

INFORME SOBRE LA EXPLORACION SUBACUATICA DE LA LAGUNA DE URAO, MERIDA

ESPECTROSCOPIA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X DEL URAO.
MICROSCOPIA ELECTRONICA DEL URAO.

Andrea Drusini (*)
Francesco Businaro (*)

I. Calliari (**)
C. Furlan (**)

En el año 1985 se efectuó una exploración subacuática de la Laguna de Urao (Lagunillas, Estado Mérida).

El equipo estuvo formado por el Doctor Andrea Drusini y por el Licenciado Francesco Businaro de la Universidad de Padua, Italia.

La exploración se efectuó en diferentes puntos de la Laguna con el intento de buscar restos de ofrendas en relación con formas particulares de culto local y según las informaciones que muy amablemente nos ofreció la Profesora Jacqueline Clarac de Briceño.

En el curso de los numerosos buceos fue posible determinar lo siguiente:

- la profundidad máxima encontrada fue de alrededor 4.5 metros,
- la presencia en el medio de la Laguna de una corriente, bastante débil, de agua más fría, que presuntamente es la que alimenta la laguna - misma,
- la presencia de unos palos clavados en el fondo de la laguna que parecen los restos de un muelle (según algunas

indicaciones locales),

- una fuerte cantidad de sedimento en suspensión que limitó grandemente la visibilidad (nunca superó los 30 cm),
- el espesor de dicho sedimento varió entre 20 y 40 cm, haciendo imposible cualquier reconocimiento de objetos en el fondo.
- el estrato fangoso se apoya, además, sobre otra capa de arcilla, ésta también de espesor variable.

CONCLUSIONES:

Según nuestro criterio una recuperación que tenga validez científica es muy difícil por la imposibilidad de encontrar algún objeto (aún utilizando un eco-escandallo) a causa del sedimento. Solamente conociendo el sitio exacto del hundimiento se podría estudiar la manera de recuperar algo, utilizando una cajonada que permitiría aislar y secar el sitio. Por otro lado, dragar el fondo significaría revolver los posibles objetos, corriendo el

(*) Università di Padova - Dipartimento di Biologia.

(**) C.U.G.A.S.

riesgo de perderlos definitivamente.

ANÁLISIS QUÍMICO-FÍSICO DEL URAO.

La exploración subacuática de la Laguna de Urao no permitió encontrar material de interés antropológico, a causa de la ausencia de visibilidad y de la capa de limo muy viscosa depositada en el fondo.

Decidimos entonces realizar algunos análisis químico-físicos del urao para conocer su composición y su morfología microscópica.

La espectrometría de rayos X y la microscopía electrónica con SEM (Scan Electron Microscope) se efectuó en el Laboratorio C.U.G.A.S. (Centro Universitario Grandi Apparecchi Scientifici) de la Universidad de Padua, por la Doctora Irene Calliari y el Técnico Claudio Furlan.

ESPECTROSCOPIA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X.

En el presente trabajo se utilizó la técnica de fluorescencia de rayos X, excitada por rayos X y dispersiva por energía.

Se utilizó un ORTEC TEFA (Tube Excited Fluorescence Analyzer) 6110; las muestras analizadas (ca. 3 gr. cada una) fueron extraídas de los dos diferentes estratos del material, pulverizadas y prensadas hasta obtener dos pastillas.

El análisis de los varios elementos se efectuó siguiendo dos diferentes procedimientos:

a) El contenido en Cl se determinó utilizando la relación lineal entre el $\ln$ (energía de la línea característica) y el $\ln$ (intensidad de fluorescencia/concentración), donde la inclinación de la recta y la inter-

cepta han sido calculadas, en cada muestra, añadiendo tres standards - internos (Al, Ti, Cu) (MATSUMOTO & FUWA, 1979).

Las condiciones de análisis son las siguientes:

Anodo de Mo
Filtro de Mo
Tensión de 40 Kv
Corriente 35 μ A
Tiempo de cálculo 1000 s

b) Los restantes elementos fueron determinados utilizando las rectas de ajustamiento obtenidas anteriormente de standards a concentración conocida.

Las condiciones de análisis fueron las siguientes:

1. Anodo de Mo, filtro de Mo, tensión 45 Kv, corriente 35 μ A, $t = 400$ s (por Mn, Fe, Br, Sr, Zr),
2. Anodo de W, tensión 15 Kv, corriente 120 μ A, $t = 400$ s (por K y Ca).
3. Anodo de Mo, tensión 12 Kv, corriente 200 μ A, $t = 400$ s (por Na y Si).

El error en % fue calculado, para ambos procedimientos, entre el 5% y el 10%.

ANÁLISIS MICROSCÓPICO DEL URAO.

