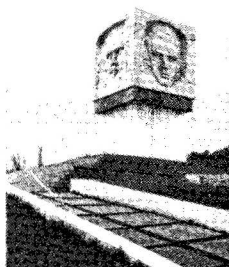


HIDRAULICA voluntad





**PORTADA
DEL NUMERO
ANTERIOR**

**Monumento a
Abel Santamaría**

CONSEJO DE DIRECCION

Ing. Pedro Luis Dorticós
Ing. Alfredo Alvarez Rodríguez
Ing. Andrés Díaz Arenas
Ing. Jesús del Vallín
Ing. Rafael Vigoa
Lic. Guillermo de León
Román Compañy
Andrés M. Monsanto
Alejandro Noa

Toda correspondencia debe enviarse a
Revista "Voluntad Hidráulica"
Monserate No. 213, La Habana 1, Cuba.

Publicación trimestral del Instituto de Hidro-
economía, del Ministerio de la Construcción.
Redacción: Monserate No. 213, La Habana 1,
Cuba. Teléf.: 6-5901. Inscripta como impreso
periódico en la Dirección Nacional de Co-
rreos, Telégrafo y Prensa. Permiso No.
81241/164. Esta edición consta de 3 000 ejem-
plares. Su distribución es gratuita y sólo
tiene valor de canje por los organismos de
Cuba. Diseño: Alejandro-Noa Navarro. Fotos:
Rafael Díaz Teresa, Dpto. Fotográfico del
Instituto de Hidroeconomía. Impresa en la
Unidad de Producción 01 "Osvaldo Sánchez",
La Habana, Cuba.

Los artículos son de la exclusiva responsabilidad
técnica de sus autores. Se autoriza su reproducción
parcial o total, siempre que se mencione su
procedencia y se envíen dos ejemplares a nuestra
redacción.

- 1 Isótopos naturales en las investigaciones
hidrológicas e hidrogeológicas: II. Isótopos radiactivos
Natural Isotopes in Hydrological and Hydrogeological
Research: II. Radiactive Isotopes
Isotopes naturels dans les investigations hydrologiques
et hydrogéologiques: II. Isotopes radioactifs.
Ing. V.I. Ferronsky
- 8 Ensayo preliminar sobre la influencia
de diferentes intervalos de riego en el
cultivo de la Datura Candida (Pers.) Safford
Preliminary Test of the Different Irrigation Interval
Influence on Datura Candida (PERS) Safford Culture.
Essai préliminaire sur l'influence des différents
intervalles d'arrosage dans la culture de la
datura Candida (pers) Safford.
Ing. Lérica Acosta
- 10 Utilización de los métodos geofísicos
de investigación durante la
prospección geólogo-hidrogeológica
en el macizo bajo riego "Esmeralda-II"
Use of Geophysical Methods of Investigation during Geological-Hydro-
geological Prospection in the Massif Under Irrigation "Esmeralda-II"
Utilisation des méthodes géophysiques de recherche au cours de la
prospection géologue-hydrogéologique dans le massif sous arrosage. Es-
meralda II.
Ing. Dimitri Khacnatrián
- 16 Características de las propiedades
hidrofísicas de los principales
suelos agrícolas de Cuba
Characteristics of Hydrophysical Properties of Main Agricultural Soils
in Cuba.
Caractéristiques des propriétés hydrophysiques des principaux sols agri-
coles de Cuba.
Ing. Florencio R. Simeón
- 24 Acerca de los métodos grafo-analíticos utilizados
en la Hidrología para la determinación de los
parámetros estadísticos de las series de observaciones
Some Theoretical Considerations on Graph-Analitical
Methods Used in Hydrology for the Determination of
Observation Series Statistical Parameters.
Quelques considérations théoriques au rapport des
méthodes graphoanalitiques employées dans l'hydrologie
pour la détermination des paramètres statistiques.
Ing. Oraldo Pérez Monteagudo
- 28 Balance hídrico y erosión en Sierra del Rosario.
Water balance and erosion in Sierra del Rosario
Bilan Hydrique et erosion dans la "Sierra del Rosario"
*Ing. Héctor Sagué Díaz — Ing. Luis Hernández
Martínez — Ing. José Ortega Valdés —
Ing. Laudelio Lastres Lastres.*
- 37 Metodología para la proyección
de la red hidrométrica
Methodology for the Design of Hydrometric Network.
Méthodologie pour la projection du réseau hydrométrique.
Ing. Alexander Pekov — Lic. Jorge Nodarse
- 49 Aplicación de los métodos estadísticos para
determinar y correlacionar las anomalías
de perfilaje eléctrico en la zona de Capellanía
Application of Statistical Methods for Determination and
Correlation of Electric Log Irregularities in Capellanía Zone.
Application des méthodes statistiques pour déterminer et
corrélationner les anomalies de profilage électrique de la zone
de Capellanía
*Ing. Gervasio Rodríguez Martínez
— Ing. Dimitri Khachatrián*
- 57 Decenio internacional de agua potable y del sanea-
miento ambiental.
International Decade for Drinking Water Supply and Sanitation
Décennie Internationale de l'eau potable et de l'assainissement.
Ing. Mercedes Arellano Acosta.
- 62 Estudio de la laguna de oxidación de la
Escuela Vocacional "Vladimir Ilich Lenin"
Study of the Oxidation Lagoon in the Vocational School "Vladimir Ilich
Lenin".
Etude du bassin de stabilisation de l'école "Vladimir Ilich Lenin".
*Lic. Otilio Beato — Lic. Joaquín Gutiérrez
— Lic. Jorge M. García
— Lic. José F. Santiago.*
- 71 El Arranque compensado en estaciones de bombeo.
Compensated starting in pumping stations
Le démarrage compensé dans les stations de pompage.
Ing. Hugo Blanco

