

**RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS INVESTIGACIONES DE FILTRACION  
POR POTENCIAL ELECTRICO NATURAL EN LA PRESA  
CERRO PRIETO (LINARES, N. L.)**

Por: Pola-Simuta C.\*, Kalinin A.V.\*\*\*, Kulnitsky L.M.\*\*\*, Shalaeva N.V\*\*\*.

**INTRODUCCION**

En la Tierra existen diversos campos electromagnéticos naturales que se diferencian por su naturaleza, carácter y escala. Entre ellos un lugar especial ocupan los campos eléctricos.

Los campos eléctricos naturales de filtración en la Tierra están relacionados con el movimiento de las aguas subterráneas en las rocas porosas. Generalmente estos campos se identifican muy bien y se separan confiablemente en medio de otros campos por sus características y sus relación con determinada situación litológico-hidrogeológica o geomorfológica.

Los campos de filtración son en sí un fenómeno conocido en la físico-química como potencial de flujo o potencial de paso. Este consiste en que el líquido en movimiento en un medio poroso forma un campo eléctrico. El mecanismo de como surge el campo lo podemos analizar en un ejemplo sencillo de un capilar con paredes impermeables, a través del cual se desplaza el agua. En el contacto del capilar con el líquido como consecuencia de la interacción de los medios sólido y líquido (por ejemplo, como resultado de la absorción de los iones del líquido) se forma una capa eléctrica doble. Parte de la tensión y de las cargas de la capa doble toca la capa de agua que se encuentra adherida a la frontera, la cual se forma cuando esta en movimiento por el capilar. El traslado de las cargas con el líquido, las cuales por comodidad lo consideraremos positivo, es equivalente al flujo de cierta corriente  $I^+$  (Fig. 1).

La velocidad del movimiento de las cargas en el capilar va a responder a la velocidad del movimiento del líquido, a las correspondientes distancias con respecto a la capa fija.

Las particularidades de la situación en un medio acuoso y los procesos que se suceden en él, las determinan campos eléctricos de diferentes orígenes. Algunos de ellos se han determinado por observaciones directas, a los cuales están relacionados principalmente, los campos de filtración, difusión y absorción.

\* Facultad de Ciencias de la Tierra, U.A.N.L.  
Apdo. Postal 104, Linares, 67700 N. L.  
\*\* Facultad de Geología, Universidad Estatal de Moscú  
M.V. Lomonosov.  
119899, GSP, Moscú, Rusia (C.E.I.)

**OBJETIVO**

El objetivo de las investigaciones durante esta etapa consistió en experimentar todo el sistema digital del registrador de seis canales, diseñado y desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la U.A.N.L. para un convenio de cooperación internacional con la Universidad Estatal de Moscú M.V. Lomonosov. Este campo eléctrico natural (y de ríos, etc.) y de anomalías, las cuales se procesan en el filtración.