Como se puede ver en las fotos con microscopio óptico (Figs. 1 y 2) - en este caso el urao presenta dos formas, una oscura que hemos llamado **URAO X** y una más clara que hemos llamado **URAO Y**. Las dos coloraciones se deben: en el **URAO X** a una cristalización más menuda, y en el **URAO Y** a una mayor -

compactibilidad que corresponde a una superior cantidad de calcio, debida - probablemente a diferentes depósitos aluviales. Esta mayor cantidad de calcio en la fase Y se determinó con fluorescencia de rayos X (EDS, XRF).

Ambas formas fueron examinadas también con microscopio electrónico a escansion (SEM Cambridge stereoscan 250) (Figs. 3, 4, 5, 6 y 7).

Los resultados son resumidos en la tabla siguiente:

	URAO X	URAO Y
NA2O	60.0	67.6
SiO2	2.3	-
Cl	1.0	3.0
K2O	0.7	0.7
CaO	3.5	1.5
MnO	indicios	-
FeO	0.1	0.2
BrO	100 ppm	100 ppm
SrO	200 ppm	-
ZrO	-	500 ppm
P	indicios	indicios

BIBLIOGRAFIA

CALLIARI, I, DAL MASCHIO, R, SORARU', G., 1986, Analisi dei reperti "vetrosi" dello scavo di Corte Cavanella. - In: *L'Antico Polesine. Testimonianze archeologiche e paleoambientali*. Museo Nazionale Archeologico di Adria e Museo Civico delle Civiltà in Polesine di Rovigo, pp. 335-338.

MARIGO, A, GERBASI, R, FURLAN, C, ZANETTI, R, 1980, Spettroscopia per fluorescenza di raggi x dispersiva - per energia e sue prestazioni. *La Chimica e l'industria*, 62(3): 231-238.

MATSUMOTO, K, FUWA, K, 1979, Major and Trace Elements Determination in Geolo-

gical and Biological Samples by Energy-Dispersive x-ray Fluorescence Spectrometry. *Analytical Chemistry*, 51(14):2355-2358.

RESUMEN.

Este artículo constituye un informe acerca de la primera exploración subacuática de la Laguna de Urao en Lagunillas, Mérida, realizada en 1985. Se muestran las dificultades existentes para hacer trabajo arqueológico en el fondo de esta laguna "sagrada", así como los resultados de algunos análisis químico-físicos del urao de su fondo, a fin de conocer la composición y morfología microscópica de éste.

This article is a report of the first underwater exploration of the Urao lake in Lagunillas, Mérida, carried out in 1985. It points out the difficulties involved in doing archaeological work on the bottom of this 'sacred' lake, and gives the results of some chemical and physical analyses made of the urao in the bottom to find out its composition and microscopic morphology.