UTILIZACION DE LOS METODOS GEOFISICOS DE INVESTIGACION DURANTE LA PROSPECCION GEOLOGO-HIDROGEOLOGICA EN EL MACIZO BAJO RIEGO "ESMERALDA-II"

Ing. DIMITRI KHACHATRIAN

RESUMEN

Se exponen algunos resultados de las investigaciones geofísicas en el macizo de riego "Esmeralda-II". En particular, con la ayuda de los métodos geofísicos, se determinó el nivel de las aguas subterráneas y la composición litológica de las rocas, se estableció la zona de dislocaciones disyuntivas y se ofreció la evaluación cualitativa de la permeabilidad de las rocas del primer horizonte geoelectrico.

introducción

El sistema de riego "Esmeralda-II" se encuentra en la parte norteoeste de la provincia de Camagüey. El relieve de la zona es relativamente tranquilo. La cota absoluta de la frontera sur varía entre los 23 y 30 m; la frontera norte, entre los 10 y 20 m. La zona sur de la región de los trabajos, es atravesada por el río Caonao, que corre de suroeste a noreste. El área de las investigaciones está cultivada, fundamentalmente de caña de azúcar; las partes norte y noreste de la región de referencia se halla cubierta por bosques.

Anteriormente, en la región señalada no se realizaron trabajos geofísicos. Tampoco existen trabajos de laboratorio para el estudio de las propiedades físicas de las rocas de esa región.

En la constitución geológica del territorio participan las rocas vulcanógenas y sedimentarias de edad Jurásico superior (J_s), del Cretácico (C_r) y del Paleógeno (P_g), las cuales yacen principalmente en las elevaciones de la localidad, al sureste y noreste de la región. Los sedimentos del Mioceno (N') ocupan toda la llanura del área y las elevaciones, la parte oeste de la región, así como los sedimentos del Cuaternario (Q), que cubren todo el territorio [5].

En la parte superior de los sedimentos del Mioceno inferior (N'), las rocas más difundidas son las calizas y las margas; las arcillas y las arenas ocupan una posición secundaria y yacen en forma de lentes.

La composición litológica de los sedimentos del Cuaternario está representada por las arcillas aluvio-deluviales y los loam arcillosos pesados con intercalaciones de loam arenosos y arena. Ellos están difundidos por todas partes y subyacen a los sedimentos detríticos con relleno areno-arcilloso y arcillo-calcareo.

Las zonas acuíferas en la región de los trabajos están relacionadas con las rocas calcáreas agrietadas y carsificadas del Mioceno, las cuales tienen poco espesor en el área, exceptuando las zonas elevadas.

Existe una interrelación muy estrecha entre las oscilaciones de los niveles de las aguas freáticas y las precipitaciones atmosféricas.

En diferentes zonas, en la época de lluvias, el nivel de las aguas freáticas varía entre los 0,0-0,25 m y los 5,0 m; en la época de seca varía de 0,5-1,0 m hasta 9,0 m.

TAREAS, TECNICA Y METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS

En la tarea de las investigaciones geofísicas realizadas en el macizo de riego "Esmeralda", se incluyó:

- determinación de los niveles de las aguas freáticas, en las zonas donde no existen calas de observación ni pozos.
- descomposición litológica de las rocas que constituyen la región de los trabajos.
- determinación y ubicación de las dislocaciones tectónicas.