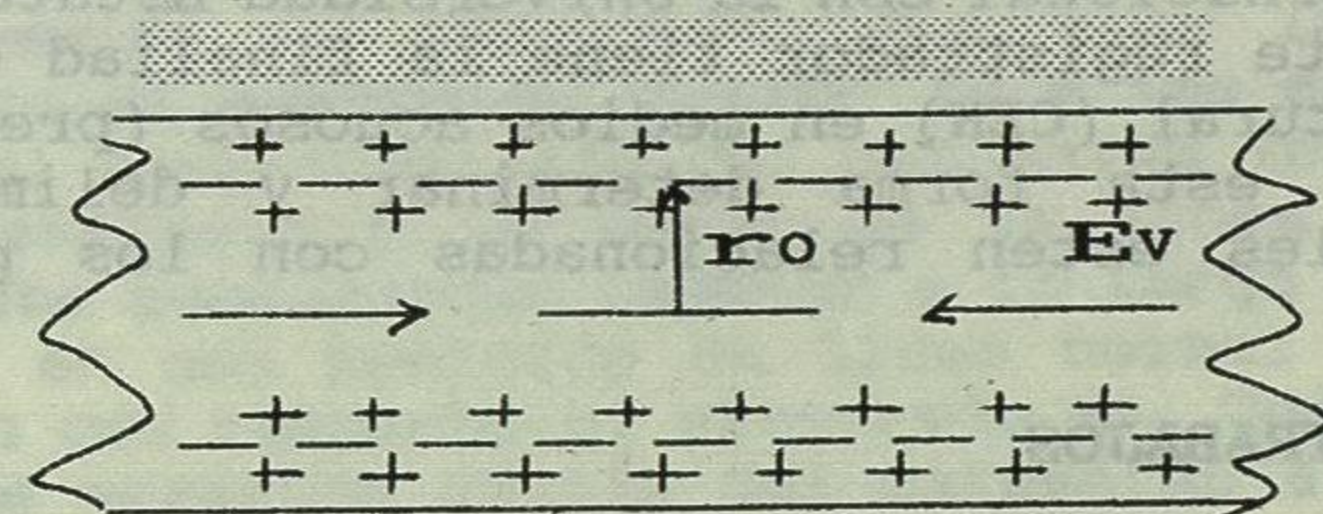


Fig 1. Esquema de como se forma el campo de filtración en un capilar.

→ Dirección del movimiento del líquido en el capilar.

Ev ← Potencial de filtración.

r0 — Radio del capilar.



## OBJETIVO

El objetivo de las investigaciones durante esta etapa consistió, principalmente, en experimentar todo el sistema digital del registrador de seis canales, diseñado y desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la U.A.N.L. bajo un convenio de cooperación internacional con la Universidad Estatal de Moscú, M.V. Lomonosov. Este registrador tiene la finalidad de medir el Campo Eléctrico Natural (CEN) en medios acuosos (presas, lagos, ríos, etc.) y de esta forma determinar y delimitar zonas anómalas, las cuales esten relacionadas con los procesos de filtración.

## PLANEACION DE LOS TRABAJOS

De acuerdo a lo planeado en este proyecto de investigación se eligió una zona de la presa Cerro Prieto, contigua a la cortina con una superficie aproximada de 8 km<sup>2</sup>. Las mediciones se hicieron a lo largo de perfiles con una longitud de 20 km.

I. En esta etapa se realizaron los siguientes tipos de trabajos y actividades.

1. Estudio de los diferentes procedimientos de medición y elección de la metodología.
2. Investigaciones de las características instrumentales del sistema de registro y particularmente del dispositivo de medición, nivel de los ruidos propios, efecto de las diferentes condiciones del tiempo en las mediciones, velocidad de desplazamiento del catamarán, oleaje, longitud de los cables de los electrodos, número de electrodos, procedimiento de fijación de los electrodos a la profundidad óptima dentro del agua.
3. Desarrollo de las construcciones para tener una correcta flotación de los electrodos durante el arrastre.

II. En esta etapa se realizaron las mediciones de las componentes del CEN a lo largo de los perfiles manteniendo una señal/ruido aceptable y una resolución alta.

III. Preparación del apoyo matemático para un procesamiento-express de los datos obtenidos, así como el análisis e interpretación de los datos procesados.

## METODOLOGIA

Para las investigaciones del CEN en presas se diseñó un controlador de inteligencia lógica para la captación de datos, el cual consiste de un convertidor de polaridad analogo-digital con una rapidéz de 1 ms y un dispositivo de registro en base de una PC - compatible.

El dispositivo de medición consiste de cuatro electrodos no polarizables hechos de tubos de plástico (en calidad de

contenedores), los cuales estan llenos de una solución de sulfato de cobre. El contacto galvánico con el agua se hace a través de tapones de madera porosa. Los electrodos se conectan a la entrada del controlador con la ayuda de un cable coaxial de 6 mm. Para la medición de las componentes longitudinal y transversal del CEN se empleó un dispositivo que mide la diferencia de potencial entre el electrodo "común" X0 y los electrodos X1, X2 y Y. Durante el desplazamiento del catamarán los electrodos X0, X1 y X2 se desplazan a lo largo de la línea de perfil y el electrodo Y debe desplazarse también a lo largo del perfil pero, manteniéndose en una posición en línea normal al perfil a una distancia fija con respecto al electrodo X0. Todo el dispositivo de medición se arrastra detrás del catamarán a una profundidad constante (Fig. 2).

