

JORNADA SOBRE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE PRESAS Y EMBALSES EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO

CASOS PRÁCTICOS DE LA MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS EN LA JUNTA DE ANDALUCÍA



Gracia María Fernández Sabio ¹
María José Martínez Salaverri ²

¹ Directora de Obra. ICCP. Dirección General de Infraestructuras del Agua de la Junta de Andalucía

² Directora Técnica SANDO AGUA.

DEMARCAIONES HIDROGRÁFICAS DE ANDALUCÍA



El Sistema de Prevención y Gestión de Catástrofes está instalado en todas las presas de la DHTOPC, y en las presas de El Limonero, Casasola, Béznar y Rules de la DHCMA. Se encuentran en ejecución todos los Proyectos de Prevención y Gestión de Catástrofes de las presas de la DHCMA, salvo Presas de Derivación Concepción, DI-1 y DR-D, Hoya y Valdeinfierno, próximamente a licitación.

Se encuentran en ejecución todos los Proyectos de Prevención y Gestión de Catástrofes de DHGB, salvo Presas Zahara, Almodóvar y Azud El Portal, próximamente a licitación.

IMPORTE OBRAS = 55.465.547 €

POBLACIÓN BENEFICIADA (área inundable) = 1.565.044 personas

Andevalo y balsas de Huelva	953.007
Charco Redondo	2.976.389
Guadarranque	4.663.114
DI-I y DR-D	1.716.108
La Concepción	2.143.832
Derivación La Concepción	2.287.248
La Hoya-Valdeinfierno	2.182.648
Guadalhorce-Guadalteba	2.329.116
Conde de Guadalhorce	1.090.776
Casasola	1.754.296
El Limonero	1.011.408
Derivación La Viñuela	1.914.442
La Viñuela	1.599.298
Béznar y Rules	3.945.886
Cuevas de Almazora	6.351.053
Guadalcacín	1.361.209
Los Hurones	2.568.085
Arcos de la Frontera	1.296.606
Bornos	704.821
Zahara-El Gastor	4.319.348
El Portal	1.249.234
Barbate	1.814.493
Celemin	1.645.923
Almodovar	3.587.209

TOTAL 55.465.547 €

- **ALCANCE GENERAL DE UN PROYECTO DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE CATÁSTROFES:**
- **- MEJORA DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE CATÁSTROFES DE LA PRESA.** Incluye la instalación de nuevos sistemas de auscultación y la automatización de los sistemas de auscultación existentes, con señal en tiempo real en el **CENTRO DE CONTROL DE PRESA** y en el **CENTRO DE CONTROL DE CUENCA**
- **- IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CATÁSTROFES DE LA PRESA.** Incluye las infraestructuras, instalaciones y equipos necesarios para la implantación del Plan de Emergencia de la presa.
- **- INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA GENERAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA.** Incluye la configuración y exportación de los datos de los sistemas de Prevención y Gestión de Catástrofes de la presa en el Sistema General de la DH.
- **- OTRAS ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS DE MEJORA DE LA SEGURIDAD.** Mejoras de drenaje, de impermeabilización, de accesos, de instalaciones eléctricas... En general actuaciones derivadas de los informes de necesidades y de los informes de las Revisiones Generales de Seguridad

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

Proyecto de Construcción.

- Mejora del drenaje de cimiento y cuerpo de presa en Béznar.
- Mejora del drenaje de cimiento en Rules.
- Renovación de la instrumentación en ambas presas.
- Automatización de la instrumentación.
- Renovación de los sistemas de gestión de catástrofes (salas de emergencia).
- Implantación de los sistemas de prevención de catástrofes para el sistema Béznar-Rules (en Rules el Plan de Emergencia estaba implantado).

Informes de Comportamiento de ambas presas. Redactados por IVSP de la Junta de Andalucía y TYPESA en 2020.

Publicación del Protocolo de Normalización de las Obras de Prevención y Gestión de Catástrofes por DGIA de la Junta de Andalucía en 2021.

Proyecto Modificado nº1, redactado en abril de 2022. Adaptación al Protocolo de Normalización, nuevas curvas de inundación y aplicación de procedimientos de doble perforación para los drenes en Rules.