ID: URAOX CONDITION # 1 EEDS-11
 PST: LT= 400S CPS: 9928 DT: 69 FS: 10¹⁶ LOG
 EG&G ORTEC

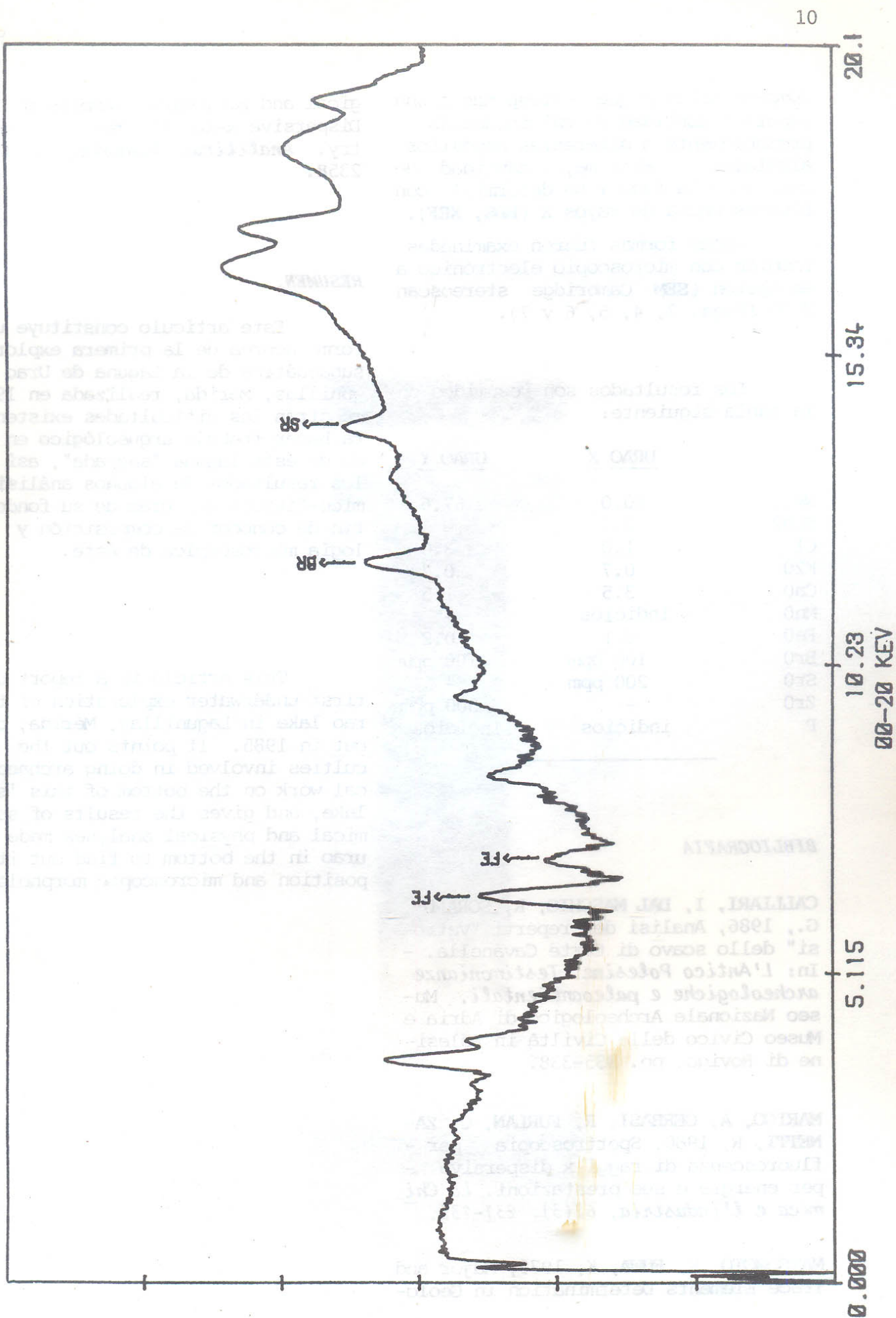


Gráfico 1: URAO X: espectro relativo a los elementos pesados.

