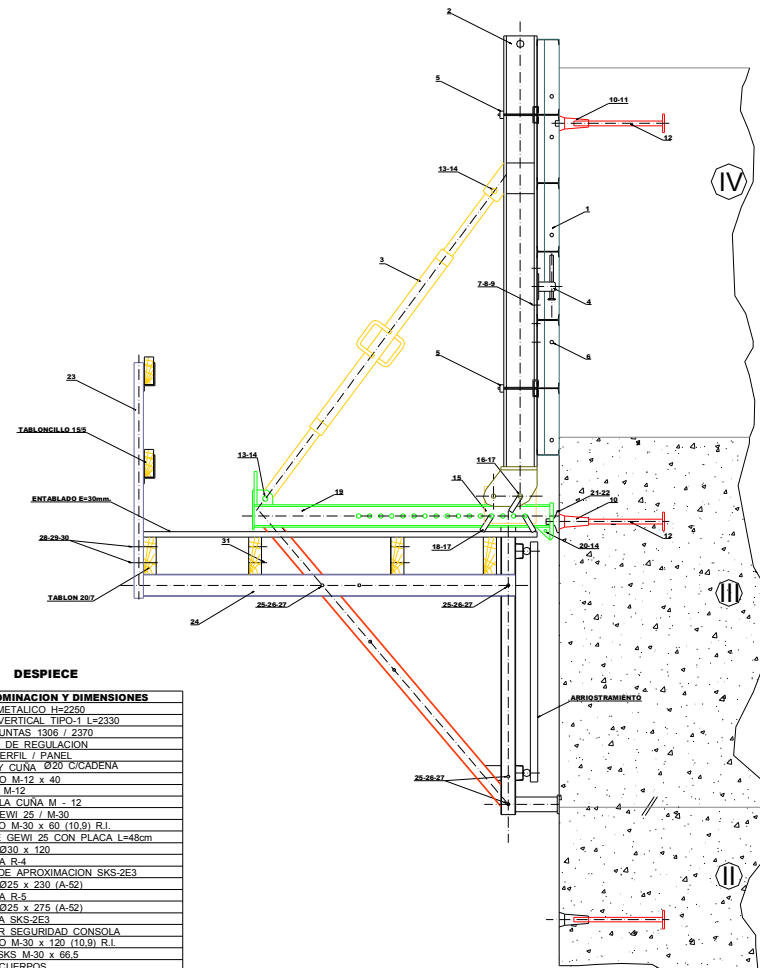
SECUENCIA DE TRABAJO

- C.1.- Colgar el módulo completo del anillo SKS M-30 (22)
- C.2.- Colocación de pasador de seguridad (20) y grupilla (14)
- C.3.- Desestibar el módulo completo
- C.4.- Aproximación del panel metálico (1) actuando sobre el tornapuntas (3) y el carro de aproximación (15)
- C.5.- Alineación y aplome del panel metálico (1)
- C.6.- Colocación, con el fin de realizar la siguiente trepa, de cono GEWI 25 (10) tornillo M-30 (11) y anclaje GEWI 25 (12)

Encofrado

Fase D

FASE D: HORMIGONADO



DESPIECE

Nº	DENOMINACION Y DIMENSIONES
1	PANEL METALICO H=2250
2	PERFIL VERTICAL TIPO-1 L=2330
3	TORNAPUNTAS 1308 / 2370
4	HUSILLO DE REGULACION
5	BRIDA PERFIL / PANEL
6	BULON Y CUNA Ø20 C/CADENA
7	TORNILLO M-12 x 40
8	TUERCA M-12
9	ARANDELA CUNA M - 12
10	CONO GEWI 25 / M-30
11	TORNILLO M-30 x 60 (10,9) R.I.
12	ANCLAJE GEWI 25 CON PLACA L=48cm
13	BULON Ø30 x 120
14	GRUPILLA R-4
15	CARRO DE APROXIMACION SKS-2E3
16	BULON Ø25 x 230 (A-50)
17	GRUPILLA R-5
18	BULON Ø25 x 275 (A-52)
19	CONSOLA SKS-2E3
20	PASADORS SEGURIDAD CONSOLA
21	TORNILLO M-30 x 120 (10,9) R.I
22	ANILLO SKS M-30 x 66,5
23	GUARDAPUERROS
24	PLATAFORMA DE TRABAJO INTERMEDIA
25	TORNILLO M-16 x 110
26	TUERCA M-16
27	ARANDELA M-16
28	TORNILLO M-8 x 150
29	TUERCA M-8
30	ARANDELA M-8
31	TIRAFONDO 8 / 60