PRESA DE BÉZNAR

INTRODUCCIÓN

OBRAS EJECUTADAS

CONCLUSIONES



PRESA DE RULES

INTRODUCCIÓN

OBRAS EJECUTADAS

CONCLUSIONES

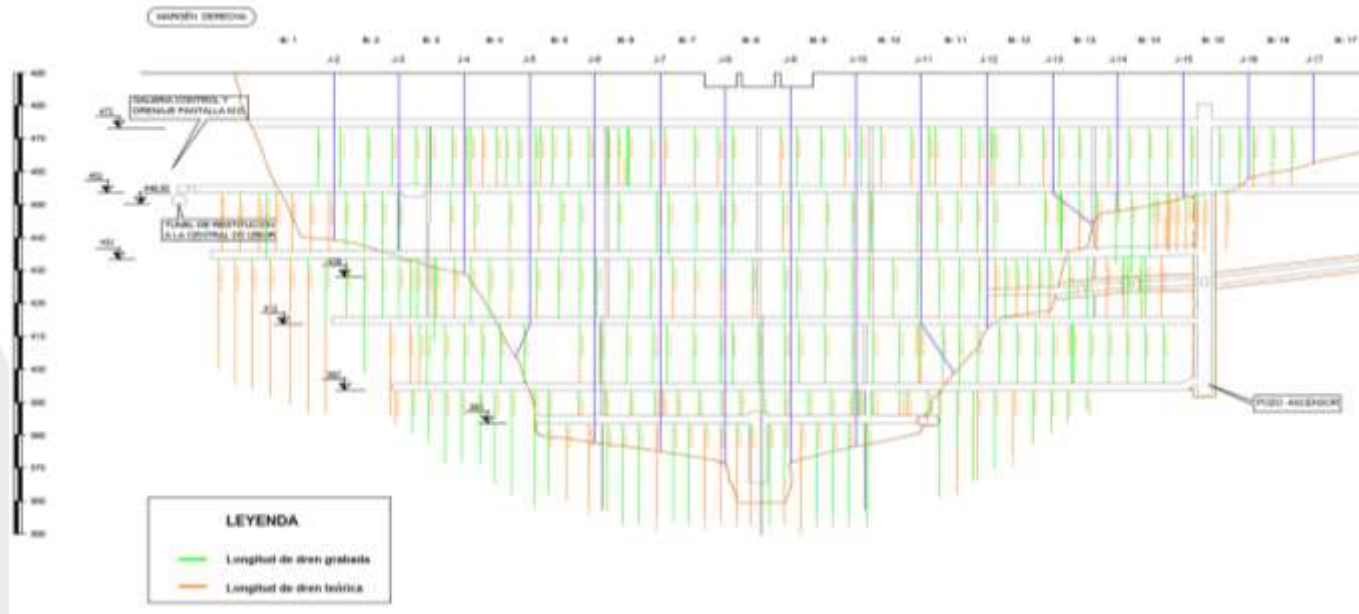


Río Guadalfeo
Construcción 1993-2004
Arco gravedad
Altura sobre cimientos 130 m
Longitud coronación: 610 m
Capacidad útil (NMN) 111 hm³
Superficie embalse (NAP): 332 ha

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

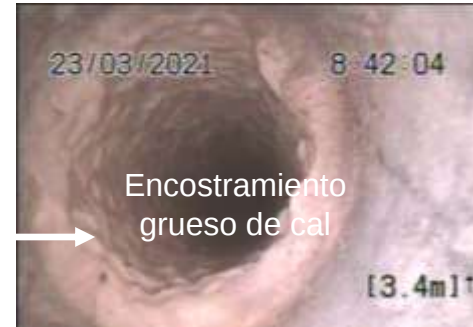
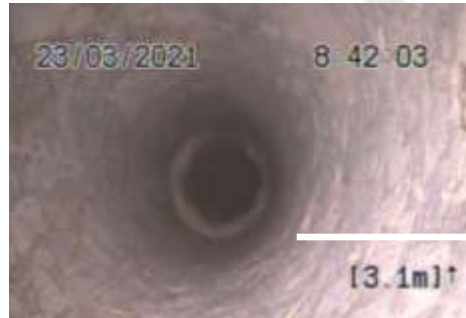
- Mejora del drenaje de cimiento y cuerpo de presa en Béznar. Replanteo de drenes existentes



