

Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP)

Curso de Actualización profesional

Seguridad y Riesgo en la Ingeniería de Presas

***Contribución a la evaluación del estado de conservación de las presas no concesionadas en el territorio argentino.
Diagnósticos efectuados y en ejecución a cargo del ORSEP.***

Ingeniero Civil EDUARDO D. MUTTO QUIROGA

Julio de 2011

1. Objetivos y funciones del ORSEP

Según estipulaciones del Decreto 239, de creación del ORSEP, de fecha 17 de marzo de 1999

Artículo 4º, Objetivos del ORSEP:

- a) **Instrumentar los mecanismos necesarios para garantizar la seguridad de las presas de propiedad del Estado Nacional y de aquellas que, siendo de Estados Provinciales o de terceros, sean puestas bajo su jurisdicción por convenios específicos.**

Artículo 5º, Funciones del ORSEP:

- d) **Intervenir, en el ámbito de su competencia, en todo procedimiento judicial o administrativo destinado a establecer las posibles causas que hubieren provocado incidentes, accidentes o el colapso de una presa.**
- e) **Dictar normas e impartir directivas técnicas relativas a la seguridad de presas, embalses y obras auxiliares y complementarias y realizar cuantos actos resulten necesarios para alcanzar el correcto cumplimiento de los objetivos y procedimientos establecidos en el presente decreto.**
- g) **Recibir y tramitar con diligencia toda queja, denuncia o solicitud de información de los usuarios o de terceros interesados, relativos a la adecuada prestación del servicio de seguridad de presas.**
- j) **Asesorar y asistir, en la materia de su competencia, a los organismos del Estado Nacional y a los Entes Provinciales que lo soliciten.**
- k) **Compilar datos e información sobre presas construidas en el país.**

Artículo 27°:

El ORSEP podrá celebrar contratos onerosos con las provincias, entes públicos provinciales, entes binacionales y plurinacionales, organismos similares del país o del extranjero o particulares que así lo requieran, para asesorar, colaborar y fiscalizar la seguridad de las presas, embalses y obras complementarias y auxiliares excluidas del ámbito de aplicación del presente decreto. Los montos resultantes de dichos contratos serán depositados en una cuenta específica del ORSEP.

2. Preinventario de presas y azudes en territorio argentino

A)

Información obtenida del Trabajo Final de Ingeniería Civil “CONTRIBUCIÓN A LA SEGURIDAD DE PRESAS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA”, año 2008, MARÍA LAURA SERRA, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Mapa N° 1: Cantidad de presas y azudes por provincia del territorio argentino

Mapa N° 2: Ubicación de presas y azudes en las redes hídricas del territorio argentino

Mapa N° 3: Ubicación de presas y azudes en los sistemas de cuencas hídricas del territorio argentino

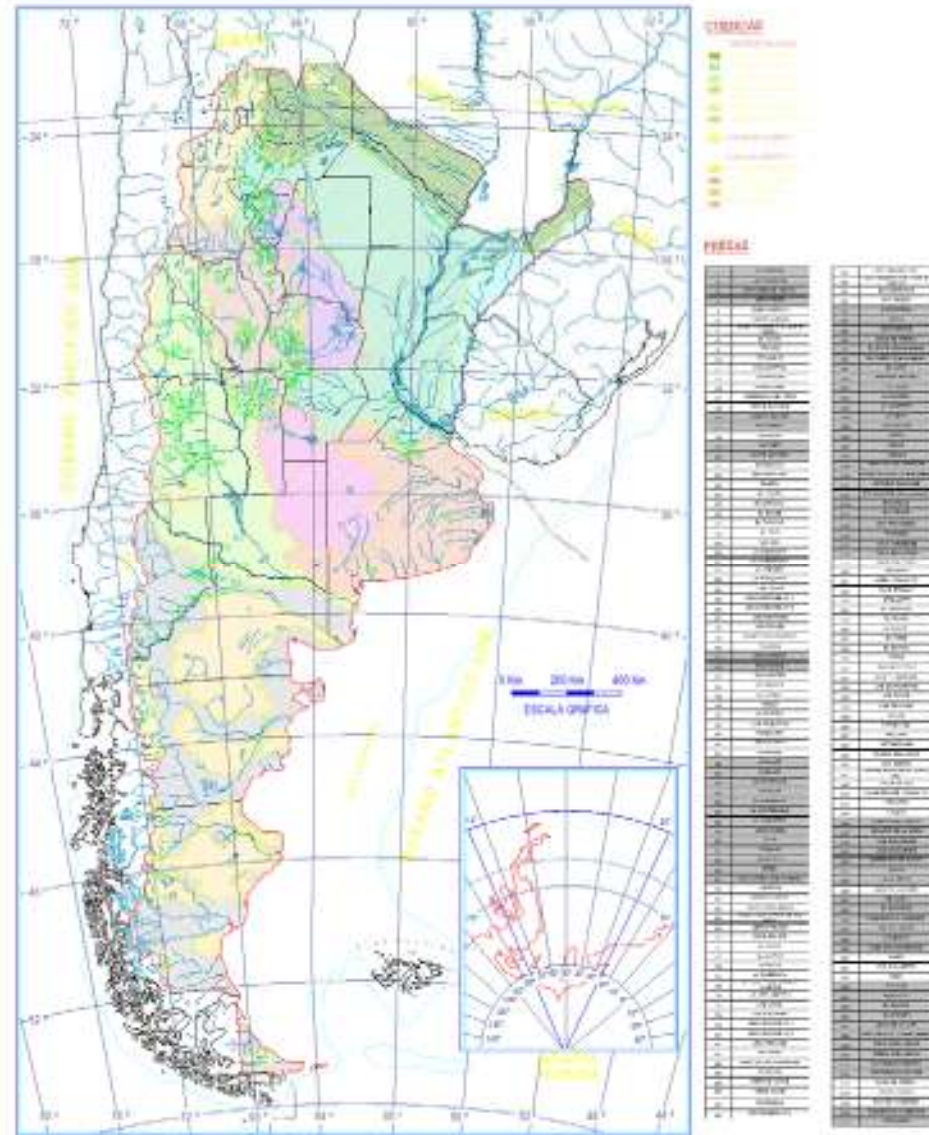
B)

REGISTRO DE PRESAS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA, recopilación efectuada por el Comité Argentino de Grandes Presas.

C)

“ACERCA DE LAS PRESAS”, Eduardo D. MUTTO QUIRGA, Boletín N° 393 del Consejo Profesional de Ingeniería Civil, año 2007.





MAPA DE UBICACIÓN DE PRESAS EN EL TERRITORIO ARGENTINO

3. Ubicación de presas y azudes en los sistemas hídricos

a). Cuencas de vertiente al Océano Atlántico:

- * 22 presas en el sistema del Río Paraná
- * 6 presas en el sistema del Río Paraguay
- * 1 presa en el sistema del Río Uruguay (binacional)
- * 6 presas en el sistema del Río de la Plata y salida al atlántico
- * 37 presas en el sistema del Río Colorado
- * 14 presas en el sistema del Río Negro
- * 1 presa en el sistema del Río Chubut

b). Cuencas de vertiente al Océano Pacífico:

- * 1 presa en el sistema del Río Futaleufú

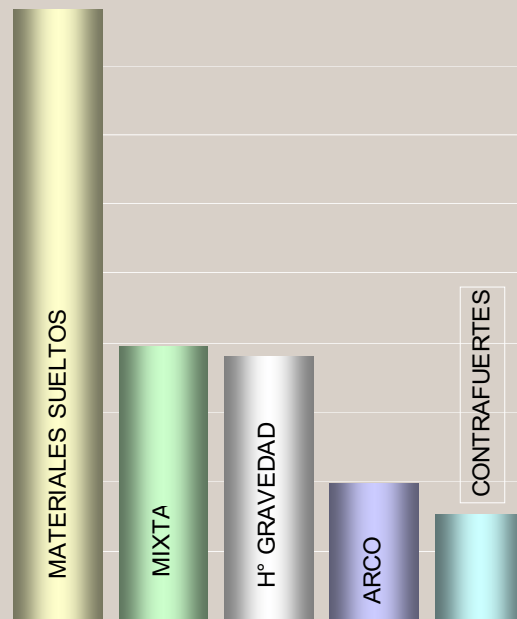
c). Sistemas de cuencas cerradas:

- * 15 presas en el sistema de Mar Chiquita
- * 45 presas en el sistema Serrano
- * 7 presas en el sistema Pampeano

d). Otros sistemas

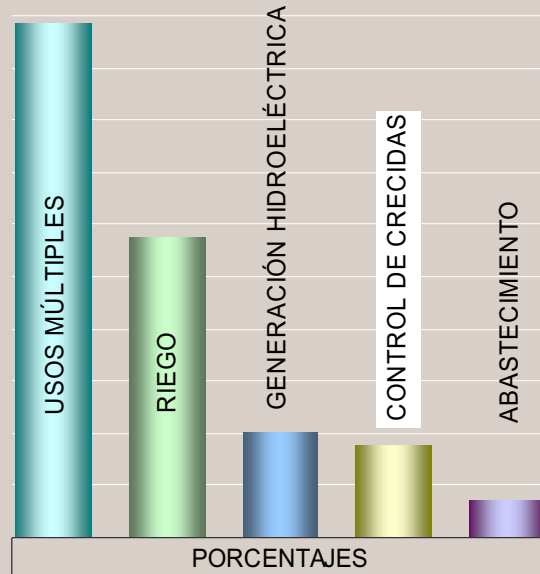
- * del orden a las 15 presas

TIPOLOGÍA PRESAS ARGENTINAS



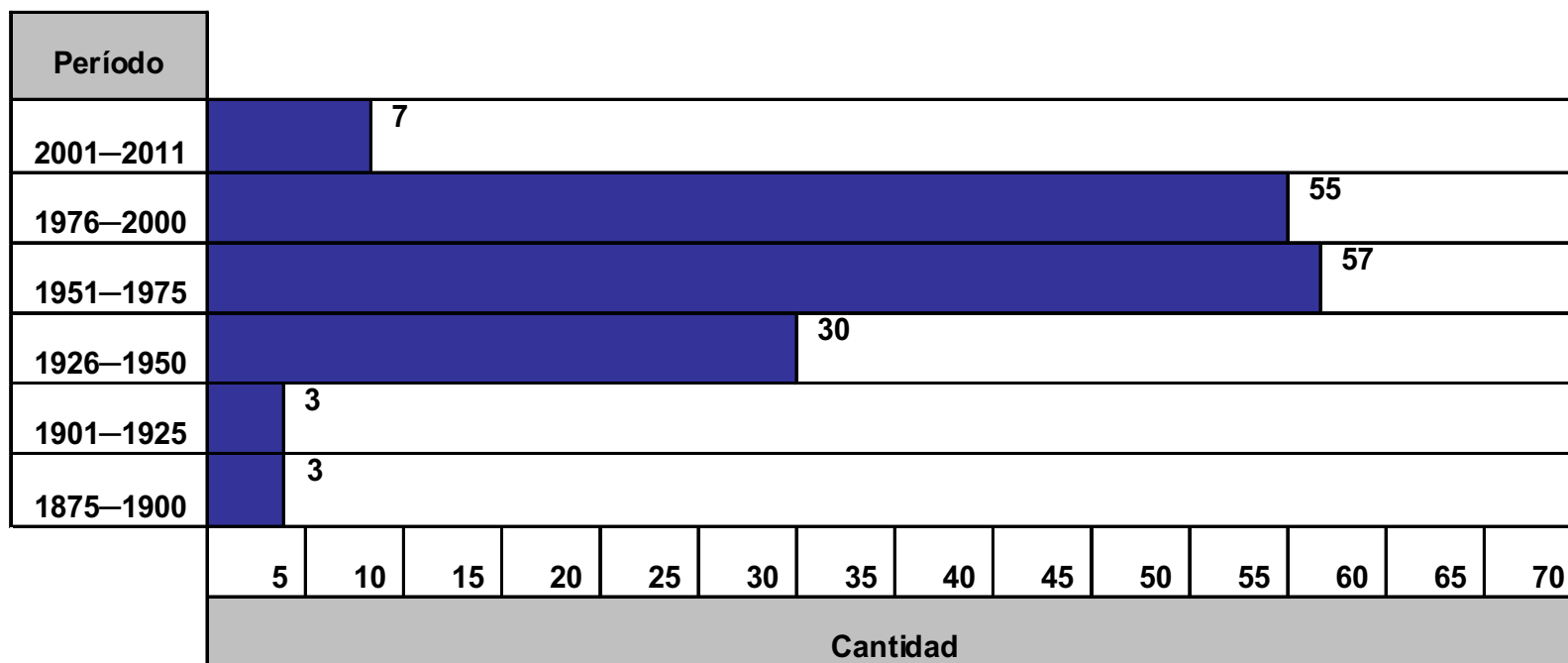
	PORCENTAJES
MATERIALES SUELTOS	43,9%
H° GRAVEDAD	19,7%
MIXTA	18,9%
ARCO	9,8%
CONTRAFUERTE	7,6%

USOS PRINCIPALES DE PRESAS ARGENTINAS



USO	Porcentaje
USOS MÚLTIPLES	49,1%
RIEGO	28,7%
GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA	9,9%
CONTROL DE CRECIDAS	8,8%
ABASTECIMIENTO	3,5%

Períodos de construcción de presas y azudes



60% de las presas y azudes construidos superan los 35 años de antigüedad

4. Convenios de cooperación interinstitucional y asistencia técnica

El ORSEP refrendó Convenios Marco de Cooperación Interinstitucional y Asistencia Técnica, conducentes a la ejecución de diagnósticos sobre el estado de conservación y seguridad estructural de las presas, con las siguientes Provincias:

- I. CM de CI y AT con la Provincia de SALTA, año 2003**
- II. CM de CI y AT con la Provincia de JUJUY, año 2004**
- III. CM de CI y AT con la Provincia de CÓRDOBA, año 2004**
- IV. CM de CI y AT con la UTN, Regional TUCUMÁN, año 2004**
- V. CM de CI y AT con la Provincia de LA RIOJA, año 2006**
- VI. CM de CI y AT con la Provincia de CATAMARCA, año 2008**
- VII. CM de CI y AT con la Provincia de TUCUMÁN, año 2009**
- VIII. AM de C y AT con la Provincia de BUENOS AIRES, año 2010**
- IX. CM de CI y AT con la Provincia de SALTA, año 2011**

Con el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, se refrendó un Convenio de Cooperación y Asistencia Técnica, en 2011, para ejecutar el Diagnóstico Expeditivo de la Presa SUMAMPA en la Provincia de CATAMARCA, con apoyo financiero del Banco Mundial (BIRF)

5. Diagnósticos efectuados, en ejecución y solicitados

a). Diagnóstico preliminar:

Provincia de SALTA: Complejo LAS LOMITAS: presa LAS LOMITAS y azud de derivación MAURY
Complejo LA DÁRSENA: presa LA DÁRSENA y azud de derivación LOS SAUCES
Complejo CORONEL MOLDES: presas LOS MOLDES I y II
Complejo CAMPO ALEGRE: presa de embalse y azud de derivación CAMPO ALEGRE
Complejo ITIYURO: presas de embalse ITIYURO I y II

b). Diagnósticos efectuados:

Provincia de JUJUY: Presa de derivación LOS MOLINOS
Presa de embalse LAS MADERAS
Presa compensadora CATAMONTAÑA
Presa de Embalse LA CIÉNAGA
Presa de embalse LOS ALISOS

Provincia de CÓRDOBA: Presa de embalse LOS MOLINOS
Presa de embalse LA FALDA
Presa de embalse EL CAJÓN
Presa de embalse RÍO TERCERO
Presa de embalse SAN ROQUE
Presa de embalse CRUZ DEL EJE
Presa de embalse LA VIÑA

Provincia de TUCUMÁN: Presa de embalse LA ANGOSTURA
Presa de embalse LOS PIZARRO y azud de derivación SAN IGNACIO
Presa de embalse EL CAJÓN y azud de derivación TAJAMAR

c). Diagnósticos en ejecución:

Provincia de LA RIOJA: Presa de embalse ANZULÓN
Presa de embalse CHAÑARMUYO y azud de derivación toma—parrilla
Presa de embalse LOS SAUCES
Presa de embalse OLTA

d). Diagnósticos solicitados:

Provincia de BUENOS AIRES: Presa de embalse PASO DE LAS PIEDRAS

Provincia de CATAMARCA: Presa de embalse EL JÚMEAL
Presa de embalse IPIZCA
Presa de embalse SUMAMPA
Presa de embalse LAS PIRQUITAS
Presa de embalse MOTEGASTA
Presa de embalse LA CAÑADA
Presa de embalse COYAGASTA

Provincia de SALTA: Presa de embalse CAMPO ALEGRE
Azud de derivación CAMPO ALEGRE

6. Listado de tópicos básicos para el diagnóstico de las presas, sus obras complementarias y sus equipamientos

- 1) Documentos antecedentes de estudio, proyecto, ejecución de obra, explotación y mantenimiento.
- 2) Configuración y propósito de las obras.
- 3) Ficha técnica de las obras.
- 4) Propósito de las obras.
- 5) Premisas de operación (para embalses de regulación y almacenamiento, obras de derivación, obras de nivelación y obras de conducción).
- 6) Incidentes ocurridos en la presa, obras complementarias y equipamientos.
- 7) Diagnóstico:
 - a) Caracterización climática
 - b) Hidrología y sedimentación en el embalse
 - c) Geomorfología y geotecnia
 - d) Embalse y perímetro del lago
 - e) Componentes estructurales y equipamientos:
 - Presa
 - Aliviadero
 - Toma
 - Conducciones
 - Estructura de salida
 - Instrumentación para auscultación
 - Equipamientos hidromecánicos y sistemas auxiliares
 - f) Aspectos ambientales asociados a las obras y al embalse
 - g) Medidas de reparación y rehabilitación
 - h) Medidas no estructurales
 - i) Evaluación económica de máxima
 - j) Propuesta de plan de tareas de reparación, operación y mantenimiento

7. Protocolo de rutinas para el diagnóstico

El ORSEP está abocado al desarrollo de un protocolo de rutinas que combina:

- 1) Metodología propia para el estudio, relevado visual, fotografiado y redacción de informe técnico.
- 2) Procedimiento para la Inspección Ocular de Presas, según el esquema elaborado por el Ingeniero PABLO GARCÍA CERESO del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Reino de España.
- 3) Ampliación y ajuste del Procedimiento para la Inspección Ocular de Presas a las características inherentes a la tipología de presas en el territorio argentino.

El protocolo de rutinas desagregado, comprende a:

- I. Elementos comunes a los distintos tipos de presas, obras auxiliares y complementarias y equipamientos hidromecánicos.
- II. Elementos correspondientes a presas de materiales sueltos (S, E).
- III. Elementos correspondientes a presas de fábrica (G, AG, CF, A, B).
- IV. Elementos correspondientes a presas de enrocado con pantalla de hormigón y/o concreto asfáltico o con mampara interior de hormigón armado.
- V. Otros componentes de las obras.

I. Elementos comunes a los distintos tipos de presas, obras auxiliares y complementarias, equipamientos hidromecánicos y sistemas auxiliares.

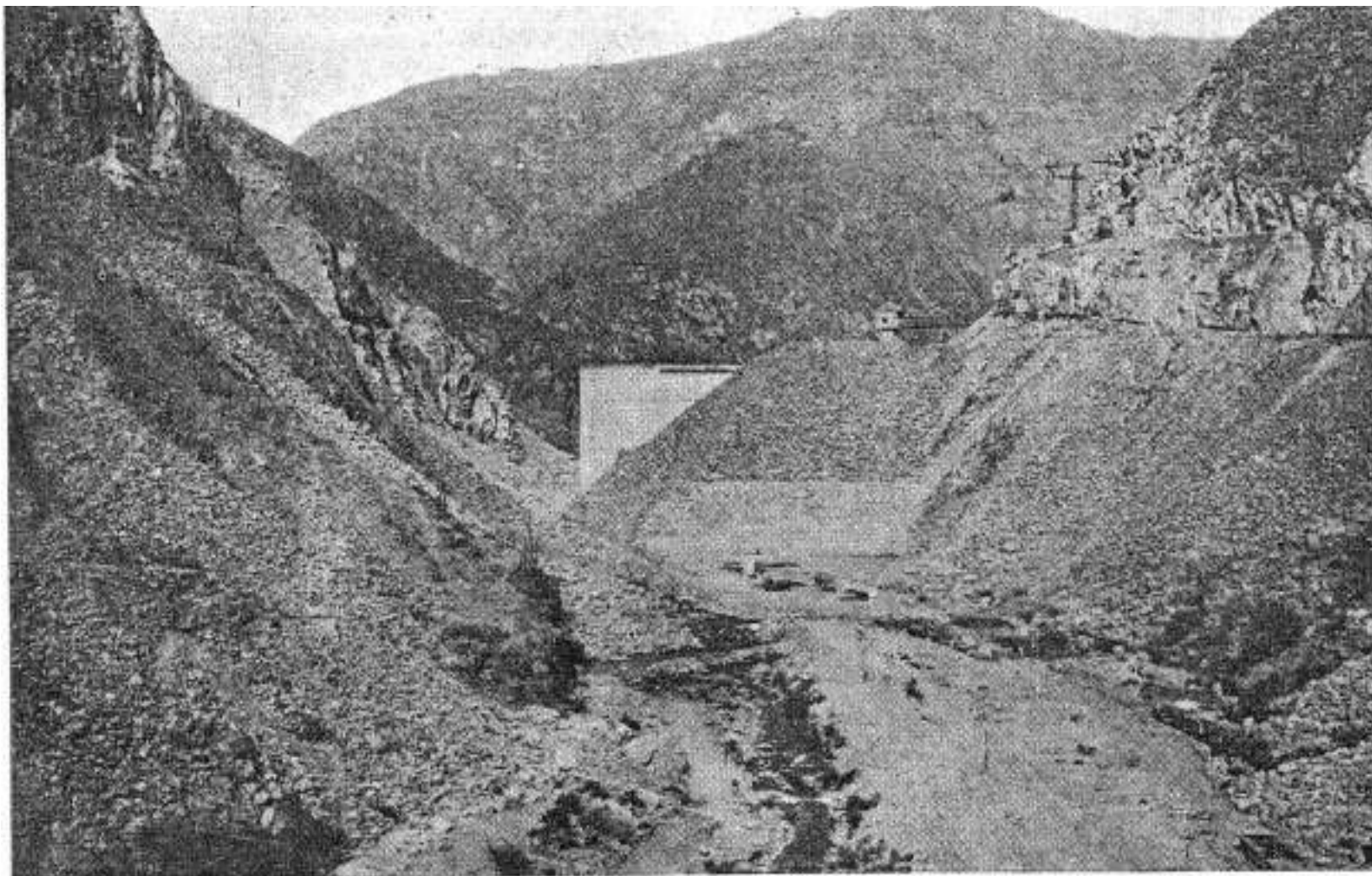
a). Documentos antecedentes de estudio, proyecto, ejecución de obra, explotación y mantenimiento:

1. Definición de la configuración, propósito y tipología de las obras y equipamientos.
2. Memoria Descriptiva y Memoria Técnica del Proyecto.
3. Memorias de Estudios Básicos de: hidrología, topografía, geotecnia, yacimientos de materiales.
4. Criterios de selección y determinación de crecida de diseño y sismo de diseño, premisas de operación de las obras y manejo del embalse.
5. Archivo fotográfico durante la construcción, la operación y mantenimiento.
6. Registro de fenómenos extremos transitorios (crecidas, sismos), comportamiento de las obras y los equipamientos, modificaciones al proyecto original y a planos conforme a obra.
7. Registro y evaluación de incidentes ocurridos y/o comportamiento anómalo en la presa, obras complementarias y equipamientos.

b). Relevado e inspección ocular de los accesos, áreas de servicio y auxiliares:

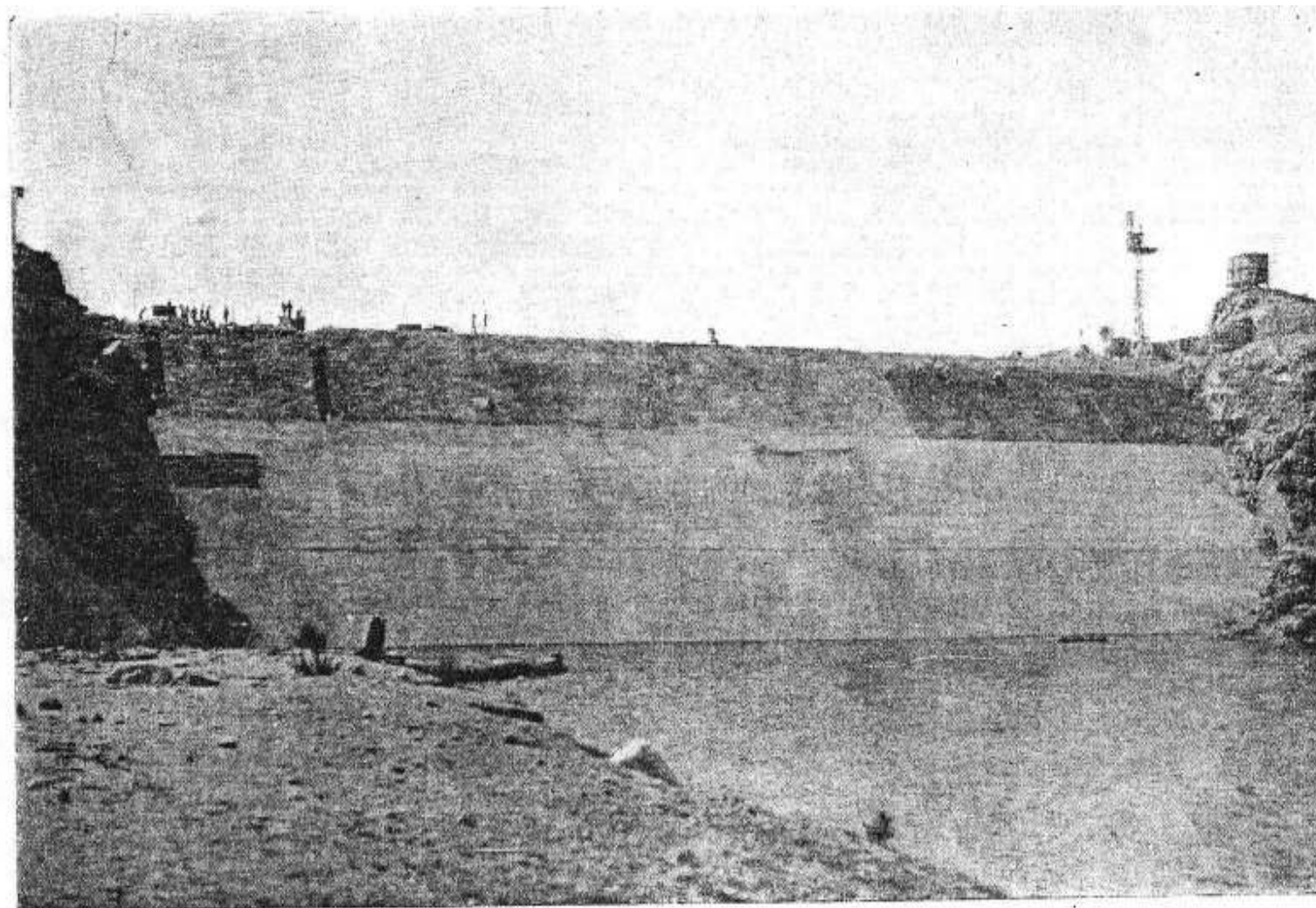
8. Estado de conservación y mantenimiento de camino de acceso y caminos de servicio.
9. Estado de conservación y mantenimiento de señalización vial, iluminación, delimitación perimetral de las obras.
10. Evaluación de la accesibilidad a las obras y operatividad de los equipamientos en situaciones de emergencia.
11. Existencia de personal técnico permanente y capacitado para la operación y mantenimiento de las obras y equipamientos.
12. Existencia de sistema de comunicación telefónica en el emplazamiento de las obras.
13. Disponibilidad de unidades de transporte vial en el emplazamiento de las obras.

Presas de embalse LOS SAUCES durante construcción (ítem 5)



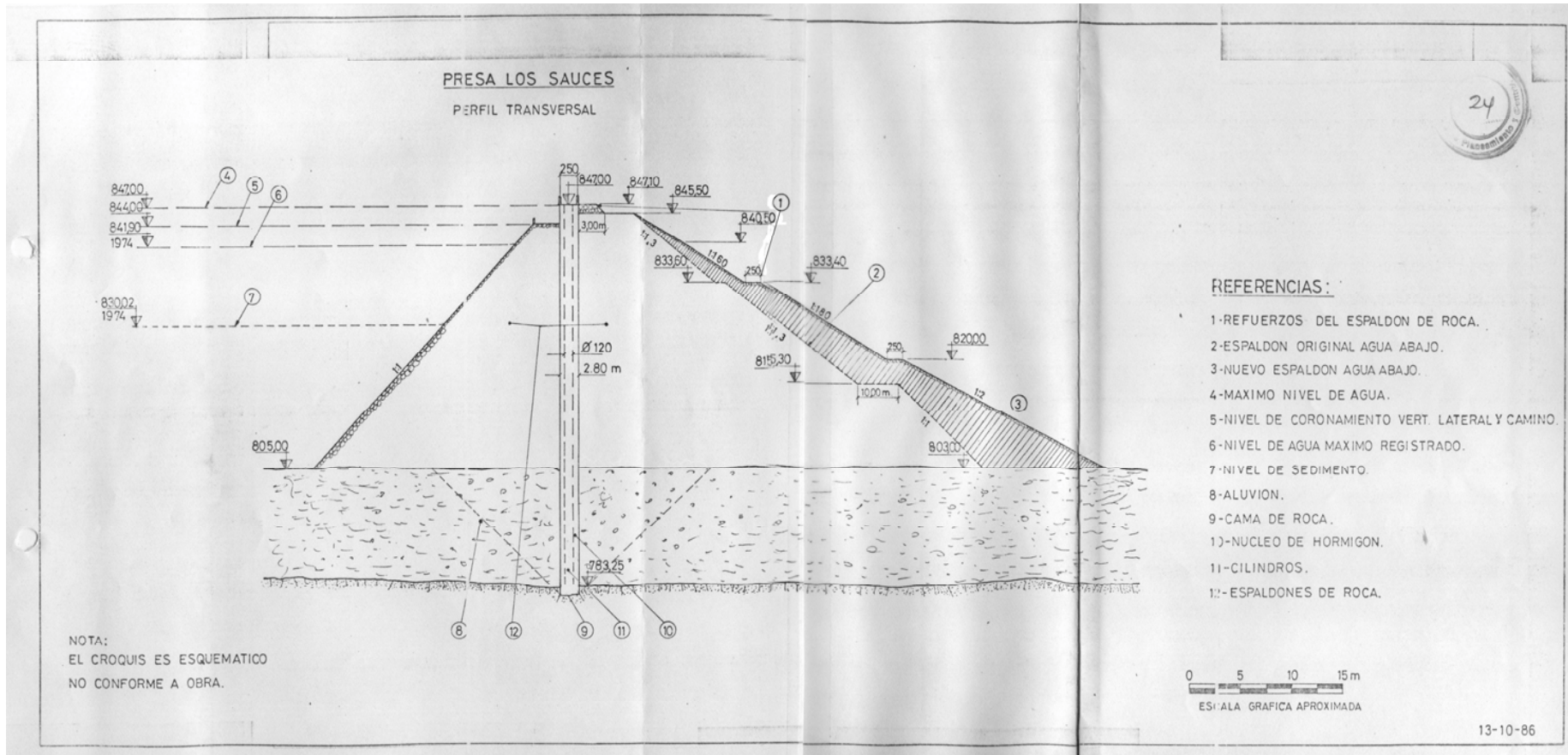
Detalle de la construcción. Vista desde agua abajo, antes del cierre del río.

Presa de embalse ANZULÓN durante construcción (ítem 5)



Terminación
de la
pantalla
de
hormigón
armado.