Como premisa fundamental para la solución de la primera tarea, se utilizó la propiedad que tienen los niveles de las aguas freáticas, las cuales se comportan como un buen horizonte de refracción de las ondas refractadas. Para la solución de la segunda y tercera tareas, se utilizó como premisa fundamental, la diferenciación de las resistividades eléctricas entre las diferentes variedades litológicas de las rocas, que constituyen el corte de la región de los trabajos.

Por este motivo, para la resolución de las tareas planteadas, se previó realizar un complejo de métodos geofísicos de investigación, que incluía la electroprospección, en la variante del sondeo eléctrico vertical (SEV) y la prospección sísmica somera, en la variante del método de ondas de refracción (MOR). Partiendo de las tareas planteadas, y de acuerdo con las posibilidades, los puntos sísmicos se ubicaron uniformemente en las zonas donde no existían calas ni pozos. Posteriormente, en las inmediaciones de varios puntos se perforaron calas. Algunos de éstos fueron ubicados en las inmediaciones de los pozos existentes y de las calas, para comprobar los datos obtenidos con la aplicación de la prospección sísmica.

Los puntos del sondeo eléctrico vertical se distribuyeron de acuerdo con las posibilidades, también uniformemente en el área de las investigaciones.

Es necesario destacar, que los trabajos de prospección sísmica y de prospección eléctrica se realizaron en diferentes épocas. Los trabajos de sismoprospección, en época de seca (enero de 1978); y los de prospección eléctrica en el período de lluvia a principios de julio del año 1978.

METODOLOGIA Y TECNICA DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de prospección sísmica se efectuaron según un sistema de observaciones puntuales, con la obtención de un par de hodógrafos de encuentro. La distancia entre los geófonos fue de 3 m y la longitud de la puesta sísmica fue de 33 m. Para la excitación de las ondas elásticas se empleó el método de golpes, siendo de un metro la distancia entre el punto de excitación de las ondas y el geófono más cercano. En el registro de las ondas se utilizó la estación sísmica "POISK 1-6/12 ASM-OV", y se usaron receptores sísmicos del tipo SMV-30.

El registro de las oscilaciones sísmicas se llevó a cabo tanto con filtrado como sin él. En el último caso, se hizo con los siguientes parámetros: *Filtro pasa altas* (F.P.A.)-35 y *Filtro pasa bajas* (F.P.B.)-70; algunas veces, F.P.B.-100, con una pequeña pendiente (MK).

Los trabajos por el método SEV se ejecutaron de conformidad con las "Instrucciones de electroprospección", part. I, 1961 [2]. Se empleó como equipo de medición el autocompensador de prospección eléctrica AE-72. La precisión de las mediciones, tomándose como base las de control, fue de un 5 %, y la longitud de máxima abertura de la línea de alimentación, de 650 m ($AB/2 = 325$ m).

INTERPRETACION DE LOS MATERIALES Y RESULTADO DE LOS TRABAJOS GEOFISICOS

Sismoprospección. Como resultado de la elaboración de los

sismogramas, se construyeron los hodógrafos de encuentro de las primeras llegadas. La profundidad de yacencia de los horizontes se determinó con la aplicación del método de las velocidades de capas [1]. Como resultado de la interpretación, utilizando los datos de las calas de observación y los pozos, se confeccionó un mapa de niveles de las aguas freáticas. En este caso, como puede observarse en los resultados de la sismoprospección, la primera frontera reflectora corresponde con el nivel de las aguas freáticas.

Además, los resultados de la prospección sísmica (velocidad de las ondas elásticas, característica para el segundo y tercer horizonte de reflexión) permitieron interpretar de una forma única, los datos de la prospección eléctrica.

Prospección eléctrica. Los datos de la electroprospección por el método del sondeo eléctrico vertical (SEV) se interpretaron cualitativa y cuantitativamente.