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

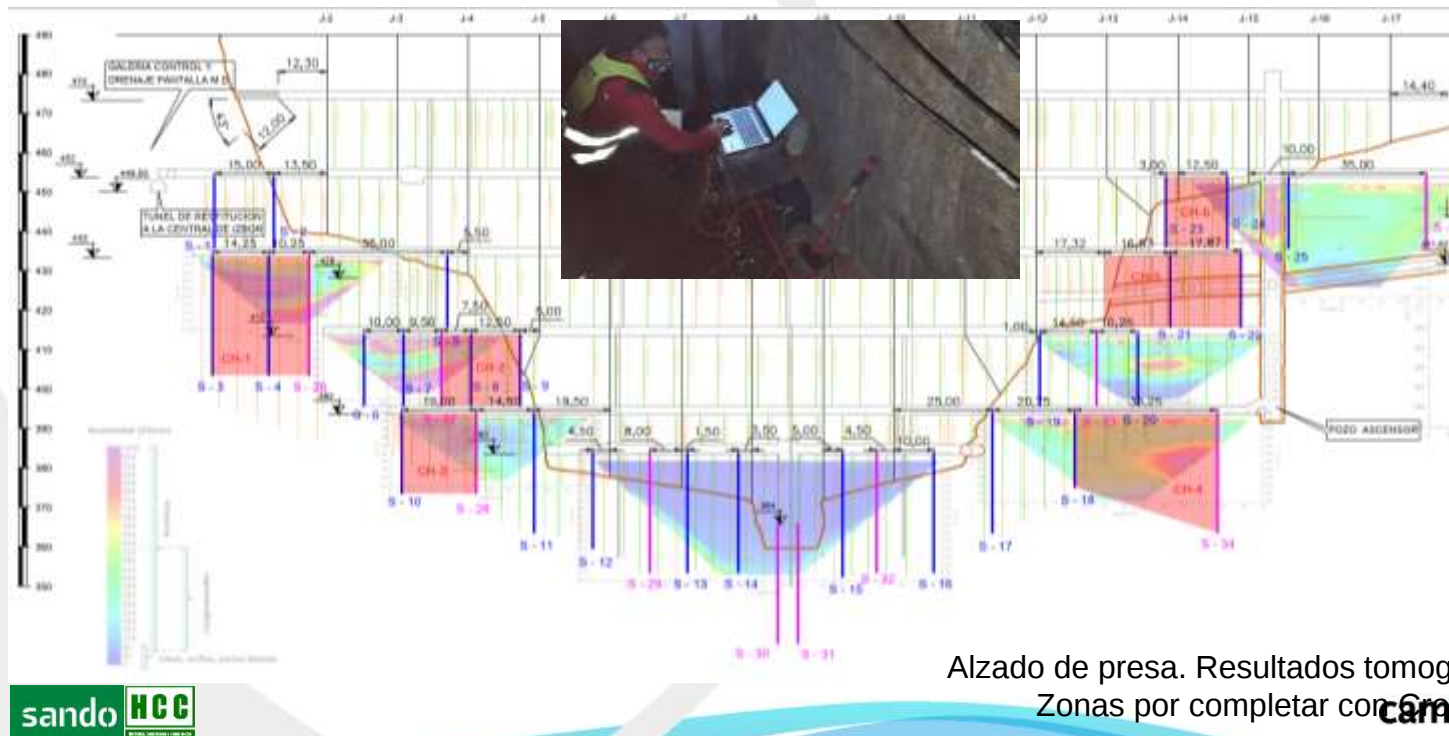
- Mejora del drenaje en Béznar. Reconocimiento con vídeo e inventario detallado. **7089 m.l.** de drenes



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

- Mejora del drenaje de cimiento y cuerpo de presa en Béznar. Reconocimiento geofísico: SR+TE+PI+MASW+CH