ID: URAOX CONDITION # 2 EEDS-11
PST: LT= 400S CPS: 3414 DT: 31 FS: 1016 LOG ORTEC

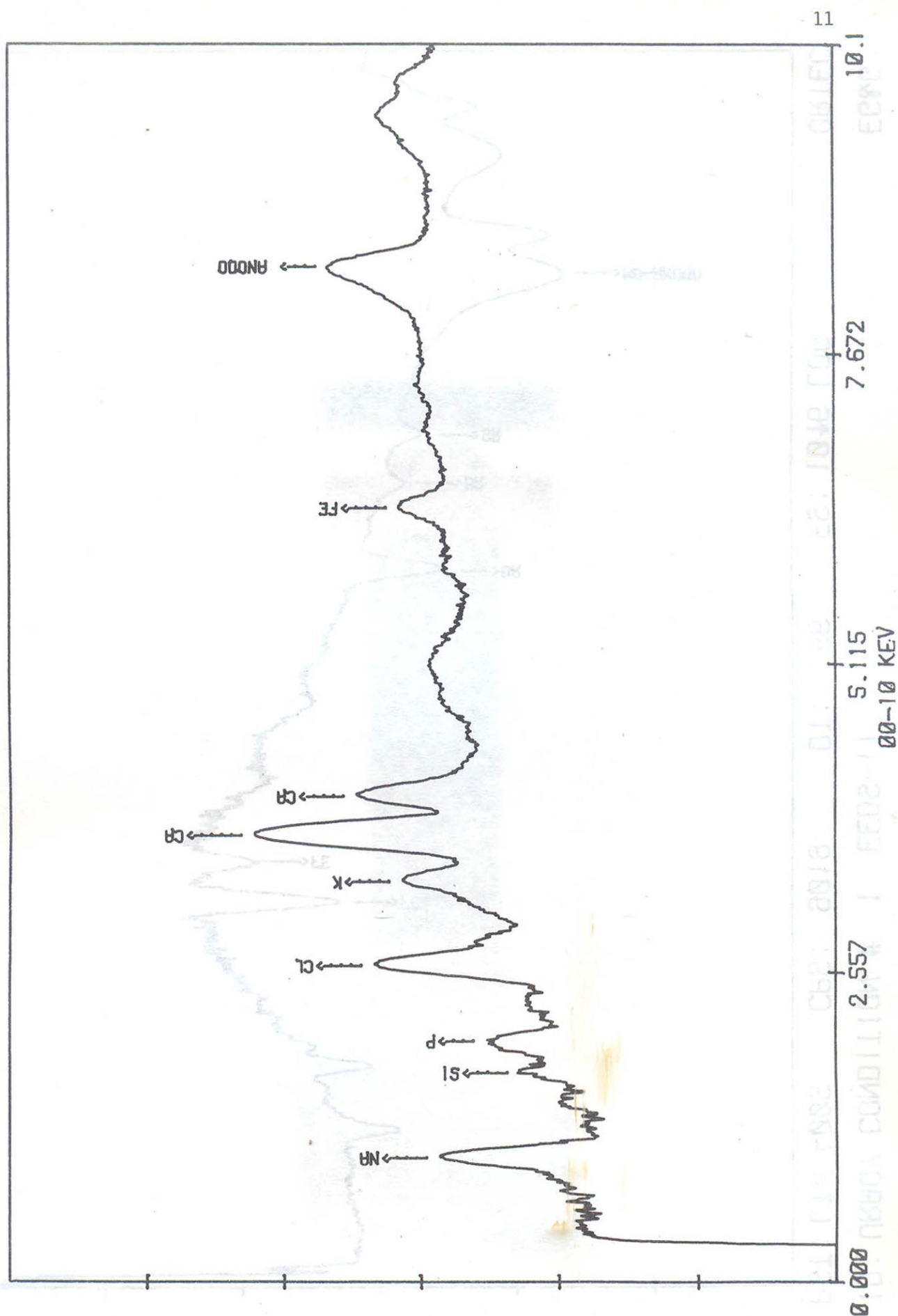


Gráfico 2: URAOX X: espectro relativo a los elementos ligeros.