No. de Estación	Litotipos	ρ (ohm.m)	V_p (m/seg)	
		determ. cuant.	En la zona de aeración	Por debajo del nivel estadístico
1	2	3	4	5
1	Arcilla, plástica, compacta algunas veces con gravas duras y semiduras margosas y calcáreas.	1—2 9	310—400 4	1850—2500 4
2	Arcilla-arenosa, loam arcilloso, con poca humedad, compactas, semiduras con gravas calcáreas y margas (hasta un 10-20 %), semiplásticas, con bolsones carbonatados.	3—12 11	365—635 6	1100—1500 6
3	Gravas de areniscas duras y tobas con relleno arcilloso y arenoso (hasta un 20 %), algunas veces con intercalaciones de arcillas arenosas.	20—65 6	—	1450 2
4	Caliza blanca cristalina, fuertemente agrietada, con lentes margosos, algunas veces cavernosos (las cavernas rellenas con arcilla).	40 10	—	3000 4
5	Caliza muy agrietada, algunas veces en forma de fragmentos y residuos duros, con relleno arenoso.	20—50 4	—	1500 2
6	Marga semidura, con algunas intercalaciones de arcilla y de caliza, agrietadas.	7—15 3	—	1800—1500 2
7	Serpentinitas, tobas andesíticas, intemperizadas hasta convertirse en fragmentos de 2-12 cm, con intercalaciones de arcilla arenosa, con gravas, peridotitas	22—30 2	—	
8	Aleurolita con intercalaciones de areniscas semiduras agrietadas, algunas veces destruidas con inclusiones carbonatadas	16—20 2		

La interpretación cualitativa de los resultados del SEV, se realizó con la ayuda del mapa de resistividades eléctricas verdaderas de la primera capa y de los cortes de resistividades aparentes.

La interpretación cuantitativa de las curvas del SEV se efectuó con la ayuda de los ábacos de Pilaev. En este caso; primeramente, fueron interpretadas las curvas del SEV con valores altos de v_2 así como las curvas paramétricas del SEV, obtenidas en las inmediaciones de las calas, cuya profundidad alcanza 5-7 m y posteriormente, las resistividades eléctricas verdaderas de las diferentes capas obtenidas, se utilizaron para la interpretación de las curvas del SEV son valores bajos de v_2 .

Los valores de las resistividades eléctricas verdaderas y las velocidades de las ondas longitudinales (V_p), obtenidas cerca de las calas, se muestran en la tabla No. 1.

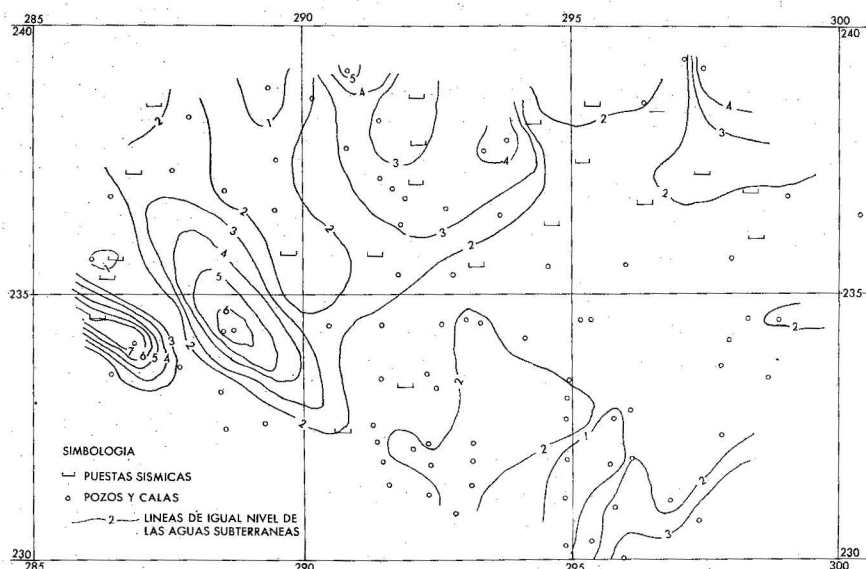
Los valores obtenidos de ρ en las inmediaciones de las calas se utilizaron para identificar los horizontes geoelectrónicos con los geológicos; en este caso, se tuvo en consideración los valores límites de ρ de las capas, los cortes de los pozos y, en algunos casos, las velocidades de las ondas longitudinales (V_p).

Además, se tuvieron en cuenta los límites de variación de los valores de ρ de las rocas, obtenidos en Cuba, en condiciones análogas [4.5].