Presas de embalse LOS SAUCES, croquis esquemático de la modificación del talud de aguas abajo para estabilización general de la presa (ítem 6)



Presas de embalse LOS SAUCES, modificación del talud de aguas abajo para estabilización general de la presa (ítem 6)



Presas de embalse OLTA, acceso al emplazamiento por cauce del río (ítem 8 y 10)



c). Relevado e inspección ocular del embalse desde el coronamiento de la presa y perímetro del embalse:

14. Observación de vórtices contra paramento o espaldones de la presa.
15. Observación del nivel del embalse, comparación con premisas operativas.
16. Observación del agua del embalse: transparencia, coloración, existencia de espuma, marca de línea de ribera, remanente de salinidad.
17. Observación de maleza acuática: superficialidad, posición relativa respecto a las obras de captación, alivio, conducción y generación energética.

d). Relevado e inspección ocular de las obras de alivio:

18. Observación de la sección de aproximación al vertedero: geometría hidráulica, existencia de obstáculos, identificación de deterioros en estructuras de hormigón.
19. Observación de la sección de aguas abajo del vertedero: geometría hidráulica, incorporación de caudales al cauce natural.
20. Observación del monolito de la cresta, muros-guía laterales y pilas de apoyo: geometría hidráulica, identificación de deterioros en el hormigón, reacción álcali-sílice, fisuras, grietas, armaduras sin cubrimiento, juntas constructivas y de contracción-dilatación.
21. Observación de la sección de la rápida y dissipador de energía: geometría hidráulica, identificación de deterioros en el hormigón, reacción álcali-sílice, fisuras, grietas, armaduras sin cubrimiento, juntas constructivas y de contracción-dilatación, dispositivos de aireación, bloques de impacto.
22. Observación de la sección de restitución al cauce: geometría hidráulica, estabilidad dimensional del cauce, detección de procesos de erosión y sedimentación localizados, existencia de impedimento al escurrimiento libre.
23. Observación de sistemas de desagüe por solera permeable y por drenes.
24. Evaluación de las condiciones de funcionamiento durante el paso de la crecida de diseño: capacidad de vertido, disipación de energía, nivel de resguardo en componentes estructurales.
25. Detección de limitaciones de funcionamiento a imponer durante la operación del vertedero.

Presas de embalse LA ANGOSTURA, nivel de embalse por debajo del N_{MÁXIMO NORMAL} por filtraciones en el cuerpo de la presa y deficiencias operativa de las válvulas de descarga (ítem 16)



Presas de embalse OLTA, coloración del embalse por microalgas (ítem 16 y 17)



Presa de derivación LOS MOLINOS, pérdida de geometría hidráulica del vertedero por embanque de sedimentos (ítem 18)



Presas de embalse ANZULÓN, tabique vertedor y sección de restitución (ítem 19)



Presas de embalse RÍO TERCERO, sección de rápida del vertedero con losas de hormigón agrietadas e inclusión vegetal, monolito de la cresta con armadura expuesta. (ítem 21)



Presa de derivación LOS MOLINOS, disipador de energía atarquinado, sección de restitución al cauce embancada (ítem 21 y 22)



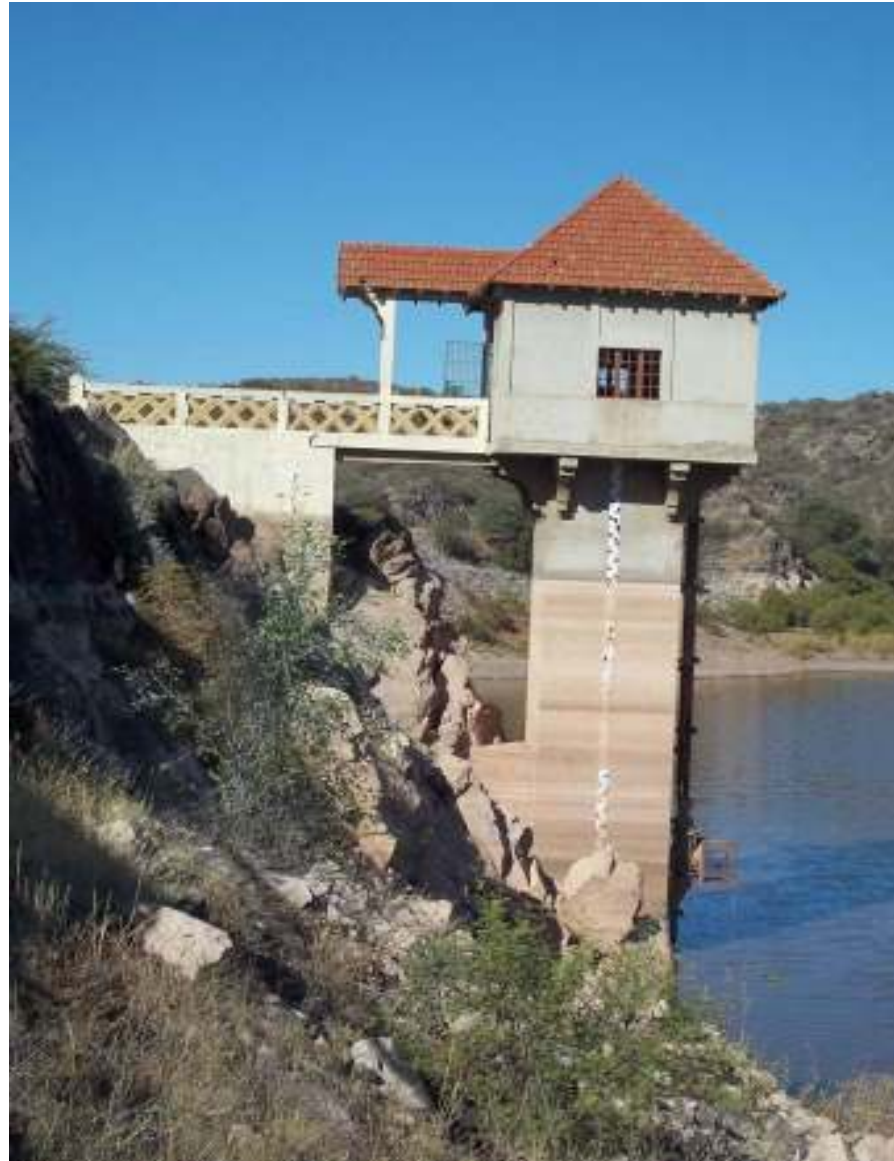
e). Relevado e inspección ocular de las obras de toma y de descarga:

26. Observación del edificio de toma: niveles de captación, nivel de operación, condiciones generales de mantenimiento en vanos y conducciones.
27. Detección de interferencias a la captación por obstrucciones, sedimentos, derrubio, maleza acuática, pérdida de geometría hidráulica, anomalías en el equipamiento hidromecánico.
28. Detección de vibraciones, filtraciones y pérdida de caudales durante la captación.
29. Evaluación de la ubicación de la obra de toma y la conducción respecto a los componentes del esquema de obras, interferencias a la conducción y descarga de caudales.
30. Evaluación de las premisas de operación de la obra de toma, frecuencia de funcionamiento, escalas para medición del nivel del embalse.
31. Observación de la sección de restitución en la descarga: geometría hidráulica, condiciones de descarga y vertido, detección de erosión y sedimentación localizada.
32. En caso de obra de descargador de fondo: ubicación relativa respecto a los componentes del esquema de obras, geometría hidráulica, interferencias a la descarga, detección de erosión y sedimentación localizada.

f). Relevado e inspección ocular de los instrumentos de auscultación:

33. Verificación de existencia de instrumentos de auscultación en proyecto ejecutivo y colocados en obra, tipología de instrumentos utilizados.
34. Verificación de la obtención y análisis sistemático de registros de auscultación.
35. Observación de las condiciones de operatividad y mantenimiento de los instrumentos de auscultación.
36. Observación de las condiciones de accesibilidad a los instrumentos de auscultación.
37. Observación de las conexiones, traductores, tableros y edificios contingentes.