Alzado de presa. Resultados tomografía eléctrica
Zonas por completar con

caminos

Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

- Selección de los métodos de rehabilitación en drenes de prueba
Trialeta o lanza de agua (múltiples tipos y rangos de presiones).
Elegir el método adecuado haciendo una serie de pruebas en drenes seleccionados
- Rehabilitación de la red de drenaje en BÉZNAR.
Se han rehabilitado un total de **7089 m.l.** de drenes



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

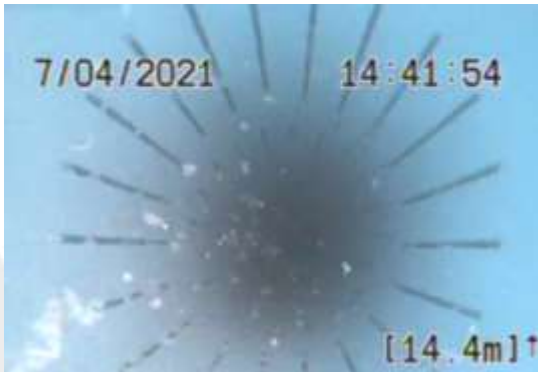
- Realización de nuevos drenes complementarios en Béznar: **70 nuevos drenes**



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

- Mejora del drenaje de cimiento y cuerpo de presa en **RULES**:
 - Ídem a los pasos tomados en Béznar
 - Existencia de drenes de PVC ranurados en los drenes de cimiento
 - Dificultad de perforar la roca del cimiento por su alta tectonización
 - Se descarta la retirada de los tubos existentes
 - Se decide hacer una limpieza de los tubos de PVC ranurado.
 - Se han rehabilitado un total de **4563 ml** de drenes



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

Los nuevos drenes a realizar han de hacerse con doble perforación encamisada y se ha de disponer PVC ranurado con geotextil. Se han ejecutado un total de **29 nuevos drenes**.



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

- Mejora de la instrumentación.
 - 583 elementos existentes en Béznar
 - 1090 elementos existentes en Rules
- Renovación de instrumentos.

INSTRUMENTACIÓN	BÉZNAR	RULES
Medidor tridimensional de juntas	17	54
Extensómetros de 3 varillas	7	
Sensores de temperatura	23	
Piezómetros cuerda vibrante	26	9
Piezómetros abiertos		4
Renov. elem.péndulos directos	5	
Renov. elem.péndulos inversos	3	
Coordinómetros péndulos	22	
Telecoordinómetros péndulos	7	8
Aforadores Thomson	5	2
Caudalímetros ultrasonios	13	21
Sensor de fluo		1
instalación aforo en drenes	52	29



Perforación y colocación extensómetro

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

Renovación de instrumentos

Caudalímetro



Coordinómetro y Telecoordinómetro



Sensor Temperatura



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

- Automatización selectiva. Sensores que rigen los parámetros de los escenarios de emergencia:

Automatización	BÉZNAR	RULES
Medidor tridimensional de juntas	17	54
Sensores de Temperatura	23	97
Piezómetros de Cuerda vibrante	30	9
Coordinómetros péndulos	7	8
Aforadores	13	23

Otros sensores que se dejan listos para automatizar:

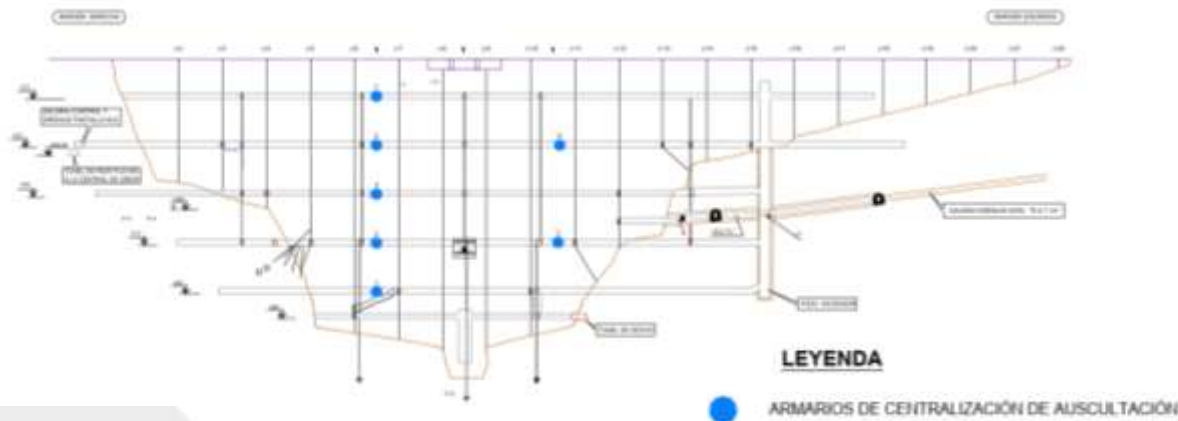
Preparado para automatizar	BÉZNAR	RULES
Extensómetros	8	19
Coordinómetros péndulos	14	5



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

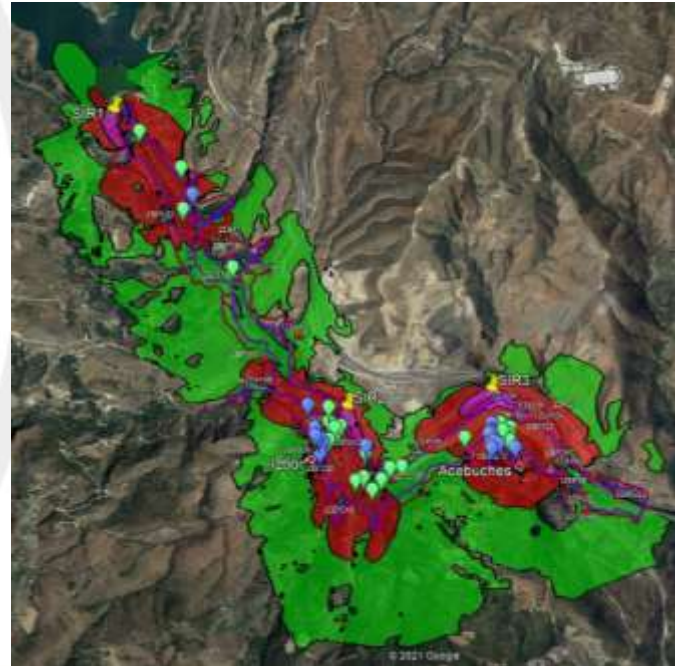
- Centralización de señales en armarios por galerías.
 - Arquitectura distribuida propuesta por el Protocolo de Normalización.
 - Reducción del cableado. Mejora en la ocupación de espacio en galerías. Mejor mantenimiento
 - Optimización de elementos requeridos, cajas estancas, multiplexores, etc.
- Traslado de la señal a la sala de emergencia y al centro de cuenca



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

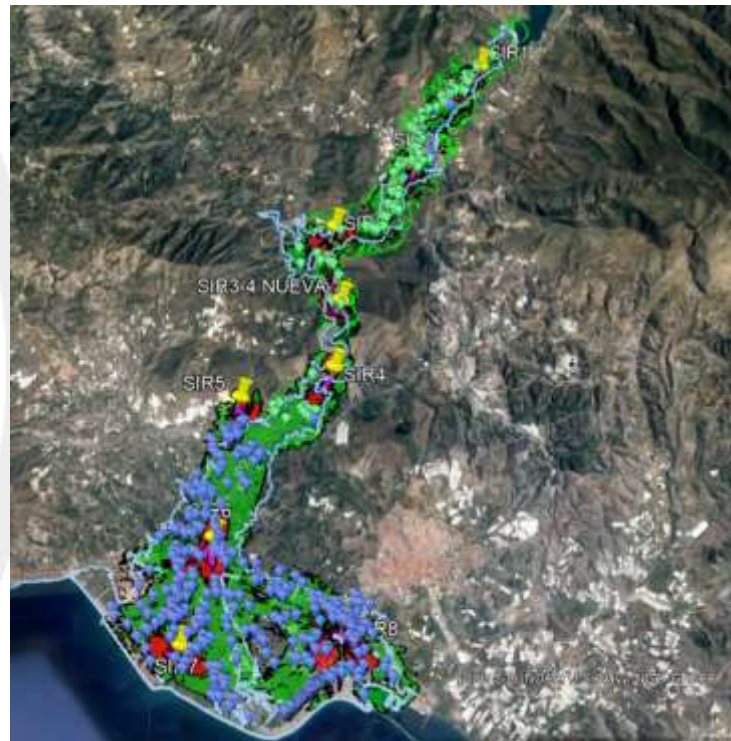
- Sistemas de aviso a la población.
- Revisión de las curvas de rotura de los primeros 30 minutos. Revisión de las zonas de cobertura acústica. **BEZNAR:** Colocación de tres nuevas sirenas