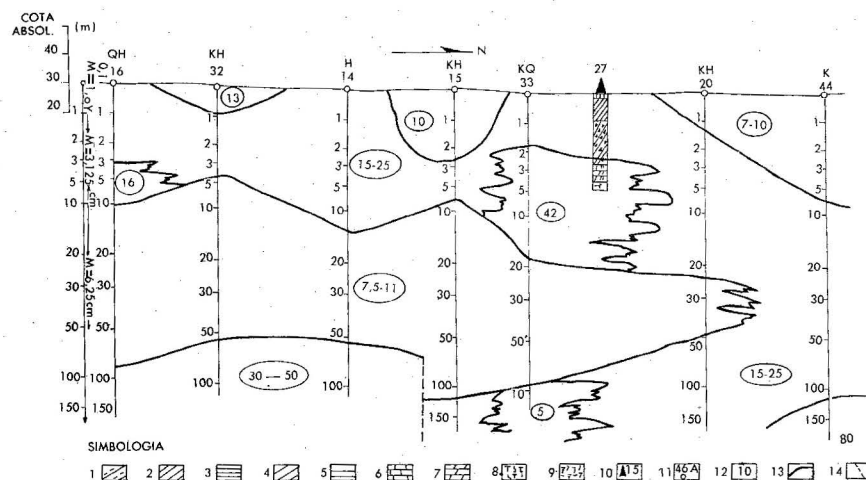
RESULTADOS DE LOS TRABAJOS

Utilizando los resultados de la interpretación de los datos de la prospección sísmica y las observaciones de los niveles de las aguas freáticas, realizadas por A. A. Maksumov, se confeccionó un mapa de niveles de las aguas subterráneas del mes de enero de 1978 (fig. 1).

Como puede observarse en el mapa, el nivel de las aguas sub-



1. Mapa de niveles de las aguas subterráneas en la zona del macizo de riego "Esmeralda-II", en enero de 1978.



1. Arcilla arenosa, limosa; 2. Arcilla compacta con perdigones, gravas y gravillas; 3. Arcilla plástica, a veces margosa; 4. Gravas de arenisca y tobas, algo redondeadas; 5. Caliza muy agrietada y fracturada, se presenta en forma de gravas grandes y angulosas, con relleno de arcilla arenosa; 6. Caliza cristalina, politomórfica; 7. Marga, semidura, con algunos lentes de arcilla y caliza; 8. Serpentinita, meteorizada, alterada hasta el estado de gravas de tamaño 2-12 cm, con lentes de arcilla; 9. Aleurolita con lentes de areniscas agrietadas; 10. Cala; 11. Punto de SEV y tipo de curva; 12. Resistividad verdadera de las rocas; 13. Límites geoelectrónicos; 14. Falla.

(igual para las figs. 3 y 4)

2. Corte geoelectrónico de la parte este de la zona "Esmeralda-II"

terráneas varía desde 1.00 m hasta 7.00 m.

Después de la interpretación de los datos del sondeo eléctrico vertical, se construyeron los cortes geoelectrónicos. Estos, mostrados en las fig. 2, 3 y 4, caracterizan las zonas oeste central y este de la región de los trabajos.

La escala horizontal de los cortes geoelectrónicos es 1:25 000;

y la escala vertical para el relieve, de 1:1 000.

En este caso, la escala vertical lineal tomada para los cortes geoelectrónicos, condujo a que cuando se utilizaron las escalas 1:10 000 y 1:5 000 no se determinarían, las capas de pequeño espesor, las cuales yacen en las partes altas del corte, ni tampoco las de espesor comparati-

vamente grande. El mayor aumento de la escala provoca una gran distorsión del corte.

Por este motivo, se tomó para los cortes geoelectricos, una escala logarítmica variable con los módulos 1,0 cm para 0,1-1,0 m; 3,22 cm 1,0-10,0 m y 6,25 para mayores de 10 m. Esto permitió separar también las capas de poco espesor y evitar la distorsión excesiva del carácter de yacencia de las rocas. Tal escala corresponde aproximadamente a las siguientes escalas lineales:

0,1- 1 m	—	1:100
1- 10 m	—	1:280
10- 100 m	—	1:1,440
100-1 000 m	—	1:14,400

M = 1,0 cm
M = 3,24 cm
M = 6,25 cm
M = 6,25 cm

El corte geoelectrico representado en la fig. 2, aproximadamente caracteriza la parte oeste de la zona de los trabajos. En la parte superior del corte geoelectrico yacen las rocas con resistividades electricas verdaderas de 15-25 ohm·m, las cuales caracterizan las rocas detríticas de las turbas, de areniscas, serpentinitas y andesitas, con intercalaciones de arena arcillosa. El espesor de esta capa varia de 2 hasta 105 m. En algunos lugares de la superficie terrestre, se observan arcillas arenosas y loam arcillosos, con resistividades electricas de 13 ohm·m (SEV No. 32, 15, 20 y 44).

Las rocas con resistividades electricas de 7-11 ohm·m, que subyacen al primer horizonte, están representadas por las arcillas y los loam arcillosos semiplásticos. Esta capa se acuña entre los puntos de SEV No. 20 y 44.