De esta forma, son posibles dos tipos de dispositivo de medición: uno sencillo, compuesto de tres electrodos (X0, X1, Y), y otro más perfecto de cuatro o más electrodos. Todos estos dispositivos se experimentaron.

Las mediciones que se realizaron a lo largo de los perfiles con una longitud total de más de 30 km tanto en condiciones favorables del tiempo como adversas es decir, cuando el agua estaba tranquila y cuando había fuerte oleaje.

## CONSIDERACIONES DEL METODO

Cuando se estudia la estructura del potencial del CEN, encaminado a los problemas de búsqueda de zonas de filtración en el vaso de la presa, el interés fundamental lo constituyen los mínimos y máximos locales que se manifiestan sobre el valor base regional. Aquí, consideramos que la estructura del potencial lo determina la presencia de procesos de filtración, los cuales estan relacionados con la composición litológica de las rocas y las particularidades tectónicas de la región en estudio.

## RESULTADOS

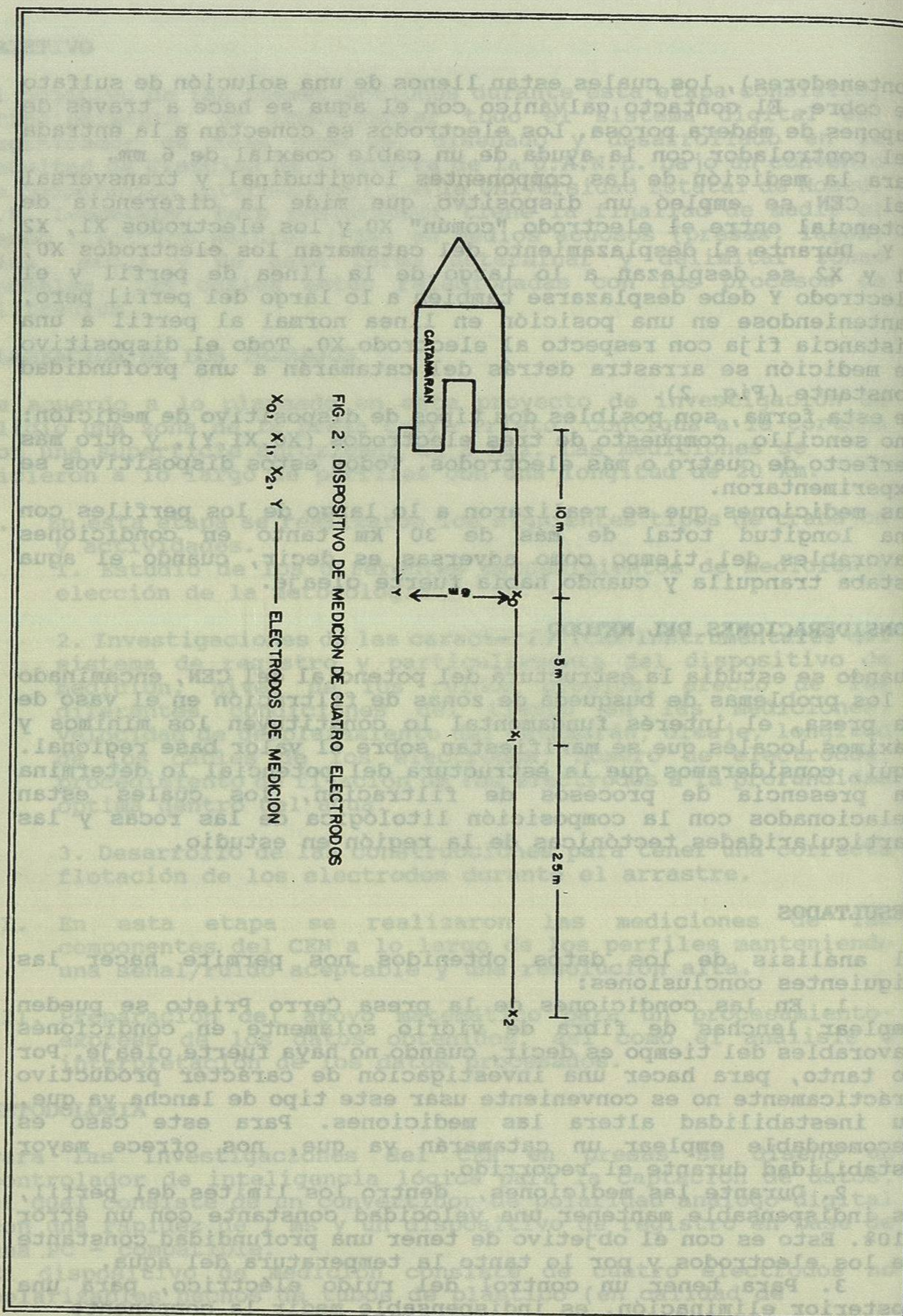
El análisis de los datos obtenidos nos permite hacer las siguientes conclusiones:

1. En las condiciones de la presa Cerro Prieto se pueden emplear lanchas de fibra de vidrio solamente en condiciones favorables del tiempo es decir, cuando no haya fuerte oleaje. Por lo tanto, para hacer una investigación de carácter productivo prácticamente no es conveniente usar este tipo de lancha ya que, su inestabilidad altera las mediciones. Para este caso es recomendable emplear un catamarán ya que, nos ofrece mayor estabilidad durante el recorrido.

2. Durante las mediciones, dentro los límites del perfil, es indispensable mantener una velocidad constante con un error <10%. Esto es con el objetivo de tener una profundidad constante de los electrodos y por lo tanto la temperatura del agua.

3. Para tener un control del ruido eléctrico, para una posterior eliminación, es indispensable medir la componente





longitudinal del CEN como mínimo a dos separaciones es decir, con ayuda de tres electrodos, los cuales permiten medir las diferencias de potencial en las tres bases. Los dispositivos de este tipo resultan insustituibles para la revelación de los efectos de promediación espacial.

4. El dispositivo de medición permite utilizar la polaridad de la señal que medimos como un criterio complementario en el análisis de los datos obtenidos.

El empleo de tres electrodos para las mediciones del CEN nos permite controlar los errores que surgan por causas diversas, las cuales están relacionadas con la metodología. La medición de la componente transversal permite en cada punto del perfil determinar el valor del vector (E) y su dirección en ese mismo punto, en el cual se hicieron las mediciones de las componentes longitudinal y transversal (Figs. 3 y 4). Por medio de la repetición de las mediciones en el perfil de apoyo se estableció que el equipo desarrollado y la metodología elegida permitieron con certeza separar anomalías de una amplitud de 5 mv lo que corresponde a un de la tensión del campo de 50 mv/m. Este valor corresponde a una zona de filtración o descarga que se encuentra a una profundidad de 10 m en una área de 1 m<sup>2</sup>, para el caso cuando el agua tiene una resistividad de 30 ohm.m y la resistividad de las formaciones naturales 70 ohm.m, la porosidad de éstas se tomó al 50 %, potencial de 30 mv, permeabilidad dieléctrica del agua de  $81/36 \cdot \pi \cdot 10^9$ , viscosidad del agua  $1307 \cdot 10^{-6}$  kg/m.s. y un número de Reynolds de 2300 (Fig. 5).

BIBLIOGRAFIA

Kalinin, V.V., Kalinin, A.V., Musatov, A.A., Fataliev, M.J., Aparatura y metódica de las investigaciones geofísicas a detalle en medios acuosos someros para investigaciones de ingeniería geológica, Ingeniería geológica, 5, 118-123, 1983, (en ruso).