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

RULES: 1 nueva sirena y renovación de las 8 existentes

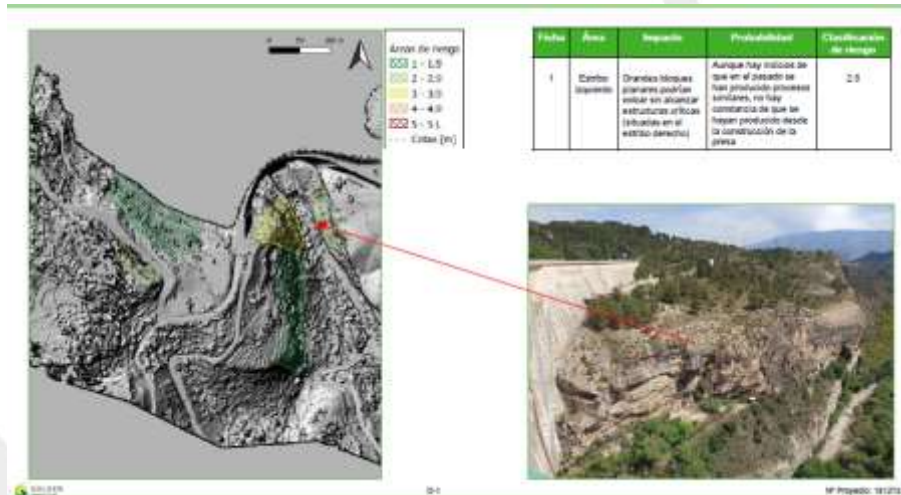


MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

Mejoras realizadas por Sando-HCC

- Perforación en diámetro 101mm de los drenes nuevos
- Instalación de piezómetros adicionales
- Estudio geológico de laderas y geofísico
- Instalación de GPS diferencial en ambas presas
- Manómetros en drenes
- Modelos tensodeformacionales



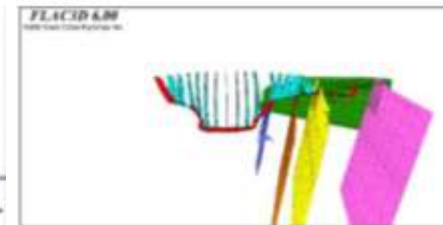
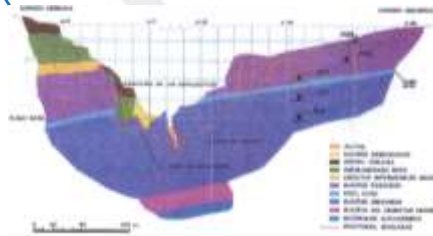
MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Béznar y Rules