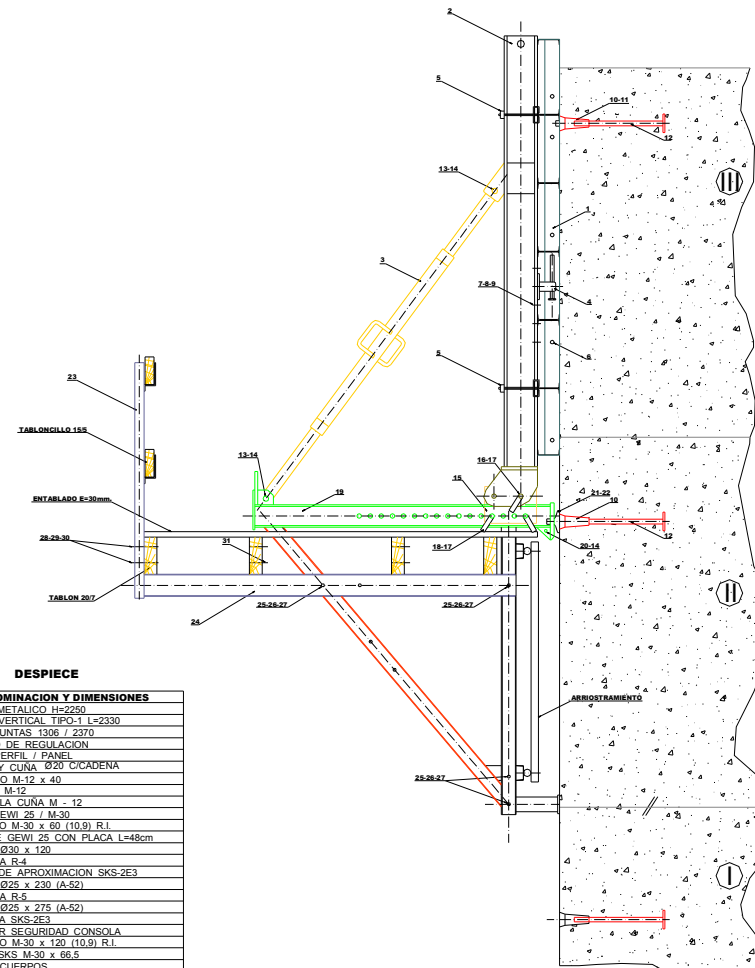
SECUENCIA DE TRABAJO

D.1.- Hormigonado

Encofrado

Fase E

FASE E: POSICION FINAL



DESPIECE

Nº	DENOMINACION Y DIMENSIONES
1	PANEL METALICO H=2250
2	PERFIL VERTICAL TIPO-1 L=2330
3	TORNAPUNTAS 1306 / 2370
4	HUSILLO DE REGULACION
5	BRIDA PERFIL / PANEL
6	BULON Y CUNA Ø20 C/CADENA
7	TORNILLO M-12 x 40
8	TUERCA M-12
9	ARANDELA CUNA M - 12
10	CONO GEWI 25 / M-30
11	TORNILLO M-30 x 60 (10.9) R.I.
12	ANCLAJE GEWI 25 CON PLACA L=48cm
13	BULON Ø30 x 120
14	GRUPILLA R-4
15	CARRO DE APROXIMACION SKS-2E3
16	BULON Ø25 x 230 (A-52)
17	GRUPILLA R-5
18	BULON Ø25 x 275 (A-52)
19	CONSOLA SKS-2E3
20	PASADORS SEGURIDAD CONSOLA
21	TORNILLO M-30 x 120 (10.9) R.I.
22	ANILLO SKS M-30 x 66,5
23	GUARDAUERPOS
24	PLATAFORMA DE TRABAJO INTERMEDIA
25	TORNILLO M-16 x 110
26	TUERCA M-16
27	ARANDELA M-16
28	TORNILLO M-8 x 150
29	TUERCA M-8
30	ARANDELA M-8
31	TIRAFONDO Ø / 60







