

INTRODUCCIÓN

Las diversas explotaciones mineras que han operado en el Valle Salado de Cardona (Barcelona) a lo largo de su historia, han padecido varios episodios de infiltraciones de agua en su interior producidos normalmente por la intercepción de conductos kársticos (Mina del Duc, 1934; rampa San Onofre, 1985; Mina 'Las salinas', 1995; etc.). En el año 1998, la mina 'Las Salinas', interceptó un conducto kárstico pre-existente cargado hidráulicamente con salmuera, el cual se drenaba hasta entonces, hacia el acuífero aluvial del río Cardener. La intercepción fortuita del conducto indujo a su vaciado hacia la mina, y la comunicación hidráulica del acuífero aluvial del río Cardener con las galerías del interior de esta. En ese momento se produjo un descenso repentino del nivel freático en el aluvial con una inversión del flujo ocasionando finalmente -en dos años y medio- la inundación de la antigua mina Nieves (1925 - 1990) que inicialmente llegaba hasta los 1300m de profundidad. Posteriormente se ha seguido produciendo un flujo, si bien menor, en lámina libre y más o menos constante, que sigue provocando un cierto desarrollo del karst. Para reducir los caudales de infiltración que descargan hacia el interior de la mina, desde el año 1999-2000 se han llevado a cabo diversas actuaciones, entre otras; el desvío del río Cardener mediante un túnel -con el fin de secar el acuífero aluvial a su paso por el meandro en el sector de la confluencia con el Valle Salado-; la construcción de pantallas; la captación y conducción de aguas superficiales perimetralmente al diapiro; y desde el año 2004 también un dispositivo de drenaje para el rebajamiento del nivel piezométrico en el acuífero fracturado detrítico terciario mediante pozos de bombeo. Todo ello ha permitido reducir y controlar los flujos de agua que se infiltran dentro de la mina. Con la finalidad de mejorar la sostenibilidad de los aspectos derivados de la gestión del agua subterránea en la mina, en el año 2011 el ICGC (antes IGC), emprende un nuevo proyecto dirigido a mejorar el conocimiento hidrogeológico en el entorno del valle, con la finalidad de establecer un modelo conceptual de funcionamiento del sistema y establecer diversas actuaciones para reducir el desarrollo del karst.

CONTEXTUALIZACIÓN

Geología: Estructura diapírica de orientación NE-SW asociado a un anticlinal. Constituido por rocas terciarias: (1) Unidades evaporíticas salinas en el núcleo del diapiro (Fm. Cardona) y unidades detríticas encajantes del diapiro (areniscas grises y rojizas, y margas; Fm. Súrria y la Fm. Solsona del Eoceno superior - Oligoceno. Sustrato recubierto parcialmente por depósitos cuaternarios aluviales hasta los 20m de espesor (aluvial del Valle Salado); y depósitos fluviales asociados al río Cardener y con varios niveles de terrazas.

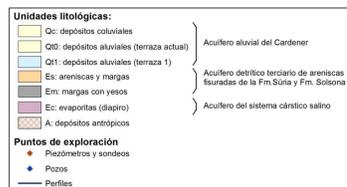
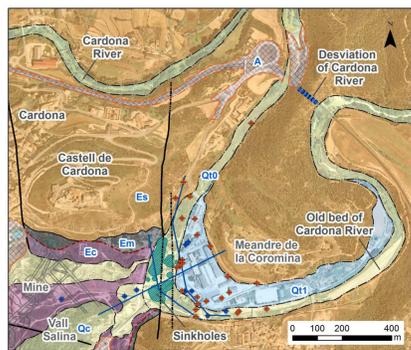


Figura 1: Ámbito de estudio. Localización del antiguo meandro del río Cardener y mapa geológico de detalle.