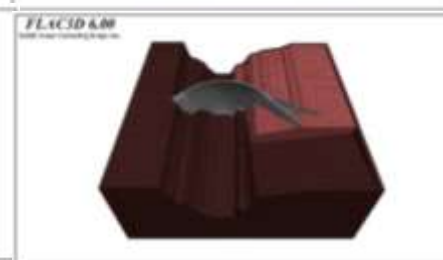
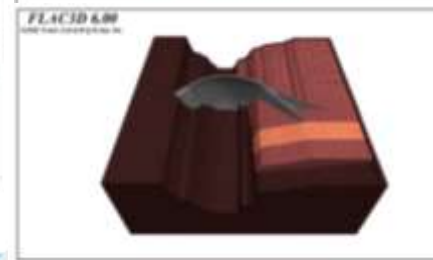
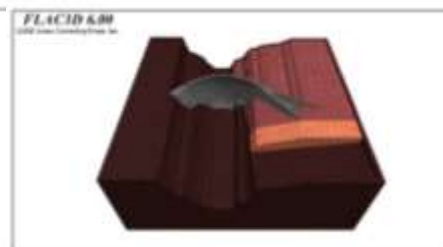
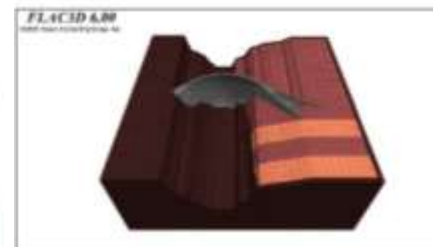
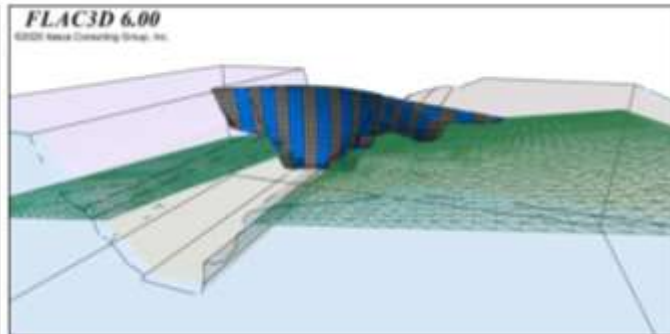
Modelos tensodeformacionales - BÉZNAR