Kalinin, V.V., Musatov, A.A., Determinación de zonas de descarga y recarga de aguas subterráneas por medio de mediciones de potenciales eléctricos naturales en medios acuosos desde una lancha, Ingeniería geológica, 1, 118-121, 1980, (en ruso).



Resultados de las observaciones repetidas en diferentes perfiles en la presa Cerro Prieto, LINARES  
Componente longitudinal de vector E

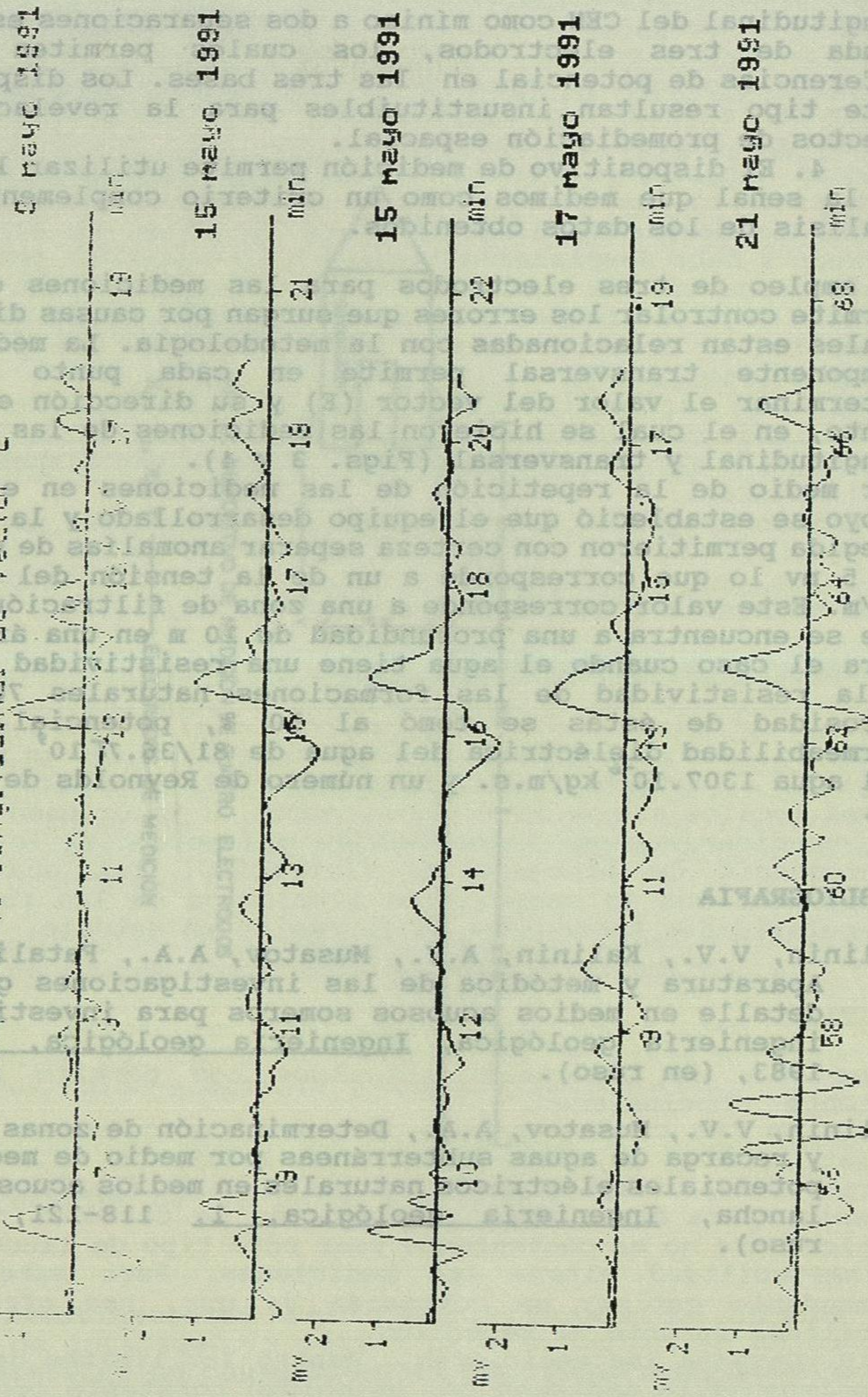


FIGURA 3

Resultados de las observaciones repetidas en diferentes perfiles en la presa Cerro Prieto, LINARES  
Componente transversal de vector E

