



e. n. adaro

PROSPECCION GEOFISICA DEL CAMPO DE "LAS MON
TAÑAS DEL FUEGO" (LANZAROTE). INFORME FINAL

PEN-ADARO

JUNIO 1981

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

I N D I C E
=====

	<u>Pág.</u>
1.- <u>ANTECEDENTES</u>	1
2.- <u>TRABAJOS REALIZADOS</u>	5
2.1.- CAMPAÑA DE GRAVIMETRIA	5
2.2.- SCANNER TERMICO AEROPORTADO	6
2.3.- INVESTIGACION MAGNETOTELURICA	7
3.- <u>RESULTADOS</u>	10
3.1.- GRAVIMETRIA	10
3.2.- SCANNER TERMICO	11
3.3.- MAGNETOTELURICO	12
4.- <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	14
4.1.- CONCLUSIONES	14
4.2.- RECOMENDACIONES	15

1.- ANTECEDENTES

En el Inventario General de Anomalías Geotérmicas llevado a cabo por el I.G.M.E. en 1975 se destaca como área propicia a la existencia de yacimientos todo el ámbito de las Islas Canarias.

La abundante presencia de aguas calientes en las islas, la existencia de vulcanismo contemporáneo y muy reciente, así como la extraordinaria anomalía térmica presente en Las Montañas del Fuego (Lanzarote) han hecho de este área objetivo primordial en la investigación geotérmica de los últimos años.

En concreto en la isla de Lanzarote y debido a la extraordinaria anomalía térmica citada más arriba, las investigaciones se iniciaron ya, de una manera esporádica en 1948, por el I.G.M.E., con vistas a un aprovechamiento racional de las altas temperaturas.

Posteriormente a través del C.S.I.C. y la Universidad de Madrid se llevó a cabo un estudio exhaustivo del campo con la realización de:

- Cartografía geológica 1:10.000
- Estudio de alteraciones hidrotermales
- Campaña de resistividades
- Estudio isotópico de vapor de agua condensado

- Sondeos de investigación termométrica
- Termometría de superficie
- Perfil sísmico profundo coincidiendo con el proyecto Geodinámico
- Estudio de composición de gases
- Elaboración de un modelo analógico del supuesto campo geotérmico

Según este modelo, a profundidades de 2.500-3.000 metros existía un campo geotérmico extendido en los materiales calcáreos que subyacen a los terrenos volcánicos. Este campo tendría escapes de vapor a través de fracturas que lo comunicarían con superficie dando lugar a la anomalía térmica.

Por su parte, el I.G.M.E. acometió un proyecto con vistas a evaluar el potencial de este campo. Dentro de estas acciones, cabe resaltar:

- Campaña de sísmica marina con 12 perfiles alrededor de la isla.
- Estudio de microsísmica en la zona de Las Montañas del Fuego.

La primera de ellas permitió confirmar la existencia de niveles sedimentarios que hacia las proximidades de la isla subyacían los terrenos volcánicos. El segundo estudio permitía detectar zonas de mayor ruido para determinadas frecuencias coincidiendo con la anomalía térmica.

En este punto de la investigación se creyó oportuno acometer la realización de un sondeo exploratorio profundo, que se llevó a cabo con la financiación de: I.G.M.E., I.N.I. y C.E.E.

El sondeo que alcanzó la profundidad de 2.700 metros, - cortó los terrenos sedimentarios a partir del 2.596, sin detectar anomalía térmica alguna.

Coincidiendo con la terminación del sondeo, se realizó por parte del I.G.M.E. un estudio de los gases presentes en el subsuelo de Las Montañas del Fuego, llegándose a la conclusión de que en los puntos de mayor anomalía era Nitrógeno en un 95% con algo de vapor de agua y CO₂.

Como resultado de estas acciones se podría prever que la existencia de un campo de vapor extendido a las profundidades previstas no parecía probable, y que de existir un campo más restringido en las proximidades de la anomalía térmica, éste no tendría escapes de vapor.

Alcanzado este estado de la investigación cabía proponerse tres hipótesis:

- 1 - Existencia del campo de vapor a mayor profundidad de la prevista (por debajo de 4.000 metros)
- 2 - Existencia de un campo restringido a zonas marginales próximas a la anomalía térmica y cuyos escapes estuvieran sellados.
- 3 - Existencia de un campo de roca caliente seca.