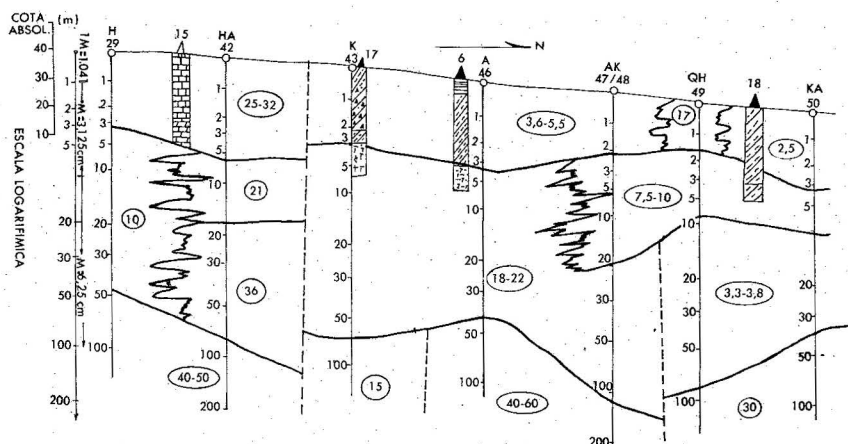
El tercer horizonte no representa un horizonte geoelectrico continuo. Hacia el oeste, está constituido por rocas que tienen resistividades electricas de 30-50 ohm·m, las cuales, con toda seguridad, están representadas por las arcillas arenosas, loam arenosos y margas. Según los datos del SEV No. 44, el horizonte de apoyo está representado por las calizas que tienen resistividades electricas hasta de 80 ohm·m.

Según los datos del SEV No. No. 33, en la parte superior del corte existen calizas intemperizadas, con resistividades de 42 ohm·m.

En la fig. 3, se representa un corte geoelectrico, que caracteriza la parte central de la región de los trabajos. Como puede observarse, en la parte superior del mismo (SEV No. 29 y 42) yacen rocas con resistividades electricas verdaderas de 25-32 ohm·m. La capa No. 15 puso de manifiesto la presencia de las calizas y de las calizas margosas. La potencia de las calizas (SEV No. 29) es de 3,2 m; y por los datos del SEV No. 42, es de 6,5 m. La primera capa (SEV No. 49) tiene una alta resistividad electrica. La primera capa en las restantes partes de este perfil está representada por las arcillas y loam arcillosos.

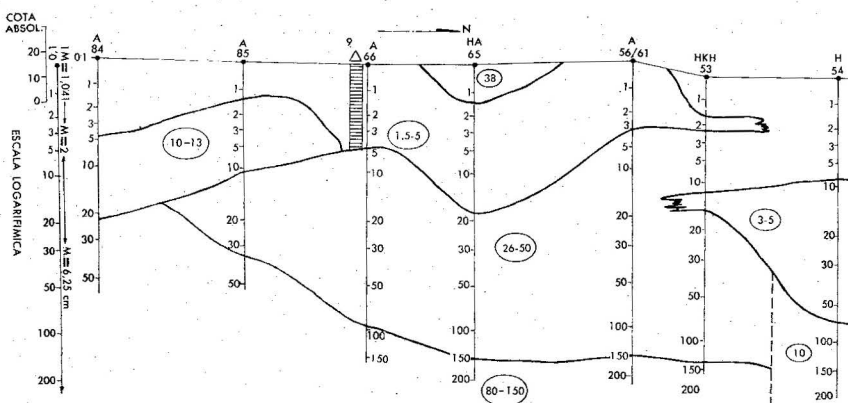
La segunda capa (SEV No. 42, 43 y 46) y la tercera capa (SEV No. 47 y 48) tienen una resistividad electrica que varia entre los 18 y los 22 ohm·m. Por los datos de la capa No. 17 y No. 6, estas rocas están representadas por aleurolitas y por las serpentinitas muy meteorizadas.

En la parte este de la zona de los trabajos (fig. 4) el primer horizonte geoelectrico está representado por las arcillas plásticas con resistividades electricas de 1,5-5,0 ohm·m, exceptuando los puntos del SEV No. 65, 53 y 54. El primer horizonte geoelectrico para estos puntos está representado por las calizas meteorizadas con resistividades electricas de 26-50 ohm·m. Las arcillas plásticas en este caso,



3. Corte geoelectrico de la parte central de la zona "Esmeralda-II"

4. Corte geoelectrico de la parte oeste de la zona "Esmeralda-II"



representan el segundo horizonte geoelectrico.