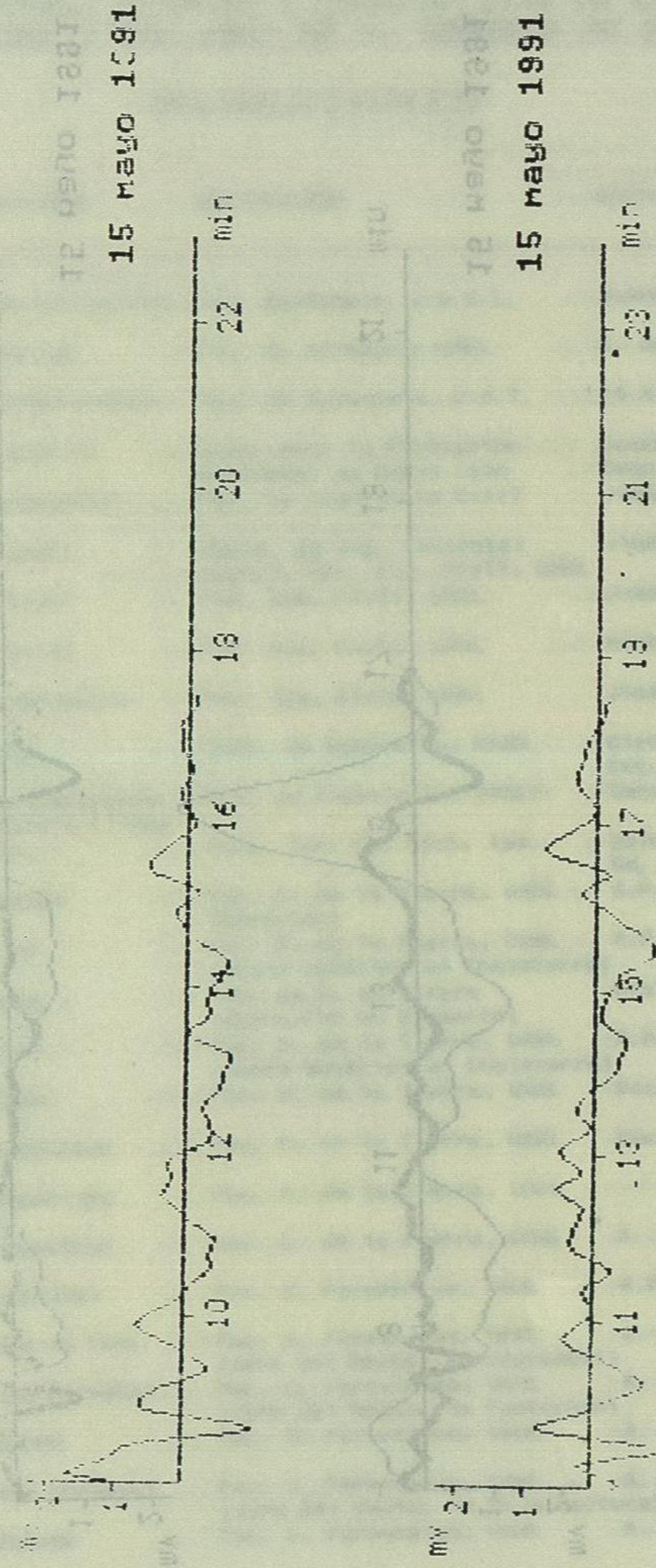


FIGURA 4