Presa de embalse ANZULÓN, vista de la obra de toma, nivel de embalse por debajo del nivel de captación (ítem 26 y 27)



Presa de embalse LOS SAUCES, acceso a obra de toma y deterioro de escala de medición de nivel del embalse (ítem 30)



Presa de embalse ANZULÓN, obra de descarga y conducción de caudales para uso consuntivo (ítem 31)



g). Relevado e inspección ocular de los equipamientos hidromecánicos:

- 38. Identificación de tipología, observación del estado de conservación de los equipamientos, condiciones de operación y mantenimiento, comparación con instrucciones del fabricante y protocolos de puesta en funcionamiento.**
- 39. Detección de existencia de datos garantizados de fabricación, protocolos de ensayo y garantías.**
- 40. Observación del estado de conservación y funcionamiento de ataguías, compuertas planas, compuertas de sector circular, modos y elementos para el accionamiento y regulación.**
- 41. Observación del estado de conservación y funcionamiento de piezas fijas, sellos de estanqueidad, guías, rejas, protecciones, barandas, escaleras y pasarelas.**
- 42. Observación de fugas, pérdidas de estanqueidad, alteración geométrica, procesos de oxidación y abollamientos en compuertas planas y de sector circular.**
- 43. Identificación de tipología y observación del estado de conservación de válvulas de cierre y regulación.**
- 44. Observación del estado de conservación de las conducciones: traza de los conductos, anclajes, entronques, bifurcaciones, elementos de aireación, ubicación relativa respecto otros componentes de obra.**
- 45. Verificación de la existencia de programas y rangos de apertura de compuertas para operación normal y situaciones de emergencia.**
- 46. Verificación de las condiciones de accesibilidad y resguardo de los equipamientos hidromecánicos.**

Presas de embalse CHAÑARMUYO, nivel de válvulas esclusa para captación de caudales en obra de toma (ítem 43)



Presa de embalse LOS SAUCES, nivel de comando de válvulas de captación con deterioro edilicio (ítem 43 y 46)



Presas de embalse OLTA, cámara de conducción, compuerta plana y válvula esclusa (ítem 44)



h). Relevado, inspección ocular y determinación de condiciones medioambientales del embalse y el entorno:

47. Observación de la turbidez, color y olor del agua del embalse.
48. Análisis físico-químico sobre muestras de agua del embalse.
49. Observación e identificación de maleza acuática, evaluación de toxicidad (si es solicitado).
50. Evaluación del embanque en el embalse, relevado batimétrico (si es solicitado) y determinación de embalse muerto.
51. Determinación de características físico-químicas de los sedimentos y abrasión de las partículas (si es solicitado).
51. Detección de derrubio, inestabilidad de laderas, socavones y cárcavas.
52. Detección de descargas de contaminantes y aguas servidas en el embalse.
53. Detección e identificación de ecosistemas locales, unidades de paisaje y uso del suelo.
54. Detección de especies piscícolas en el embalse.
55. Observación de uso recreativo del embalse.

i). Relevado de aspectos de seguridad e higiene laboral:

56. Verificación de la existencia de personal de guardia y vigilancia permanente.
57. Verificación de las condiciones de seguridad para personal de operación, mantenimiento, guardia y vigilancia en el emplazamiento de las obras y áreas de paso restringido.
58. Verificación de restricciones de paso a terceros.
59. Verificación de la existencia de elementos de seguridad, contra incendio, alarma, señalización e iluminación de emergencia, navegación en el embalse y movilidad terrestre.
60. Verificación del cumplimiento de normas relativas a la seguridad de presas.

Presa de embalse LA ANGOSTURA, resultados de análisis físico-químico del agua del embalse (ítem 48)

Parámetros Físico-Químicos	Muestra 1	Muestra 2
pH	7,1	7,4
Residuos Totales	185	200
Sólidos Fijos	90	100
Sólidos Volátiles	95	90
Sólidos Suspendidos Totales	27	15
Sólidos Suspendidos Fijos	2	0
Sólidos Suspendidos Volátiles	25	15
Sólidos Sedim. 2 hr (ml/l)	0,2	< 0,1
Oxígeno Disuelto	8	8,8
Oxígeno Consumido	3.7	5.4
DBO	11,2	16,2
Alcalinidad	110	130
Dureza	94	98
Cloruros	12	10

Presa de embalse OLTA, vestigios de derrubio de ladera, marca de N_{MÁXIMO} NORMAL en el embalse (ítem 51)



II. Elementos correspondientes a presas de materiales sueltos (suelos y escolleras).

a). Relevado e inspección ocular del coronamiento:

- 61. Observación del perfil geométrico del coronamiento: alineación vertical y horizontal, estado de los parapetos, barandas, señales, luminarias y guarda rail.**
- 62. Observación de asentamientos localizados, escalones, ondulaciones, hundimientos y oquedades.**
- 63. Observación de fisuras y grietas en hormigones y pavimentos de calzada y parapetos.**

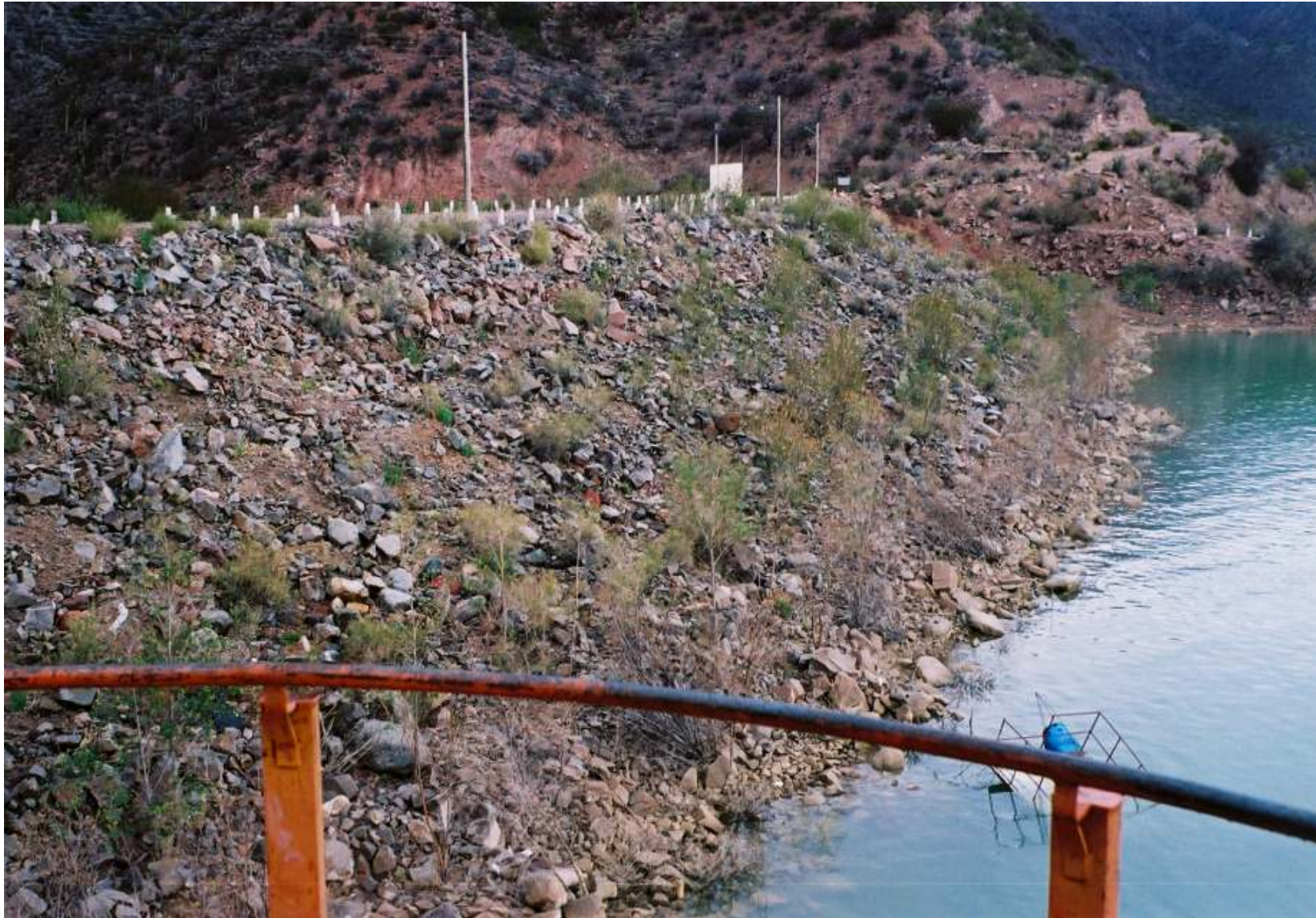
b). Relevado e inspección ocular de los espaldones:

- 64. Observación del perfil geométrico de los espaldones: conservación de taludes, asentamientos localizados, ondulaciones, hundimientos, conservación de los materiales constituyentes.**
- 65. Observación del enrocado de taludes y de protección: tipo y espesor del enrocado, identificación de discontinuidades, pérdida de material, asentamientos y deformaciones localizadas.**
- 66. Verificación del estado del enrocado en la franja de amortiguación de oleaje.**
- 67. Observación de vegetación en los espaldones: identificación de especies vegetales, distribución superficial.**
- 68. Observación de las bermas: perfil geométrico, ancho de servicio, nivel calzada y condiciones de tránsito liviano y pesado, existencia de edificaciones, señales y luminarias.**
- 69. Observación e identificación de filtraciones, turbidez del agua y vegetación húmeda.**
- 70. Relevado e identificación de hitos físicos, instrumentos de auscultación, mojones para control geodésico.**

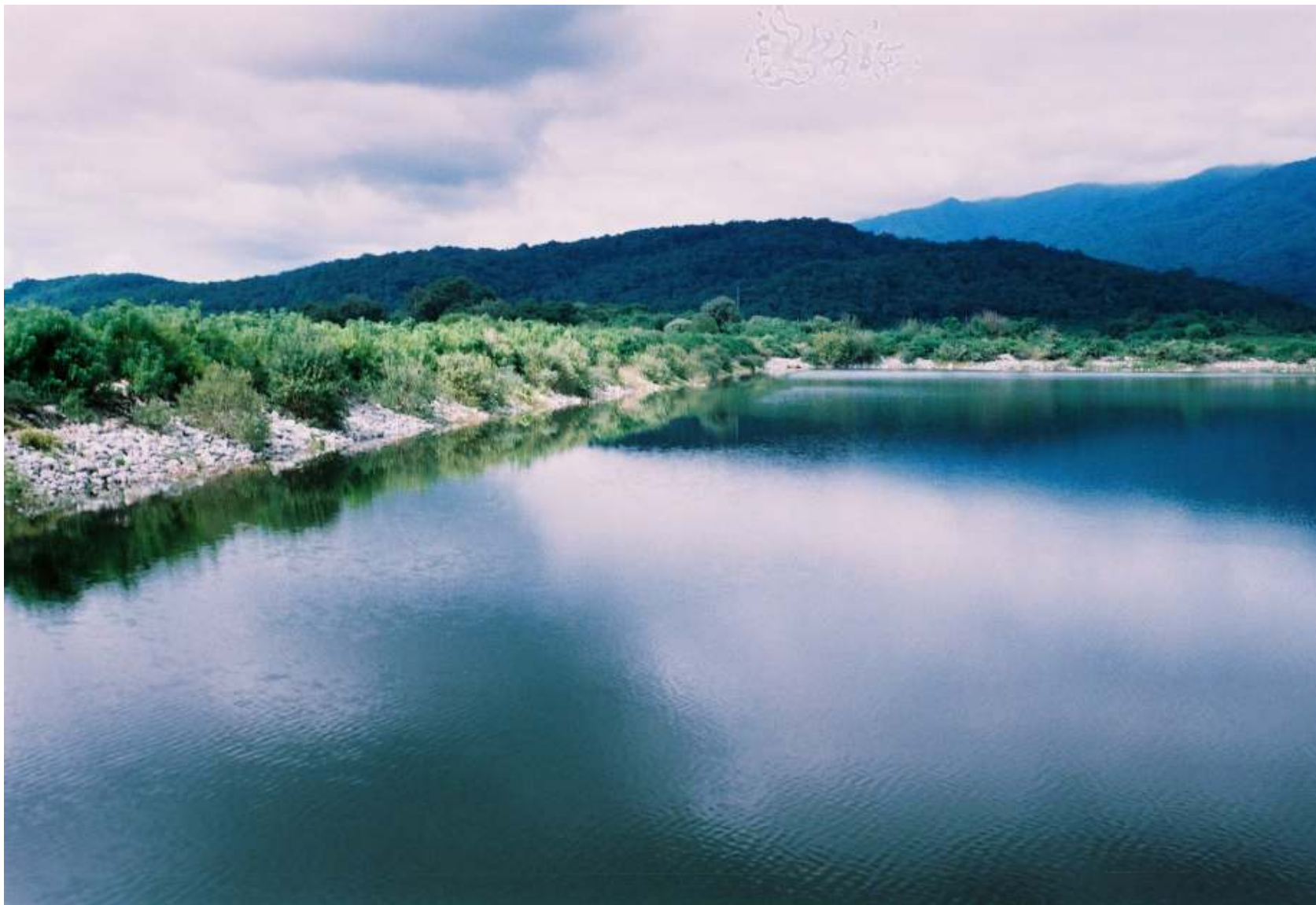
Presa de embalse ANZULÓN, deformación del coronamiento por asentamiento de escollera (ítem 61)



Presa de embalse CHAÑARMUYO, escollera del talud de aguas arriba con intrusión vegetal y enrocado desacomodado (ítem 65)



Presa de embalse LOS PIZARRO, intrusión vegetal en el espaldón de aguas arriba (ítem 67)



c). Relevado e inspección ocular del pie de presa:

71. Detección de filtraciones, turbidez del agua, encharcamiento, vegetación húmeda, concentración de sales.
72. Detección de burbujeo en el contacto presa-fundación.
73. Detección de elementos de aforo y control de filtraciones, canalizaciones y avenamientos.
74. Observación de hundimientos, socavones, cárcavas, esponjamiento y/o levantamiento del terreno.
75. Identificación de hitos físicos aguas abajo del pie de presa.
76. Observación de la ubicación relativa de canales de fuga, restituciones al cauce del dissipador de energía y de la salida de caudales y cauces afluentes con respecto al pie de presa.
77. Observación e identificación de hitos físicos existentes en la sección de aguas debajo de la presa: edificaciones, obras viales, líneas de transmisión, líneas de telefonía, servicios públicos y todo otro elemento que sea afectable por descargas del vertedero, desagües y descargas de caudales.

d). Relevado e inspección ocular de galerías:

78. Observación del estado de conservación de la galería: perfil geométrico, alineación vertical y horizontal, aspecto de las superficies de calota, tabiques y calzada, zanja de desagüe.
79. Observación de las condiciones de limpieza, ventilación, iluminación y mantenimiento general.
80. Detección y replanteo de filtraciones, grado de turbidez del agua, observación de superficies húmedas localizadas, condensación.
81. Observación de existencia de sales en las filtraciones, detección de origen y procedencia.
82. Observación de los accesos y secciones extremas de la galería, existencia de señalización de seguridad.
83. Observación e identificación de instrumentación de auscultación en la galería.

Presas de embalse LA ANGOSTURA, espaldón de aguas abajo y filtraciones a pie de presa (ítem 68 y 71)



Presa de embalse ANZULÓN, sección de aguas debajo de la presa (ítem 77)



Presa de embalse LOS SAUCES, uso del suelo e interferencias aguas debajo de la presa (ítem 76 y 77)



III. Elementos correspondientes a presas de fábrica (de gravedad, arco-gravedad y bóveda).

a). Relevado e inspección ocular del coronamiento:

84. Observación del perfil geométrico del coronamiento, alineación vertical y horizontal de los parapetos, barandas, señales y luminarias.
85. Observación de escalones, ondulaciones y hundimientos en parapetos y barandas.
86. Observación de fisuras y grietas en hormigones y pavimentos de calzada y parapetos.
87. Observación del estado de conservación de juntas estancas, juntas constructivas, juntas de contracción-dilatación.

b). Relevado e inspección ocular de paramentos:

88. Observación del perfil geométrico del talud expuesto y, de ser necesario, del talud mojado mediante medios subacuáticos.
89. Observación de la alineación vertical y horizontal entre módulos constructivos, evaluación de desplazamientos relativos.
90. Observación del estado de conservación del hormigón: coloración, humedades localizadas, filtraciones, reacción álcali-sílice (RAS), detección de depósito de sales localizados.
91. Identificación de hitos físicos, mojones para control geodésico, instrumentos de auscultación.
92. Observación del estado de conservación de juntas estancas, juntas constructivas, juntas de contracción-dilatación.