Extendido

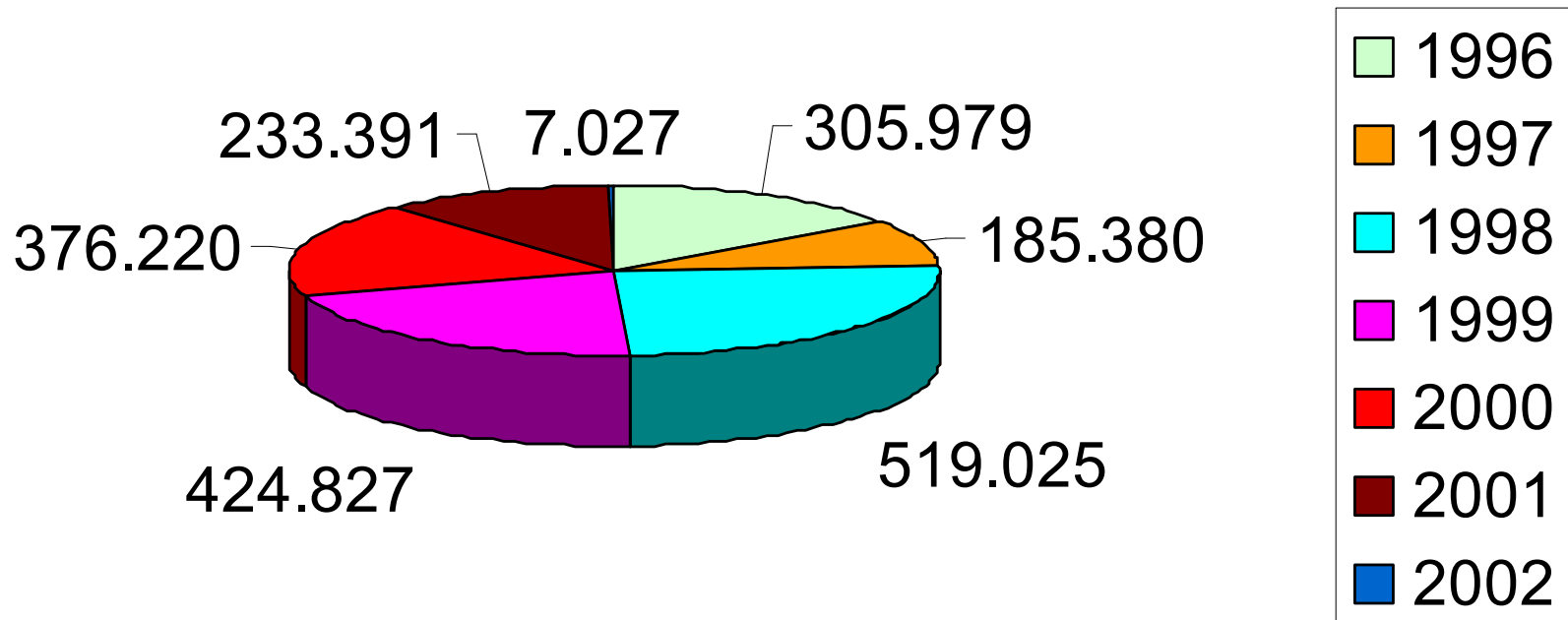
- Formado por dos bulldozer Komatsu mod. D-37 de 80 CV de potencia, con regulación del ángulo de ataque del dozer y otro Komatsu mod. D-31 de 70 CV.

Vibrado

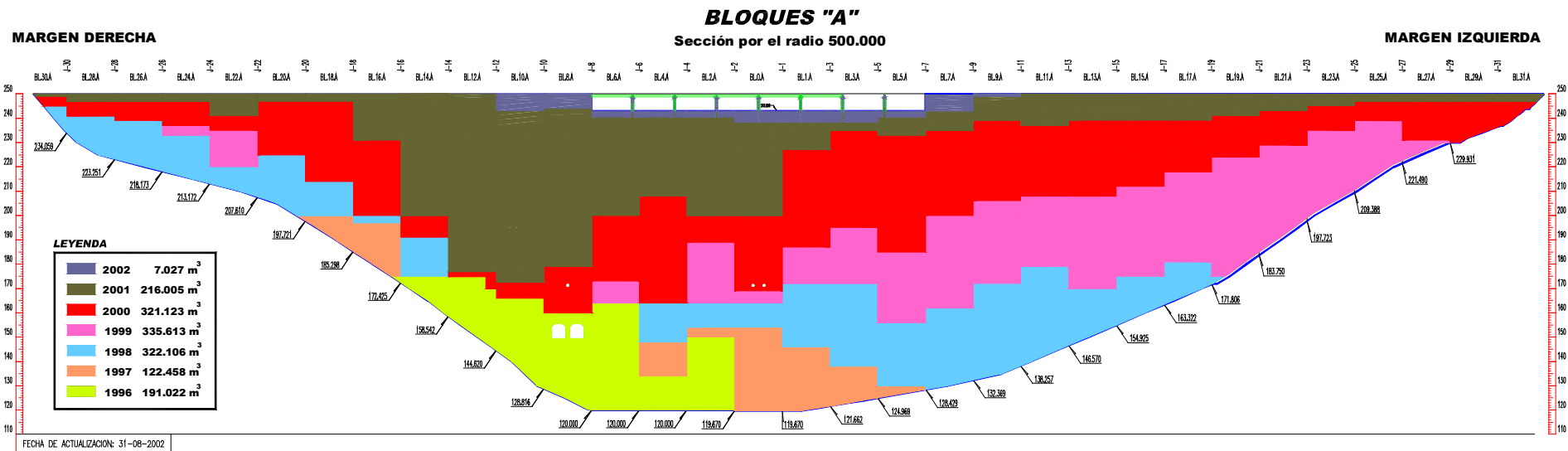
- Dos retro-excavadoras de 108 CV, a las que se han acoplado seis vibradores oleo-hidráulicos mod. VH-15 de alta frecuencia.
- Una retro-excavadora de 80 CV, a la que se ha instalado cuatro vibradores oleo-hidráulicos mod. VH-15 de alta frecuencia.



Hormigón en cuerpo de presa m³



Secuencia de hormigonado





REPORTAJE FOTOGRAFICO