Cualquiera de estas posibilidades justificaba continuar las investigaciones detenidas en 1977. Por otra parte la total dependencia del exterior a que están sometidas las islas en materia energética, justifica cualquier intento de desarrollo de fuentes propias.

Con el presente proyecto se pretendía la puesta en práct

tica de métodos geofísicos encaminados a determinar la presencia del campo de vapor o de la masa de roca caliente seca en el subsuelo de la zona, así como su extensión. Con él, se complementan las actividades a desarrollar en otros proyectos que se están llevando a cabo por el I.G.M.E. encuadrados también en el P.E.N.

Los métodos geofísicos empleados son: gravimetría, scanner térmico y audiomagnetotelúrico. En todos ellos se investiga la variación de ciertas propiedades físicas del subsuelo en el espacio. Estas propiedades físicas están relacionadas con la posible presencia de un yacimiento geotérmico en el área.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

En los anexos que acompañan a este informe se describen detalladamente los trabajos efectuados en cada una de las campañas.

A continuación se describen resumidamente estos trabajos:

2.1.- CAMPAÑA DE GRAVIMETRIA

Se realizó entre junio y julio de 1980 por el equipo de ENA DIMSA, con un operador del Instituto Geográfico Nacional, con el siguiente equipo:

- 1 Gravímetro Lacoste-Romberg
- 2 Taquímetros WILD-T-16
- 1 Nivel WILD

Topografía

Se han replanteado 230 estaciones a una distancia aproximada de 500 m entre estaciones y empleando 15 poligonales.

Para el trabajo se localizaron varios vértices geodésicos como punto de apoyos de la red de poligonales; estos vértices son: Yaiza, Halcones, Tenaza, Fuego, Tinasoria y Guardilama. Se observó un error en el vértice de Yaiza de -4,70 m.

Gravimetría

Se han tomado 8 bases unidas a la base absoluta del Aeropuerto de Arrecife. Para control de deriva se ha utilizado la -

base de Yaiza con lecturas diarias en la misma.

Se han repetido un 10% de las lecturas como control. La corrección lunisolar se ha realizado con las tablas de la E.A.E.G.

Se han elaborado los mapas de anomalía de Bouguer, anomalía regional y anomalía residual.

2.2.- SCANNER TERMICO AEROPORTADO

Con este trabajo se pretendía la puesta a punto de una metodología capaz de detectar de una forma rápida y automática zonas térmicamente anómalas de la superficie.

Se seleccionó la isla de Lanzarote por la gran variedad de datos disponibles y la posibilidad de contrastar en superficie los resultados del scanner.

Se utilizó un radiómetro Bendix M2S provisto de sensores - aptos para captar información en la banda infrarroja de 8 a 14 μ .

Los datos obtenidos en el vuelo, fueron tratados por procedimientos numéricos que facilitan el acceso a cualquier tipo de información deseada y permiten la introducción de modelos físicos o matemáticos para corregir ruidos o efectos ambientales.

El trabajo se ha desarrollado en tres fases:

Obtención de datos

Fundamentalmente se refieren a: fotografía aérea, datos radiométricos, temperatura del suelo, geología y meteorología.

Tratamiento de datos

Dentro del cual se comprendía: visualización de los datos radiométricos, localización de referencias topográficas, ubicación y catalogación de anomalías y elaboración del mapa térmico.

Comprobación de datos

Comparación con las referencias, identificación geológica y topográfica y prospección en el terreno para identificación de las anomalías detectadas.

La obtención de datos radiométricos ha sido realizada mediante un avión que portaba el radiómetro. El avión, un CAZA 212, pertenecía al Estado Mayor del Aire con tripulación del Ejército del Aire. El radiómetro pertenecía al I.N.T.A.

Los datos meteorológicos se obtuvieron con la colaboración del Departamento de Física del Aire de la Universidad Complutense. Los datos termométricos de superficie, con la colaboración de la Cátedra de Mecánica y Termodinámica de la Complutense de Madrid.

El procesado y tratamiento de datos se ha realizado en el Centro de Investigación IBM-Universidad Autónoma mediante un sistema RAMTEK de proceso digital de imágenes.