Presa de embalse LOS MOLINOS (Córdoba), fisura en cordón-parapeto del coronamiento (ítem 86)



Presas de embalse LA VIÑA, vista desde aguas abajo con descascarado del hormigón, depósito de sales por filtración e inclusión de vegetación (ítem 90)



Presas de embalse EL CAJÓN (Córdoba) , vista desde aguas abajo del contacto presa-estribo con depósito de sales por filtración (ítem 90)



Presas de embalse EL CAJÓN (Córdoba), juntas de construcción entre tongadas de hormigón (ítem 92)



c). Relevado e inspección ocular del pie de presa:

93. Detección de filtraciones, turbidez del agua, encharcamiento, vegetación húmeda, concentración de sales.
94. Detección de burbujeo en el contacto presa-fundación.
95. Detección de elementos de aforo y control de filtraciones, canalizaciones y avenamientos.
96. Observación de hundimientos, socavones, cárcavas, esponjamiento y/o levantamiento del terreno.
97. Identificación de hitos físicos aguas abajo del pie de presa.
98. Observación de la ubicación relativa de canales de fuga, restituciones al cauce del dissipador de energía y de la salida de caudales y cauces afluentes con respecto al pie de presa.
99. Observación e identificación de hitos físicos existentes en la sección de aguas debajo de la presa: edificaciones, obras viales, líneas de transmisión, líneas de telefonía, servicios públicos y todo otro elemento que sea afectable por descargas del vertedero, desagües y descargas de caudales.

d). Relevado e inspección visual de galerías:

100. Observación del estado de conservación de la galería: perfil geométrico, alineación vertical y horizontal, aspecto de las superficies de calota, tabiques y calzada, zanja de desagüe.
101. Observación de las condiciones de limpieza, ventilación, iluminación y mantenimiento general.
102. Detección y replanteo de filtraciones, grado de turbidez del agua, observación de superficies húmedas localizadas, condensación.
103. Observación de existencia de sales en las filtraciones, detección de origen y procedencia.
104. Observación del estado de conservación y mantenimiento de drenes, sumideros, pozos de bombeo y aforadores de caudales.
105. Detección de existencia de gases (si es posible hacerlo).
106. Observación de los accesos y secciones extremas de la galería, existencia de señalización de seguridad.
107. Observación e identificación de instrumentación de auscultación en la galería.

Presas de embalse CRUZ DEL EJE, pie de presa con intrusión vegetal y ocupación edilicia (ítem 99)



Presas de embalse OLTA, pie de presa con cuenco de impacto de lámina vertical sin protección de enrocado, filtraciones en el cuerpo de la presa (ítem 97 y 98)



IV. Elementos correspondientes a presas de enrocado con pantalla de hormigón y/o concreto asfáltico, o con mampara interior de hormigón armado .

a). Relevado e inspección ocular de la pantalla:

- 108. Observación del perfil geométrico de la pantalla: alineación, deformación de losas y paños, detección de desplazamientos y hundimientos localizados.**
- 109. Observación de las juntas constructivas y juntas de estanqueidad.**
- 110. Observación de los contactos pantalla-estribos y pantalla-plinto.**
- 111. Observación de patologías en el hormigón de las losas.**
- 112. Observación de discontinuidades en la pantalla de concreto asfáltico.**
- 113. Identificación de reparaciones y tratamientos en la pantalla, metodologías empleadas, replanteo y cuantificación.**
- 114. Observación del estado de conservación de la mampara interior (si es accesible), detección de deformaciones y desplazamientos.**
- 115. Observación de la accesibilidad a la mampara interior, condiciones de seguridad imperantes para inspecciones y ejecución de tratamientos de remediación.**
- 116. Detección de filtraciones en la mampara interior, turbidez del agua, verificación de aforos del caudal filtrado.**
- 117. Verificación de la existencia de instrumentos de auscultación.**

Presas de embalse ANZULÓN, deformación de la pantalla por asentamiento de la escollera (ítem 108)



Presas de embalse ANZULÓN, detalle de las juntas y superficie de las losas de la pantalla (ítem 109 y 110)



Presas de embalse LOS SAUCES, interior de la mampara celular de hormigón armado con vestigios de filtraciones selladas, circulación mediante pasarela de tablonos (ítem 115 y 116)



V. Otros componentes de las obras.

a). Azud de derivación y toma-parrilla:

- 118. Observación de los componentes del azud: sección vertedero, muros laterales, sección de toma.**
- 119. Observación del vano de toma, conducción y derivación a canal.**
- 120. Observación del equipamiento hidromecánico de operación y protección: compuertas, rejas, embocaduras y conductos.**
- 121. Observación de equipamiento de aforo y regulación de caudales a derivar.**
- 122. Observación de las secciones del cauce en la aproximación al azud y en la restitución aguas abajo.**

b). Decantador:

- 123. Observación del estado de conservación del decantador.**
- 124. Observación del estado de conservación del equipamiento para operación del decantador: elementos de control, limpieza y purga.**
- 125. Observación de la sección de empalme decantador-canal.**

c). Canal:

- 126. Observación del estado de conservación del canal: traza, perfil geométrico y sección hidráulica.**
- 127. Observación de los tramos en faldeo, puente-canal, descarga al embalse.**
- 128. Observación de embanques localizados en la traza, intrusión vegetal y escombros.**
- 129. Observación de taludes de faldeo, derrubio localizado, afectación al escurrimiento, daño estructural.**
- 130. Observación del registro de caudales transportados: cantidad y variación estacional.**

Azud derivación y toma-parrilla CHAÑARMUYO, vista general de la sección vertedero, toma parrilla y muro lateral derecho con deterioros (ítem 118)



Azud de derivación y toma-parrilla CHAÑARMUYO, reja de protección del vano de toma (ítem 120)



Azud de derivación y toma-parrilla CHAÑARMUYO, sección hidráulica del decantador y vano de salida a canal (ítem 124)



Azud de derivación y toma-parrilla CHAÑARMUYO, vista general del decantador y depósito de material residual (ítem 123)



Canal de derivación a la presa de embalse CHAÑARMUYO, tramo en faldeo en zona de macizo rocoso clástico
(ítem 127, 128 y 129)



Canal de derivación a presa de embalse LAS MADERAS, deterioros en sección escalonada para disipación de energía (ítem 126 y 128)



Canal de alimentación a embalse CHAÑARMUYO, tramo de puente-canal (ítem 127)



8. Respuestas post-diagnóstico a sugerencias del ORSEP

A) Provincia de JUJUY:

- 1) En presa de embalse LAS MADERAS, adecuación y ampliación del sistema de instrumentación para auscultación de la presa de materiales sueltos.
- 2) En CANAL DERIVADOR, proyecto de obras de reparación y rehabilitación a cargo de consultora ATEC SA.
- 3) En presa de derivación LOS MOLINOS, proyecto de obras de reparación y rehabilitación a cargo de consultora HALCROW & PARTNERS.

B) Provincia de TUCUMÁN:

- 1) En presa de embalse LA ANGOSTURA, adecuación y rehabilitación de válvulas de descarga.

9. Conformación del equipo especializado de trabajo

Las actividades conducentes a la formulación del “*Diagnóstico Sobre el Estado de Conservación de Las Presas, Obras Auxiliares, Obras Complementarias y Equipamientos Hidromecánicos*” requirió la participación de un equipo especializado de trabajo, para el desarrollo de rutinas en campo y gabinete, que abarca las unidades temáticas siguientes:

- 1). **Coordinación Técnica.**
- 2). **Hidrología y Climatología.**
- 3). **Geología.**
- 4). **Geotecnia y Mecánica de Rocas.**
- 5). **Diseño y Proyecto Hidráulico.**
- 6). **Presas de Materiales Suelos.**
- 7). **Análisis Estructural.**
- 8). **Equipamientos Hidromecánicos.**
- 9). **Instrumentos de Auscultación.**
- 10). **Estudios Batimétricos y Sedimentos.**
- 11). **Tecnología de Materiales de Construcción.**
- 12). **Medio Ambiente en Embalses.**
- 13). **Análisis sísmico.**
- 14). **Auxiliares.**

Muchas gracias