Geología compleja y desfavorable
Plano Ratín y grietas abiertas en la MI

Modelización de grietas



Meandro aguas abajo. Macizo "no indefinido". Desconexión del terreno aguas abajo

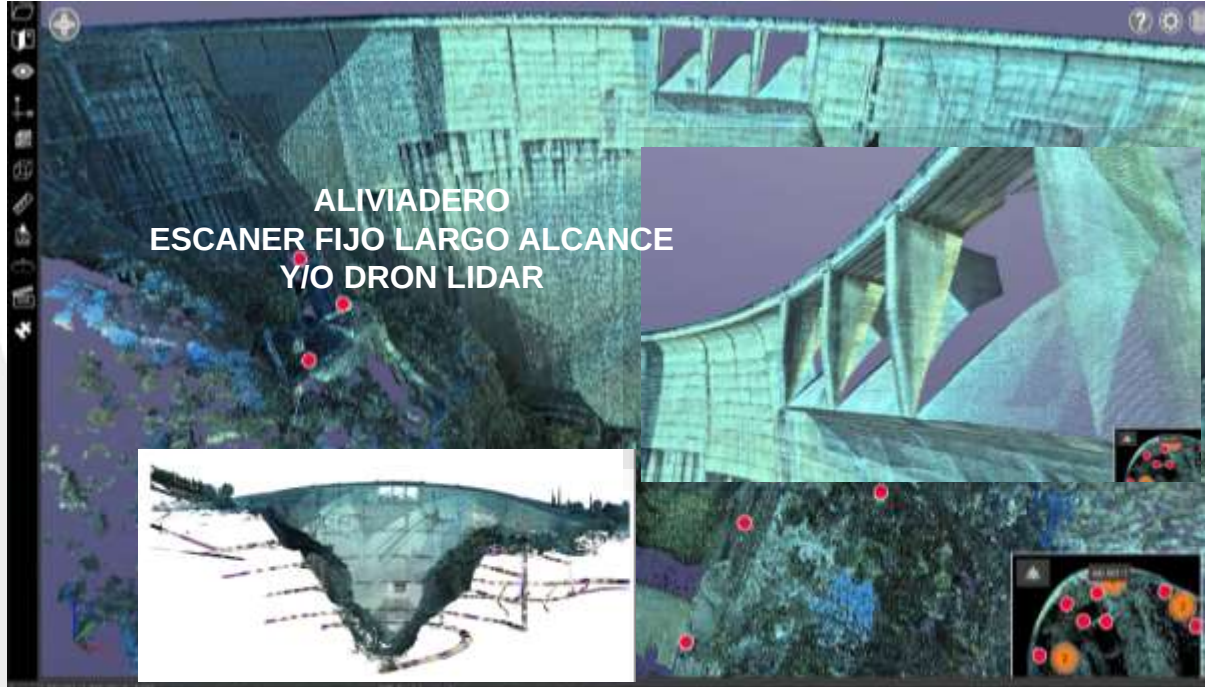


MODELO 3D. Vista desde aguas abajo
Modelización del nivel Ratín

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

Escaneado 3D de la presa de Beznar



MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras-Chanza



CUEVA DE LA MORA



SOTIEL OLIVARGAS

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras-Chanza



RECRECIMIENTO PRESA DEL PIEDRAS

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras-Chanza



PRESA MACHOS

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate



ALMODÓVAR



GUADALCACÍN

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Cuencas Mediterráneas Andaluzas



VIÑUELA



PRESAS DERIVACION VIÑUELA

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Cuencas Mediterráneas Andaluzas



GUADALHORCE-GUADALTEBA



CUEVAS DE ALMANZORA

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Actuaciones Demarcación Hidrográfica Cuencas Mediterráneas Andaluzas



BENINAR



CASASOLA

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En fase de Proyecto:

Invertir en consultoría-ingeniería. Es necesario que los Proyectos no estén hechos “a la carrera”.

Evitar incertidumbres en obra:

Coherencia de unas unidades de obra con otras: evitar que falten tareas necesarias

Evitar Partidas Alzadas (en lo posible). Mejor que haya P.A. a que haya cuestiones no tratadas.

No “apretar” los **plazos**.

Apoyarse en los datos de los **Archivos Técnicos**.

Cotejar la información documental con la información “real” construida. Importancia de los **Proyectos “As Built”**.

En fase de Obra:

Contar con **empresas solventes** y competentes (también a nivel de subcontratistas). Riesgo de una mala actuación, por ejemplo, en un drenaje.

Asesorarse con **especialistas**.

Seguir secuencias naturales (**documentación previa, lecturas “cero” de la auscultación**) en las actuaciones.

Documentar adecuadamente las actuaciones y dejar registro de las mismas para que conste correctamente en los Archivos Técnicos.

Auscultar las presas durante la ejecución (del drenaje en este caso) para **evaluar la respuesta temprana**.

MEJORA DE LA SEGURIDAD DE PRESAS, JUNTA DE ANDALUCÍA

Obras de Gestión de Catástrofes en Beznar y Rules En general:

Pensar en las actuaciones con perspectiva para el mantenimiento y la explotación, para la vigilancia y seguridad de la presa y para el bien común de la sociedad.

Fomentar el mantenimiento de las presas, su vigilancia y su seguridad, actualizando el valioso legado de presas a las mejores condiciones posibles.

EJEMPLOS DE ACTUACIONES PRÓXIMAS:

- Prevención y Gestión de Catástrofes PRESA DE ZAHARA.
- Prevención y Gestión de Catástrofes PRESA DE ALMODÓVAR.
- Prevención y Gestión de Catástrofes PRESA EL PORTAL.
- Prevención y Gestión de Catástrofes PRESAS DERIVACIÓN CONCEPCIÓN.
- Prevención y Gestión de Catástrofes DI-1 y DRD.
- Prevención y Gestión de Catástrofes LA HOYA y VALDEINFIERNO.
- Reparación del cuenco amortiguador de la Presa del CHANZA.
- Rehabilitación del desagüe de fondo de la Presa del PIEDRAS y nueva toma.
- Obras de mejora de la seguridad de la Presa del PIEDRAS.
- Recrecimiento del dique de collado de la Presa de ALMODÓVAR.
- Recrecimiento del Dique de collado de la Presa de BARBATE.
- Proyecto de mejora de la seguridad hidrológica de la Presa del CONDE DE GUADALHORCE.
- Proyecto de mejora de la seguridad hidrológica de la Presa de BENÍNAR.

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