2.3.- INVESTIGACION MAGNETOTELURICA

Esta campaña ha sido realizada por el equipo del Instituto de Geología, en el marco de un acuerdo de colaboración ENADIMSA e I.G. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

El objetivo era continuar las investigaciones geofísicas que se habían llevado a cabo y al mismo tiempo verificar las posibilidades del equipo en cuestión que podría suplir en futuros trabajos a equipos extranjeros.

Se realizaron los siguientes trabajos:

Audiomagnetotelúrico: Se realizaron entre 80 y 100 sondeos. Algunos de los realizados en campo no fueron considerados al tratar los datos, debido a la baja calidad de los registros. El equipo cubría las bandas de 8 Hz a 470 Hz en ocho canales. Para su representación se ha utilizado un sistema estadístico debido a la elevada dispersión de datos, motivada por los ruidos ambientales. Téngase en cuenta la escasa penetración de este método.

Se trazaron perfiles a lo ancho en toda la zona de estudio.

Magnetotelúrico: Los sondeos realizados, un con total de 20 registrados y 16 tratados se dispusieron según perfiles NS y EW-

Sólo se registraba cuando las características del terreno eran buenas. Los datos obtenidos se han procesado calculando resistividades directas correspondientes a aperturas N-S y E-W de las líneas telúricas. Posteriormente se procedía a una rotación de los datos, determinando las resistividades aparentes longitudinal y transversal y la correspondiente residual.

Se han representado los datos en pseudosecciones de los perfiles, en las que en eje vertical se representan las resistividades con escalas logarítmica para cada frecuencia. En el

anexo correspondiente al informe de esta campaña se detalla la instrumentación utilizada, dispositivos en campo, registros, - tratamiento de datos, así como los programas de tratamiento.

3.- RESULTADOS

3.1.- GRAVIMETRIA

El estudio realizado pone en evidencia que la anomalía negativa principal está descompuesta en dos anomalías alineadas - con las Montañas del Fuego, e interrumpidas por un sistema de - anomalías positivas.

Generalmente en los casos conocidos en el mundo, las anomalías residuales positivas están ligadas a flujos ascendentes de fluidos geotérmicos que densifican estas zonas por aportes - minerales.

En nuestro caso, no coinciden las anomalías positivas con las zonas de mayor temperatura, por lo que habría que buscar - otra explicación al fenómeno.

Las anomalías negativas están generalmente asociadas a defectos de masas, originados por la menor densidad en los conos volcánicos, lo que parece coincidir en nuestro caso.

Por todo ello, es interesante estudiar la relación entre estas anomalías y los restantes mapas obtenidos en otras investigaciones geofísicas, con vistas a seleccionar las zonas de interés para proseguir la investigación.

No parecen deducirse otros resultados de la campaña gravimétrica.

3.2.- SCANNER TERMICO

Los principales resultados que se deducen de la aplicación del scanner térmico se pueden resumir en:

Se aprecia una influencia grande de la litología en las respuestas al scanner, debidas, sin duda, a las diferentes inercias térmicas de los materiales; así se distinguen basaltos de piroclastos y se dejan ver fácilmente los caliches.

La actividad biológica, industrial y civil influye igualmente.

El mar se comporta como un sistema muy estable, siendo insignificante la fluctuación de temperaturas.

Las anomalías térmicas se delimitan perfectamente, dando zonas de saturación. Lo que permite estudiar perfectamente la estructura asociada a dicha anomalía.

Se podrían realizar tratamientos numéricos más completos - que llegasen a:

- Restitución geométrica y topográfica de la imagen de infrarrojo.
- Elaboración de un mapa de isotermas superponible al topográfico.
- Corrección de efectos atmosféricos.

Se han delimitado en este trabajo perfectamente las zonas calientes del suelo, habiéndose descubierto puntos no inventariados.

dos, pero que se adaptan a la estructura general del sistema.

En definitiva, se ha puesto a punto un método de investigación de gran aplicación para la exploración previa de amplias zonas no exploradas, así como para la obtención de datos relacionados con la estructura geológica de sistemas geotérmicos.