En la parte oeste del corte (SEV No. 84 y 85), el segundo horizonte geoelectrico está representado, con toda seguridad, por los loam arcillosos o por las margas intemperizadas semiduras, con resistividades eléctricas de 10-13 ohm·m.

Las calizas fuertemente agrietadas y meteorizadas, las cuales tienen resistividades eléctricas de 26-50 ohm·m, representan el tercer horizonte geoelectrico para los puntos del SEV No. 66, 56 y 61. Bajo las calizas agrietadas, fuertemente intemperizadas, yacen las calizas relativamente duras y sin agua, con resistividades eléctricas de 80-150 ohm·m. La excepción la constituye el punto del SEV No. 54, donde este último horizonte tiene una resistividad eléctrica de 10 ohm·m y que caracteriza a las arcillas, loam

arcillosos y margas. Es muy probable la existencia de una falla entre los puntos del SEV No. 53 y No. 54.

PRECISION DE LA EXISTENCIA Y UBICACION DE LAS DISLOCACIONES DISYUNTIVAS

Esta tarea se resolvió fundamentalmente con el método de electroprospección en la variante del SEV, posterior a la interpretación cuantitativa y cualitativa de los SEV. Como criterio para plantear la existencia de las fallas, se utilizó el cambio brusco de la resistividad eléctrica de los horizontes profundos en los puntos contiguos del SEV, así como la variación grande de estos espesores. En los cortes de resistividades aparentes, las fallas se caracterizan por elevados gradientes en los valores de ρ_k .

La ubicación de las fallas propuestas se indican en los cortes geoelectricos.

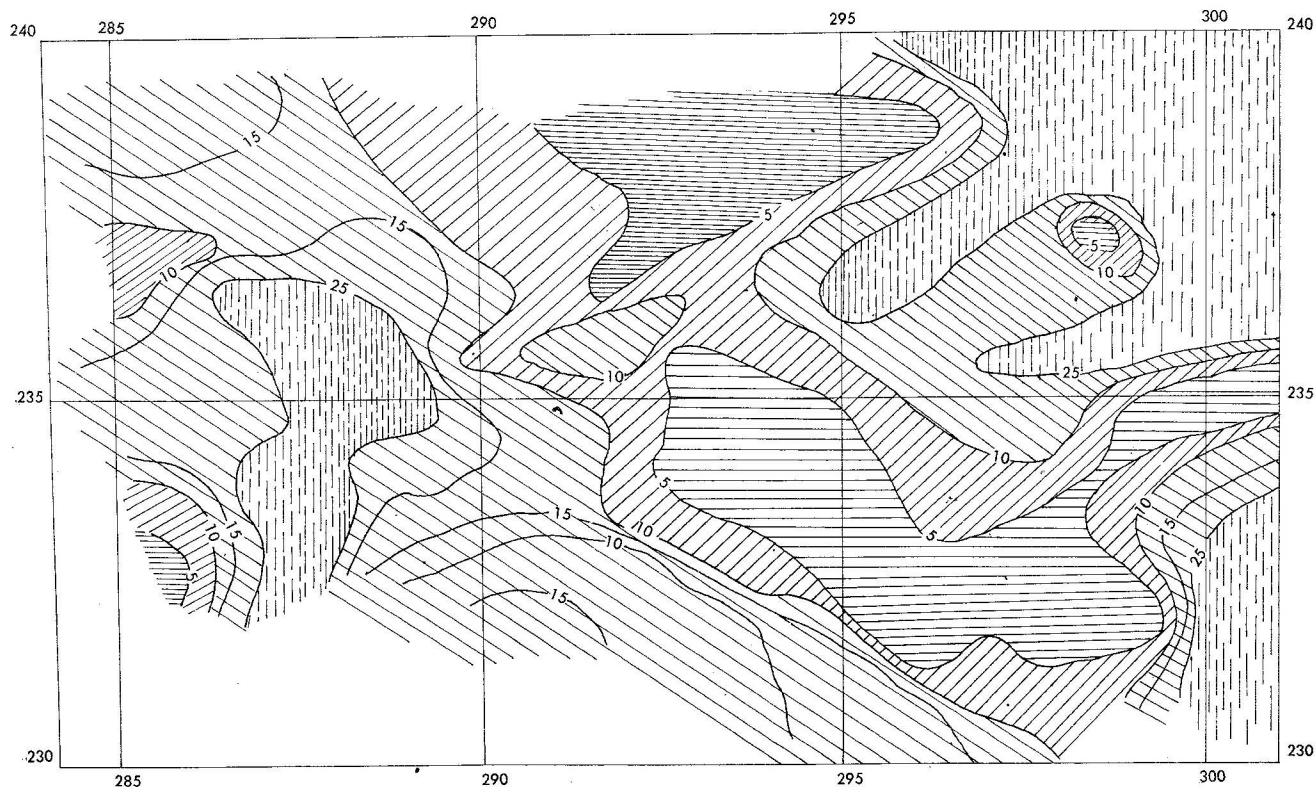
Algunas apreciaciones sobre las propiedades de filtración de las rocas que yacen en la zona de aeración, según los datos de la prospección eléctrica