EG&G ORTEC
ID: URAOY CONDITION # 1 EEDS-11
PST: LT= 400S CPS: 9019 DT: 66 FS: 1016 LOG

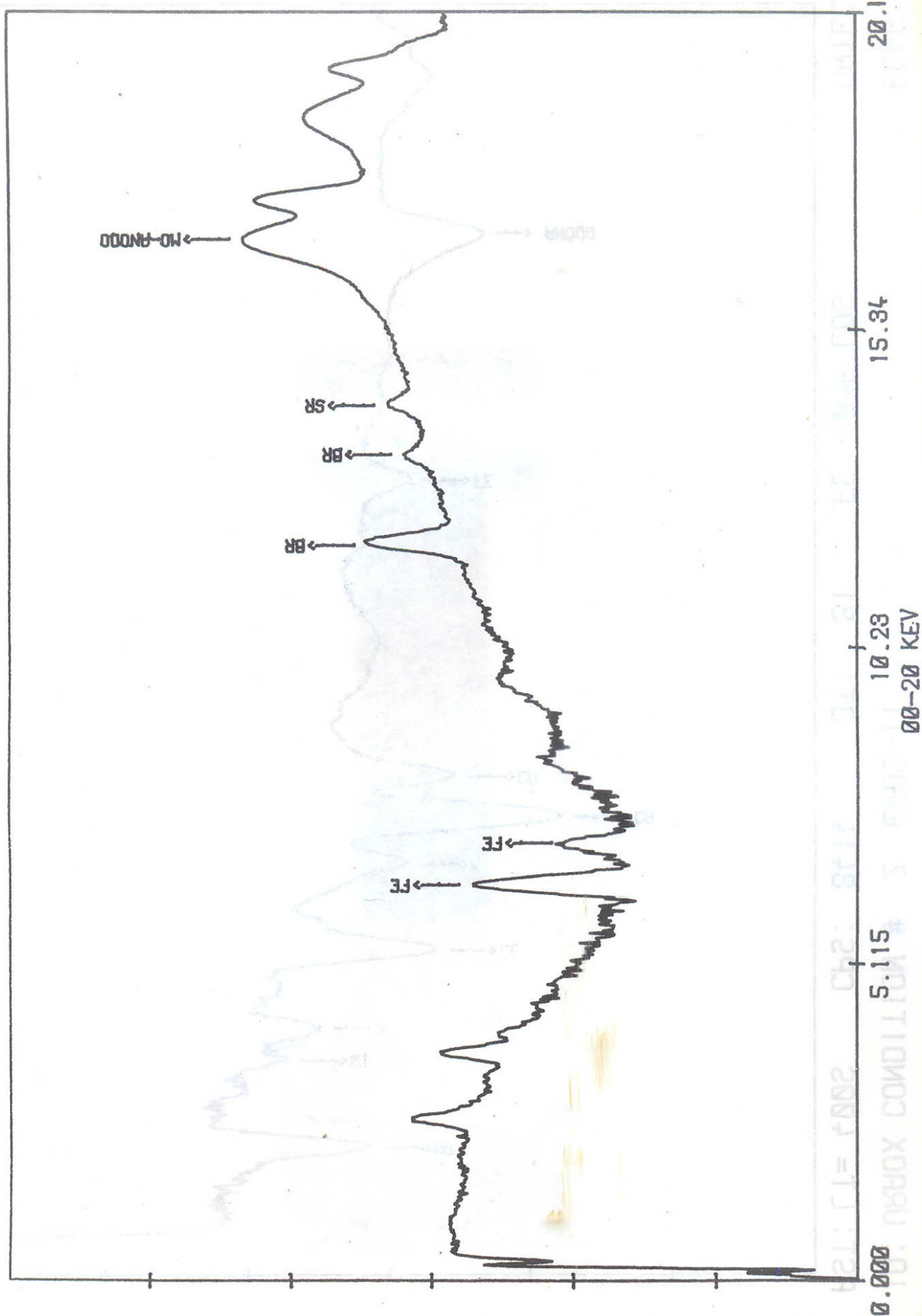


Gráfico 3: URAO Y: espectro relativo a los elementos pesados.

EG&G ORTEC
ID: URAOY CONDITION # 2 EEDS-11
PST: LT= 400S CPS: 3301 DT: 30 FS: 1016 LOG

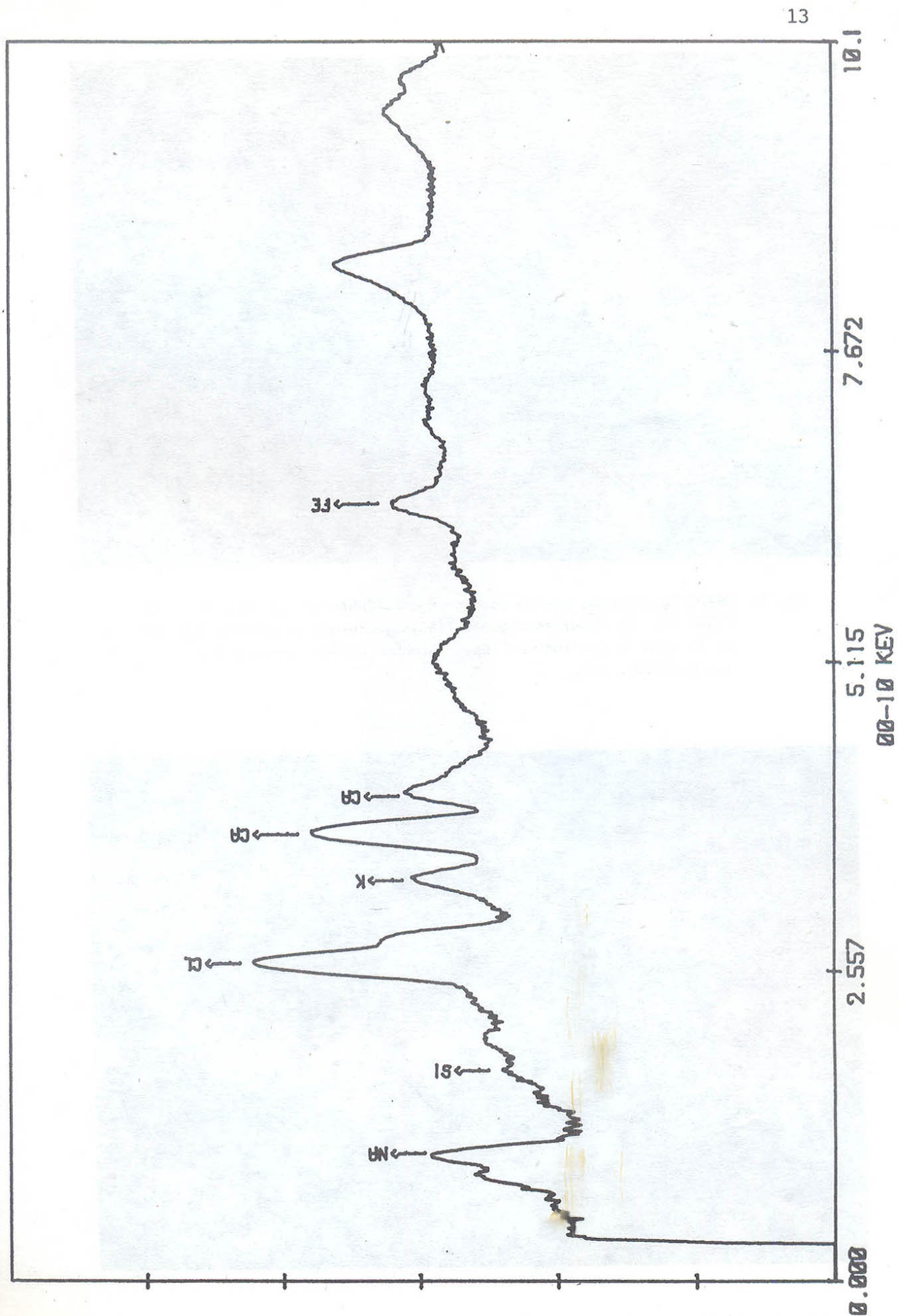


Gráfico 4: URAO Y: espectro relativo a los elementos ligeros.

