

# Caracterización de Sales Precipitadas a partir de Aguas de la Red Hidrológica de la Provincia de Valladolid

/ FERNANDO RULL (1), JESÚS MEDINA (1), CARLOS ALONSO (2), MIGUEL ALONSO (2), MARÍA TERESA BELMONTE (2), ALVAR DAZA (2), ÁLVARO FERRADAS (2), DIEGO GONZÁLEZ (2), BEATRIZ GONZÁLEZ (2), ALBERTO MARCOS (2), BELÉN NOTARIO (2), GUILLERMO PINEDO (2), ÁNGEL REY (2), MIGUEL RODRÍGUEZ (2), MIGUEL SANZ (2), ARIANA VELASCO (2)

(1) Área de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid. 47006, Valladolid (España)

(2) Alumnos de 5º curso de Ciencias Físicas. Área de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid. 47006, Valladolid (España)

## INTRODUCCIÓN.

Parte fundamental de la enseñanza tradicional en Cristalografía y Mineralogía la constituyen los procesos de precipitación a partir de solución acuosa. De igual manera, es también parte fundamental en asignaturas como la que se imparte en la Universidad de Valladolid "Síntesis y Caracterización de Materiales" a los alumnos de 5º Curso en la rama de Ciencias Físicas con carácter optativo. En el curso 2009-2010, por la conjunción de una serie de circunstancias: número apropiado de alumnos, motivación, disponibilidad instrumental y posibilidades de laboratorio, se ha emprendido un estudio de la precipitación de sales disueltas en aguas de diverso origen, cubriendo sobre todo, la provincia de Valladolid.

Los objetivos de este trabajo son, básicamente, el estudio de la precipitación a partir de solución como fenómeno físico-químico y el estudio

detallado de las fases precipitadas a partir de la combinación de técnicas analíticas y estructurales teniendo en cuenta la mayor participación posible de los alumnos en todo el procedimiento.

Finalmente, se persigue también encuadrar los resultados obtenidos en el contexto geológico-mineralógico de las fuentes, ríos o pozos y determinar aquellos materiales producto de la contaminación por la actividad humana, fundamentalmente agrícola.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Las muestras de agua fueron recogidas por los alumnos de acuerdo con sus propios criterios, cubriendo, por un lado, las corrientes fluviales más importantes que afectan a la ciudad de Valladolid y, por otro, determinadas fuentes y pozos que, por alguna razón particular (histórica, de tradición o uso) presentaran interés para el estudio (ver la Figura 1 sobre las áreas principales cubiertas por el muestreo).

Se recogieron un total de 24 muestras de diferente origen. Algunas muestras se recogieron también de las fuentes que alimentan la ciudad de León, con objeto de comparar con muestras similares de Valladolid. Estas aguas fueron evaporadas en las mismas condiciones (misma cantidad de líquido de partida, 50°C en estufa) y el residuo seco se recogió y pesó.

A continuación, los residuos fueron analizados por una combinación de técnicas macro y micro, con participación activa de los alumnos, que también han participado en la interpretación de los resultados.

Fundamentalmente se han usado técnicas espectroscópicas FTIR-ATR, LIBS y Raman en modo macro y micro. Los resultados se han completado con DRX (usando un difractómetro convencional y uno portátil), y SEM.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la Tabla 1 se presenta un esquema de la concentración en residuo seco medida para algunas de las muestras más representativas



fig.1. Vista general de las posiciones de muestreo de aguas para el estudio de precipitados.

Lugar de recogida	Concentración(mg/L)
Río Pisuerga	344
Río Esgueva	818
Canal del Duero	350
Fuente Sieteiglesias de Trabancos (VA)	632
Fuente Villafafila (ZA)	568
Fuente Laguna de Duero (VA)	370
Fuente León	143
Pozo de Villanueva de San Mancio (VA)	1150

Tabla 1. Concentración en residuo seco.

**palabras clave:** Soluciones Acuosas, Cristalización, Técnicas Estructurales, Químicas de Identificación.

**key words:** Aqueous Solutions, Crystallization, Structural, Chemical Identification Techniques.

Sobre estos residuos, se han realizado estudios de caracterización estructural, química y morfológica usando la combinación de las técnicas antes mencionadas.

En el trabajo se discuten los resultados obtenidos en la identificación de las fases minerales y también la correlación entre unas fuentes u otras de muestreo y las características mineralógicas de cada zona.