Como se mencionó anteriormente, las rocas de la región de los trabajos, que constituyen la zona de aeración, están representadas por arcillas, arcillas-arenosas, loam arenosos y arenas-arcillosas de los sedimentos del Cuaternario, cuyas resistividades aparentes dependen de la composición granulométrica y de los volúmenes de las diferentes fracciones, así como del contenido de agua y de la mineralización de estas últimas.

El predominio de las fracciones arcillosas en las rocas provoca la disminución de la resistividad eléctrica y de los parámetros de filtración (su permeabilidad).

Empleando la relación señalada anteriormente entre la resistividad eléctrica y los parámetros

5. Mapa de resistividades eléctricas verdaderas (permeabilidad) del primer horizonte geoelectrico.



Simbología: 1. Capa impermeable; 2. Capa poco impermeable; 3. Capa permeable; 4. Capa muy permeable.

tros de filtración de las rocas de la región de los trabajos, se ha confeccionado un mapa de resistividades eléctricas de la primera capa, el cual brinda las posibilidades de analizar las propiedades de filtración de la primera capa (fig. 5). Durante la confección del mapa, se tuvieron en cuenta, también, los resultados de los sondeos paramétricos.

De esta forma, las zonas con resistividades eléctricas de 1-5 ohm·m, según los datos de las mediciones paramétricas, corresponden a las arcillas plásticas. Por este motivo, la zona que tiene resistividades eléctricas de 1-5 ohm·m, ha sido señalada como zona impermeable con bajos valores del coeficiente de filtración. Las zonas con resistividades eléctricas de 5-10 ohm·m, son poco permeables; con resistividades de 10-20 ohm·m, permeables; y por encima de los 20 ohm·m, altamente permeables.

CONCLUSIONES

Como resultado de los trabajos geofísicos realizados en el macizo de riego "Esmeralda-II", se resolvieron las siguientes tareas:

- a) Con la ayuda de la prospección sísmica, se determinó el nivel de las aguas freáticas en la zona donde no existían ni calas ni pozos. La comparación de los resultados de la prospección sísmica, obtenidos en las inmediaciones de los pozos, con los de las mediciones de los niveles del agua en los mismos, muestran una buena coincidencia de éstos.
- b) Con la ayuda de los trabajos de prospección eléctrica, se pudo realizar el desmembramiento del corte geoelectrico.
- c) Se realizó la regionalización de las rocas del primer horizonte geoelectrico,

desde el punto de vista de sus propiedades de filtración.

- d) Se pudo establecer la existencia de fallas.

La falta de calas profundas en la región de los trabajos, dificulta la comparación de algunas fronteras geoelectricas con las geológicas. Esto se refiere especialmente a los horizontes geoelectricos que tienen resistividades eléctricas entre los 15-30 ohm·m. Resistencias de tal magnitud (obtenidas por los datos de las mediciones paramétricas realizadas en las inmediaciones de los pozos) las poseen las argilitas, las aleurolitas, los sedimentos detríticos (gravas), las calizas muy intemperizadas y otras.

La perforación de algunas calas profundas hubiera permitido establecer el tipo de rocas, las cuales poseen resistividades que varían entre los 15-30 ohm·m.

BIBLIOGRAFIA

- Gorianov, I. I. Prospección sísmica durante las investigaciones ingeniero-geológicas de las rocas friables, 1971.
- Instrucciones de Geoelectricidad, parte I, Gosgeologotekhnizdat, 1961.
- Khachatryan, D. A.; Rodríguez, Gervasio. Aplicación de la prospección geoelectrica en las condiciones de Cuba. Instituto de Hidroeconomía. La Habana, Voluntad Hidráulica, No. 45.
- Khachatryan, D. A.; Piñero, Néstor; Valle, Melchor. Aplicación de las investigaciones geofísicas. Instituto de Hidroeconomía. Voluntad Hidráulica, No. 46.
- Movsumov, A. A. Informe sobre investigaciones hidrogeológicas en la zona de riego Esmeralda, provincia de Camagüey. Archivo de la Unidad de Hidroeconomía de Camagüey. Año 1978.