3.3.- MAGNETOTELURICO

Los resultados obtenidos por el método audio-M.T. son escasos y poco resolutivos. Se ha observado un giro en el vector de polarización del campo electromagnético de Lanzarote, coincidiendo con la zona térmicamente anómala. Este giro debe estar relacionado con la presencia de materiales muy calientes en el subsuelo a poca profundidad.

Se ha apreciado un fuerte contraste en la conductividad superficial para puntos muy próximos. En el mapa de Audio-M.T. realizado, se observa que el fondo insular es bastante resistivo. No obstante, coincidiendo con las Montañas del Fuego y anomalías térmicas se aprecia una resistividad aún más alta, rodeada de una zona algo conductora que se prolonga hacia la costa. Esta zona conductora podría estar relacionada con zonas de agua salada y caliente. El estudio del método magnetotelúrico o profundo ha dejado ver variaciones importantes de la resistividad en la vertical. La presencia de zonas muy conductoras o muy resistentes en superficie dificultan a veces la interpretación por efecto de pantalla.

De cualquier forma, se han realizado dos mapas, uno para zonas de hasta 3.000 m de profundidad y otro para mayor profundidad. Se han realizado dos cortes o perfiles de resistividades

NS y EW. Mientras que el NS es bastante homogéneo con una zona de baja conductividad en superficie, el perfil EW detecta la presencia de dos focos puntuales de muy alta conductividad, relacionados muy posiblemente con las masas de roca caliente próximas a la superficie.

Uno de estos puntos más próximo al mar, el foco de conductividad elevada tiene a su alrededor zonas de conductividad también alta, aunque menos, mientras que el otro foco tiene a su alrededor un contraste muy grande en cuanto a orden de magnitud de la conductividad.

La interpretación de este fenómeno hay que buscarla en la posible presencia en las proximidades de la costa de agua salada y caliente a profundidades menores de 3.000 metros.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados expuestos en el capítulo precedente se pueden extraer las siguientes conclusiones.

El método gravimétrico plantea serios problemas en cuanto a su interpretación desde el punto de vista geotérmico. Parece que las anomalías residuales positivas puedan estar ligadas a la existencia de flujos verticales del fluido geotérmico. No obstante, en los lugares en donde se sitúan estas anomalías, no se han encontrado indicios de ningún tipo, ni tampoco se observan comportamientos anómalos en los mapas de conductividad deducidos por métodos magnetotelúricos.

El scanner térmico se muestra como un método práctico, rápido y eficaz para mapear zonas grandes no conocidas y obtener un inventario de anomalías térmicas en la superficie. Ha puesto de manifiesto una relación inequívoca entre anomalías y estructura geológica, lo que convierte en un sistema válido para estudiar las estructuras dominantes en zonas de investigación.

Por último, ha descubierto algunos puntos calientes no inventariados con anterioridad.

La prospección magnetotelúrica confirma la presencia de focos de roca muy caliente próximos a la superficie, alineados según direcciones estructurales dominantes, que dan lugar a una distribución de la conductividad del terreno muy típica. Con es-

te método se ha detectado una zona entre el macizo de las Montañas del Fuego y el mar, de comportamiento algo diferente al resto de la zona, en el que no se aprecia gran contraste entre el foco caliente y sus alrededores. Esto que puede deberse a la existencia de una ampliación del foco caliente de forma amortiguada, también se puede deber a la presencia de agua salada caliente en capas permeables del subsuelo. Téngase presente la proximidad del mar y la facilidad de alimentación de la zona. Hay que hacer notar en este punto, que el scanner térmico detecta una anomalía en la temperatura del agua de mar frente a esta zona, que se podría deber a un escape del agua caliente.

4.2.- RECOMENDACIONES

Parece, por lo tanto, conveniente concluir que de todos los estudios realizados se desprende la existencia de un área con posibilidad de agua caliente en el subsuelo, que se puede, por lo tanto, aconsejar la profundización en la exploración de dicha área, con un estudio del gradiente geotérmico y de los posibles acuíferos.

Por otra parte, se confirma la existencia de una masa de roca caliente próxima a la superficie que podría dar lugar a un aprovechamiento térmico. En este sentido es conveniente adquirir una base de conocimientos amplia sobre los posibles sistemas de aprovechamiento y su viabilidad técnica aplicada al caso de las Montañas del Fuego.