Como ejemplo, en las figuras 2 a 3 se muestran algunos de los resultados obtenidos.

Se observa en la Figura 2 que los espectros Raman detectan yeso, epsomita, calcita y nitratos de calcio y sodio. Esta composición es casi idéntica en los ríos Esgueva y Pisuerga, a pesar de su diferente concentración de sales.

Los resultados de FTIR confirman esta interpretación.

Se ve también en la Figura 2 (C) el espectro del precipitado de un importante pozo en Villanueva de San Mancio. Su alta concentración de sales está dominada por los nitratos, básicamente nitrato sódico, y apenas se observa la presencia de carbonatos o sulfatos.

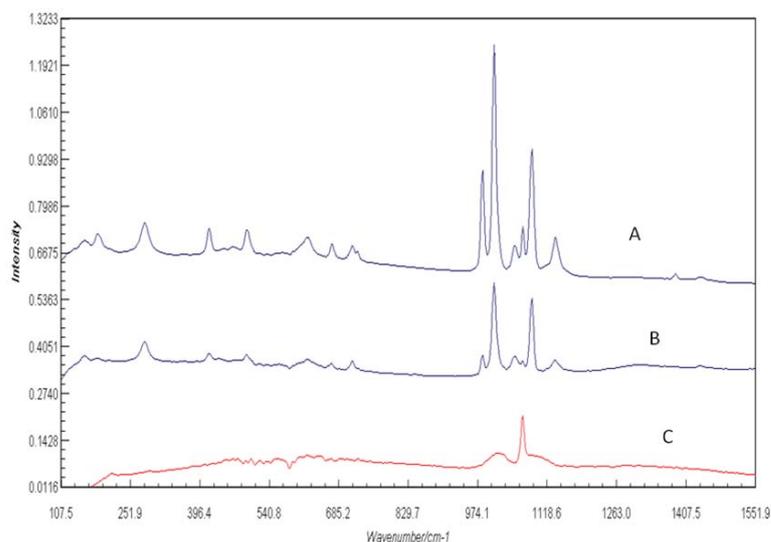
### CONCLUSIONES.

A pesar de que existen estudios hidrogeológicos, hidroquímicos y biológicos de las aguas en la provincia de Valladolid y en la comunidad de Castilla y León, apenas existen sobre la mineralogía de los productos precipitados en condiciones controladas. Este trabajo ha permitido arrojar nueva información sobre las fases sólidas precipitadas y sus concentraciones relativas.

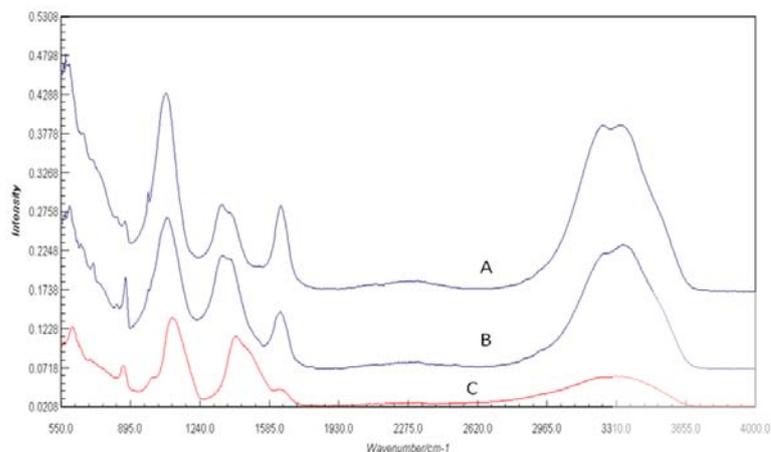
Al mismo tiempo, el trabajo práctico y teórico sobre un grupo motivado de alumnos y encaminado a un objetivo común, como el aquí propuesto, permite una introducción a los procedimientos de investigación y trabajo experimental que producen en general resultados muy positivos.

### AGRADECIMIENTOS.

Al profesor R. Arana por sus ideas precursoras en este tipo de trabajos.



**fig 2.** Espectros FT-Raman de los precipitados de las muestras 11 (Esgueva) (A), 16 (Pisuerga) (B) y 3 (pozo en Villanueva de San Amancio) (C).



**fig 3.** Espectros FT-IR-ATR de precipitados de las muestras 11 (Esgueva) (A), 16 (Pisuerga) (B) y 3 (pozo en Villanueva de San Amancio) (C).