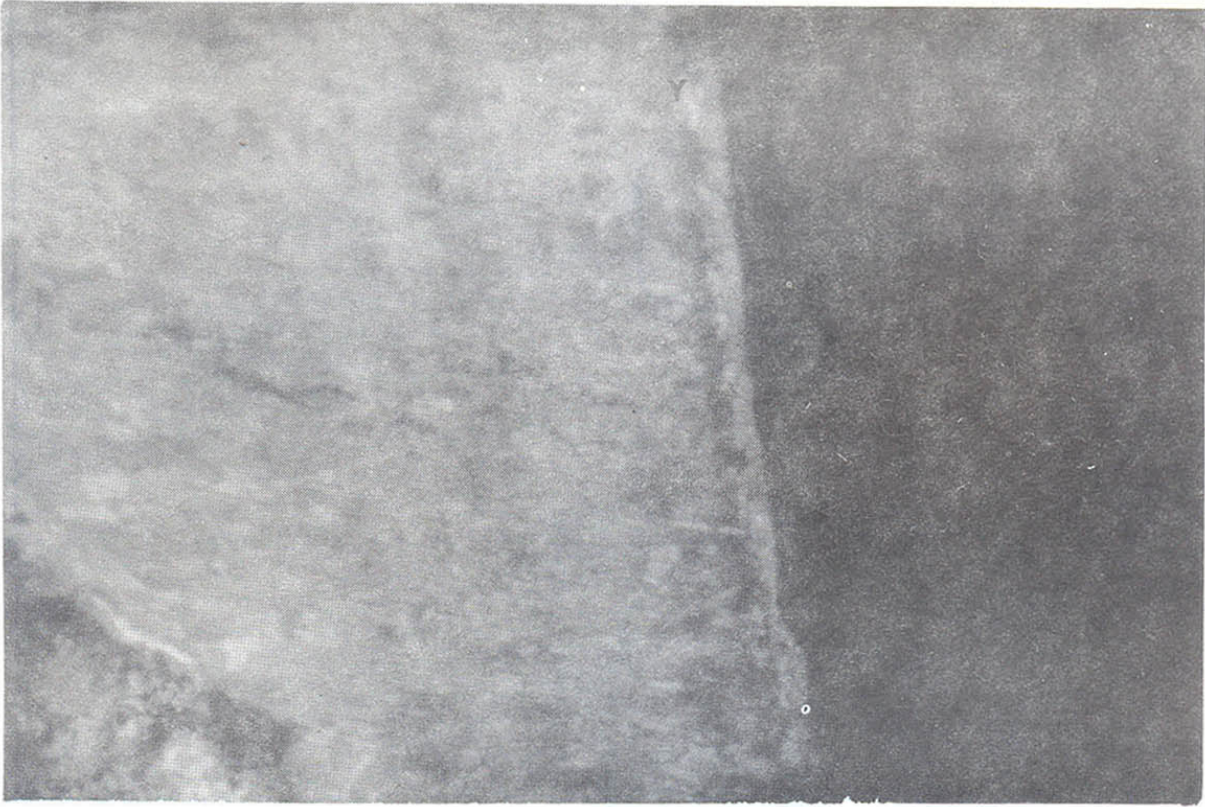


FIG. 1: URAO. La zona más oscura corresponde al "URAO X", la zona más clara al "URAO Y". Se observan algunas franjas alternas de diferente color en la zona Y, que indican los diferentes depósitos aluviales en el tiempo (M.O., 5x).