Antecedentes relativos a procesos kársticos derivados de infiltraciones

Año 1990: cierre antigua Mina Nieves. Año 1993: se inicia la explotación de la mina 'Las Salinas'. Año 1995 primer episodio de infiltración. Año 1998, nueva avenida de agua. El caudal de infiltración llega a un máximo de 27 l/s. Se establece conexión hidráulica entre el aluvial del río Cardener y el interior de la mina a través de galerías kársticas. Se produce un cambio en el funcionamiento hidrogeológico del entorno, la inversión del sentido del flujo, la inundación de la antigua mina Nieves y la aparición de diversos hundimientos en superficie en el cauce del río Cardener.

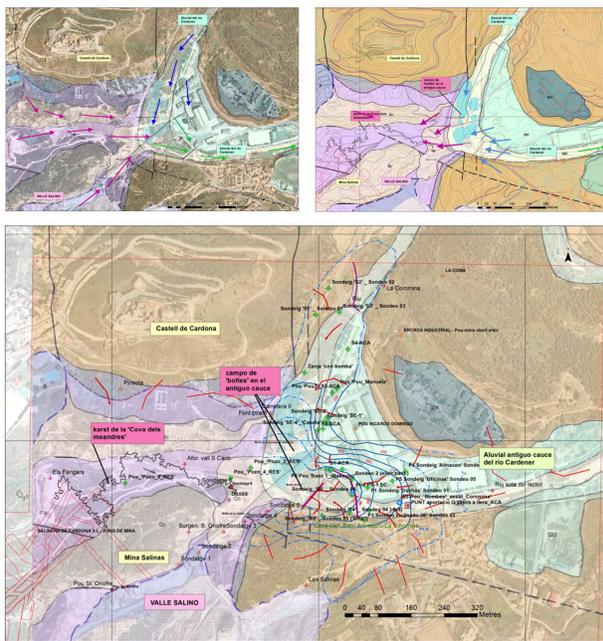
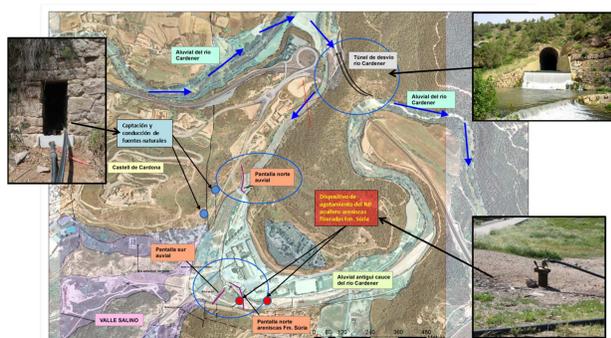


Figura 2: Arriba, sentido del flujo antes de la inundación de la mina Nieves en 1999. El color de la flecha indica la salinidad del agua: morado-salada, azul-agua dulce, verde-mixta. Tras la inversión del flujo, la 'Cueva de los Meandros' (imagen izquierda) fue explorada por parte del equipo de espeleólogos encabezados por el geólogo y espeleólogo Ferran Cardona, del ECG (Espeleoclub de Gracia, Barcelona).

Medidas mitigadoras para el control de las aportaciones de aguas superficiales y subterráneas hacia el valle salino (período 1999-2006)

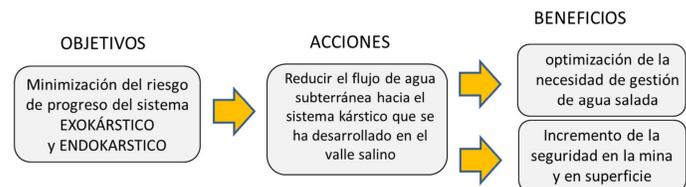
Para poder seguir con la actividad minera, y evitar riesgos y accidentes que pudieran afectar a bienes materiales y humanos, y para reducir las necesidades de gestión de agua saturada hacia el colector, desde el año 1999 se han llevado a cabo una serie de trabajos encaminados a controlar directa o indirectamente los flujos de agua que descargan hacia el interior de la mina.

Figura 3. Principales actuaciones de desvío e intercepción del flujo de agua subterránea en el sector del antiguo meandro del Río Cardener.