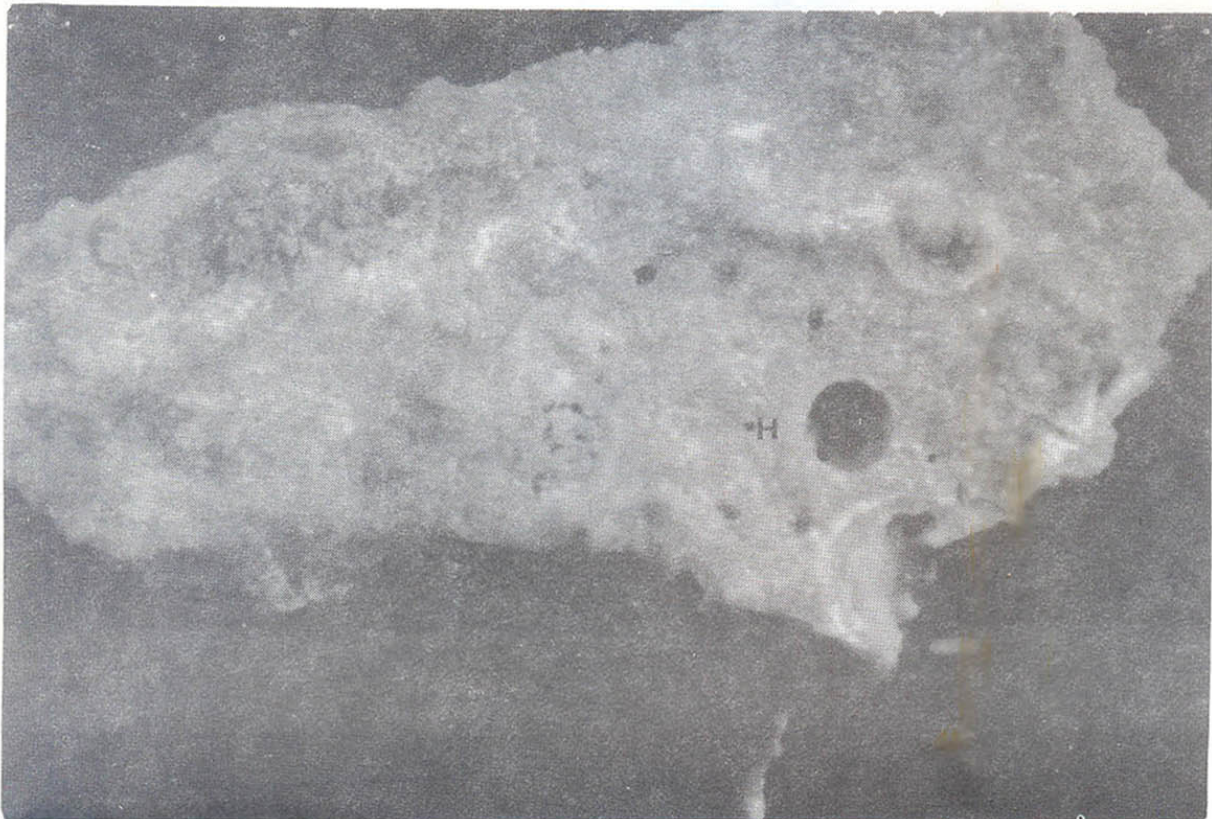


FIG. 2: URAO. Zona Y con un hueco (H) que corresponde a una burbuja de aire encerrada en el contexto. (M.O., 3x).

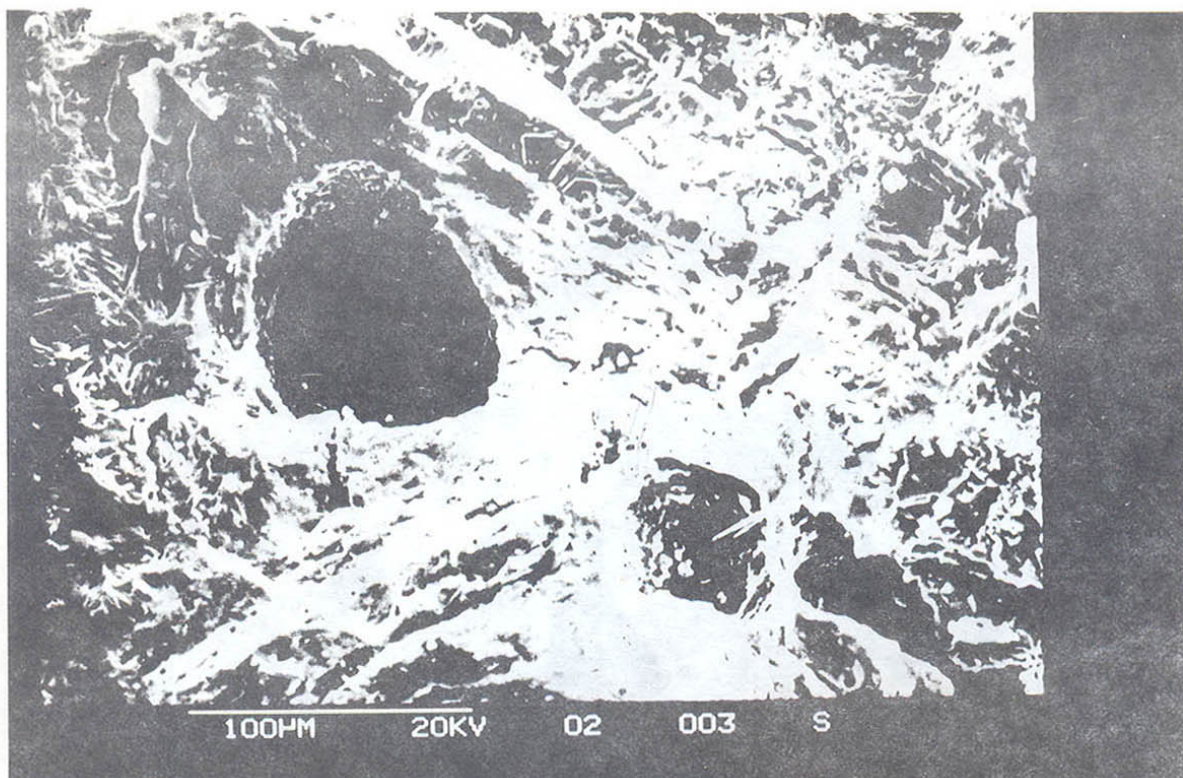


FIG. 3: URAO. Zona Y en la cual se observan huecos (H) relativos a burbujas de aire (SEM, 300x).

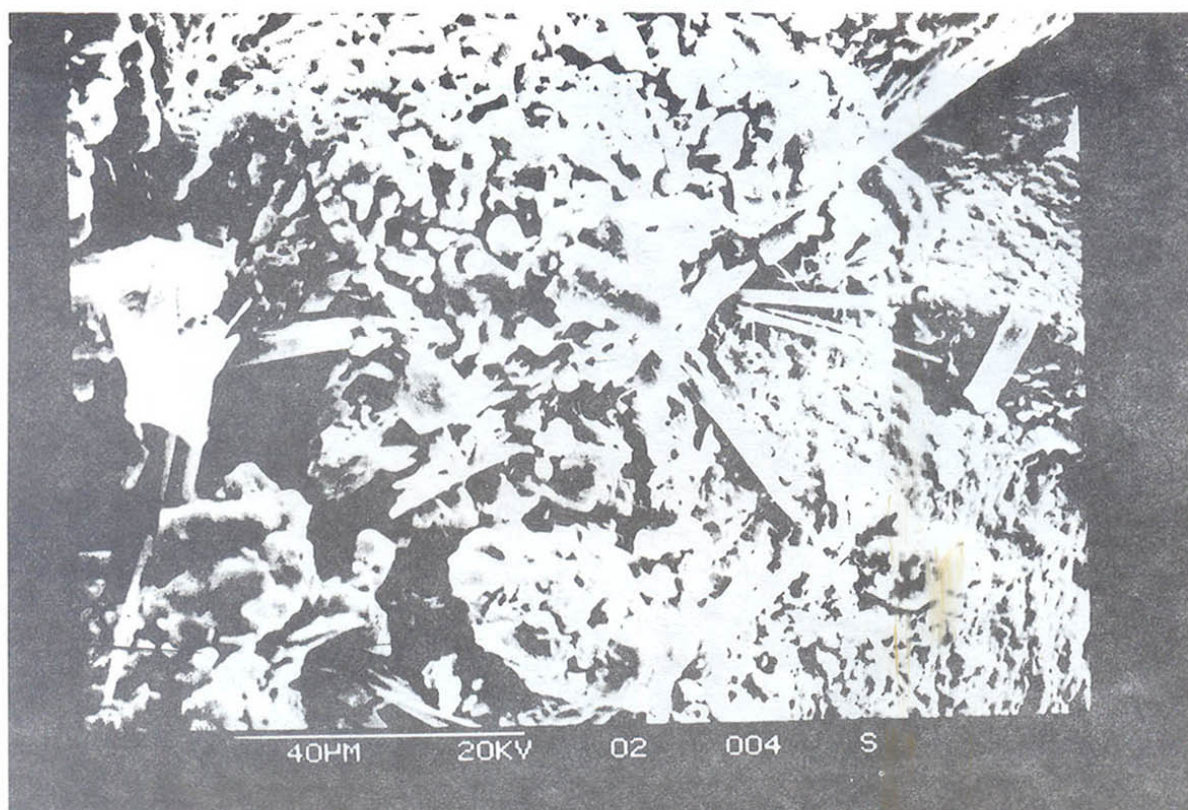


FIG. 4: URAO. Zona Y con cristales de carbonato de sodio (C) (Na_2CO_3) incluidos en una matriz granulosa, pero bastante compacta (SEM, 800x).



FIG. 5: URAO. Zona Y: cristales de carbonato de sodio a mayor ampliación (SEM, 150x).



FIG. 6: URAO. Zona de transición entre URAO X y URAO Y con grados crecientes de cristalización en la zona Y (SEM, 300x).



FIG. 7: URAO. Zona de transición con cristales de carbonato de sodio en una matriz más compacta (SEM, 160x).