PLAN DE ACCIÓN. Período 2011-2016

- La principal prioridad es reducir la velocidad de desarrollo del karst salino
- El objetivo es controlar los flujos y las aportaciones de aguas subterráneas al sistema que favorecen a las infiltraciones y al desarrollo del karst.



Actuaciones efectuadas.

- Acción 01. Nuevos trabajos de prospección geológica-hidrogeológica e implementación de un nuevo sistema de monitorización del sistema.
- Acción 02. Optimización del sistema de drenaje del acuífero terciario de areniscas fisuradas de la Fm. Súrria mediante la construcción de nuevos pozos de bombeo.
- Acción 03. Desarrollo de un estudio experimental para determinar la incidencia de la aportación del caudal ecológico (120-100l/s) del Proyecto de Restauración de la Vall Salina PRVS (2007), sobre la recarga del acuífero fisurado de la Fm. Súrria que alimenta al karst salino. Se ejecutó un test mediante el cual se reduce y a la vez se desplaza el punto de vertido.



Figura 4: Construcción de piezómetros y pozos e implementación de un sistema de monitorización.

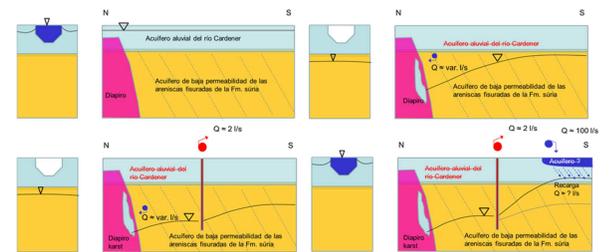


Figura 5: Esquema conceptual de cómo ha evolucionado el sistema detrítico-kárstico en el entorno del antiguo cauce del río Cardener en función de las acciones naturales y antrópicas.

Resultados y conclusiones preliminares

- Los nuevos trabajos de prospección han permitido la planificación de medidas de optimización del drenaje.
- Los niveles piezométricos en el acuífero fisurado de la Fm. Súrria han registrado desde 2013 un descenso de más de 40m.
- El conjunto de acciones realizadas ha disminuido los caudales de entrada a la mina entre un 30 y un 40%.
- La velocidad de desarrollo del karst salino se ha reducido.

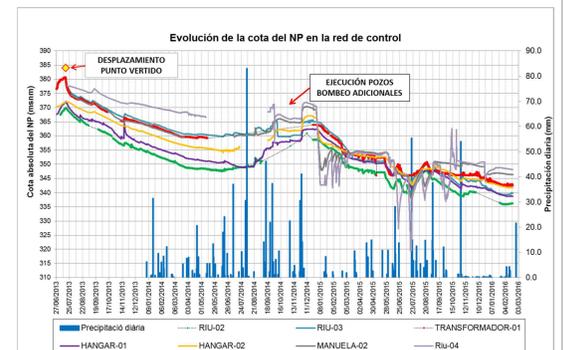


Figura 6: Evolución de los niveles piezométricos desde la finalización del test de desplazamiento y reducción de caudal del PRVS.

REFERENCIAS

- Colomer, M. et al (2015). Application of 3D modelling for groundwater management around the Cardona diapir. European Congress on regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Barcelona, junio de 2015.
- ICGC (2013). Estudi hidrogeològic d'anàlisi dels bombaments relacionats amb l'explotació minera de Salinera de Cardona, SLU. Documento inédito.
- Teixidor, F. et al (2013). Plan de gestión del agua subterránea en el diapiro salino de Cardona: control, seguimiento y mejora del conocimiento del funcionamiento de los acuíferos. LIBRO DE ACTAS DEL III CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA AMBIENTAL PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y EL DESARROLLO. CARDONA - 2013. I.S.B.N.: 978 - 99920 - 1 - 769 - 2, pp. 081 - 094
- UPC - ETCG (1999). Informe sobre las filtraciones mina Salinas. Inédito. Departament d'Enginyeria del Terreny Cartogràfica i Geofísica de la UPC