



## ESTRUCTURA DEL BASAMENTO SUBTERRANEO EN LA CIUDAD DE ARICA

M. Araneda y M.S. Avendaño \*

### RESUMEN

Se presentan resultados de investigaciones gravimétricas en el sector plano de la ciudad de Arica. La información procesada de 258 estaciones de gravedad distribuidas en una malla aproximada de 120x120 metros, comienza en los afloramientos del Morro de Arica y termina en los cerros al noreste de la ciudad. Los resultados muestran que a partir de la cadena montañosa que termina en el Morro de Arica, el basamento se profundiza rápidamente hacia el NE hasta alcanzar profundidades de 340 metros (entre calle Chacabuco e Independencia aprox.) volviendo a subir hasta alcanzar profundidades de 140 metros (entre calles Gonzalo Cerda y Aurelio Valdivieso aprox.). Desde este último tramo el basamento vuelve a profundizarse hasta alcanzar 500 metros (sector cerro Colo Colo). Estas estructuras en el basamento tenderían a prolongarse en las direcciones SE-NW y probablemente coincidan con paleocanales del antiguo lecho del río San José y Lluta. De esta investigación se desprende que los cerros ubicados al Este de la ciudad de Arica están compuestos por rocas de baja densidad como son las ignimbritas que afloran, esto se comprueba por el perfil de gravedad que fue ligado a ellas.

### INTRODUCCION

La ciudad de Arica se encuentra fundada principalmente en sedimentos cuaternarios aportados por las crecidas del estero San José y por depósitos marinos de arenas intercaladas en la franja costera. La evaluación de estas formaciones sedimentarias en la desembocadura del estero San José y por consecuencia la morfología del basamento subterráneo fueron los objetivos fundamentales de este estudio.

El área de evaluación corresponde a una franja costera de 1.5 km de ancho que comienza en los afloramientos del Morro de Arica y se prolonga al noreste por 4.5 km hasta llegar a los cerros de la costa, como se observa en el plano de ubicación figura 1. Dicha franja está compuesta por las calles de la ciudad que conforman una malla irregular, en cuyos vértices fueron ubicadas las estaciones de gravedad.

Importa mencionar que como objetivo secundario de este estudio fue investigar la posible existencia de una barrera asociada al basamento rocoso que impida el paso del agua salina (mar) hacia los acuíferos profundos.

### MARCO GEOLOGICO LOCAL

Las rocas más antiguas del área de la desembocadura del estero San José corresponden a la Formación Camaraca (Jurásico medio), la cual está constituida principalmente por lavas andesíticas con intercalaciones de calizas, lutitas y areniscas marinas fosilíferas. Esta secuencia se desarrolla en la

\* Depto. Geofísica, Fac. Cs. Fis. y Mat., U. de Chile, Casilla 2777, Stgo.

franja costera constituyendo el cuerpo principal del Morro de Arica, bajo una delgada cobertura de estratos de la Formación Azapa y Oxaya.

Las rocas estratificadas mesozoicas y los cuerpos intrusivos cretácicos están recubiertos en discordancia de erosión por los estratos de la Formación Azapa y de la Formación Oxaya, ambos asignados al Terciario.

La Formación Azapa ha sido atribuida al Terciario inferior (1) y está compuesta por areniscas de grano fino a medio, colores pardos claros, con intercalaciones de arcillolitas pardo oscuras y de conglomerados finos hacia el techo. Esta unidad tiene espesores variables (pocos metros a 250 metros) y se distribuye en el área limítrofe entre las cuencas de Azapa y Camaraca. A la Formación anterior se sobreponen estratos de la Formación Oxaya de edad estimada Terciaria superior. Esta unidad está compuesta por ignimbritas gris clara y tobas blancas. El espesor de esta unidad es variable 60 a 200 metros, hacia el este se distribuye en toda el área, especial importancia tiene en los cerros que se encuentran en el borde de la costa entre el Valle de Azapa y el Valle de Lluta al norte de la ciudad de Arica.

#### MEDIDAS DE GRAVEDAD

La exploración gravimétrica fue realizada con un gravímetro LaCoste & Romberg modelo G. Las medidas fueron referidas al Elipsiode Internacional (GRS 67). En la operación de la toma de datos se siguieron todos los procedimientos normales para este tipo de investigación con el fin de minimizar los errores de cierre.

Las cotas de las estaciones fueron tomadas taquimétricamente y referidas al nivel del mar. El error estimado para determinar la anomalía de Bouguer, considerando la toma de datos y cotas de las estaciones de gravedad fue de  $\pm 5$  centésimas de miligal.

En el proceso de la información se consideró una densidad de  $2.1 \text{ gr/cm}^3$  para el depósito sedimentario y de  $2.6 \text{ gr/cm}^3$  para la roca base en este caso la Formación Camaraca. El contraste utilizado en el modelo es por lo tanto  $0.5 \text{ gr/cm}^3$ . Con este contraste y el regional  $2.0 \text{ mgal/km}$  (2) se definió la profundidad del basamento. El regional en la zona más fuerte en sentido W-E ( $2.8 \text{ mgal/km}$ ), pero como el perfil analizado tiene una dirección SW-NE se utilizó el regional anotado anteriormente.

La utilización de este método para determinar el modelo del basamento fue debido a que las estaciones de gravedad solo tocan la roca al SW de la franja analizada (Morro de Arica). En sector opuesto NE, los afloramientos existentes corresponden a la Formación Oxaya, o sea ignimbritas de baja densidad similares a los conglomerados existentes en el plan de Arica. Esta causa y el regional estimado llevó a analizar cuantitativamente solo un perfil como se observa en figura 1.

#### ANALISIS DE LAS ANOMALIAS

El plano de anomalías de Bouguer fue obtenido para una densidad de  $2.1 \text{ gr/cm}^3$  como se observa en la figura 2, a este plano se le restó un regional de 1<sup>er</sup> orden dando origen al residual correspondiente, ver figura 3. Este residual es una representación cualitativa de las estructuras geológicas subterráneas las que hay que evaluar calculando las profundidades a que se encuentran. Lo ideal para modelar cuencas sedimentarias es tener varias lecturas en roca en el área y poder así tener una buena base para

la interpretación. La otra forma de modelar usando el regional de la zona el cual es muy sensible a cualquier cambio incidiendo directamente en la determinación del cálculo de las profundidades. Puesto que la franja estudiada estaba amarrada solamente en un extremo se procedió a modelar un perfil para determinar las propiedades del basamento.

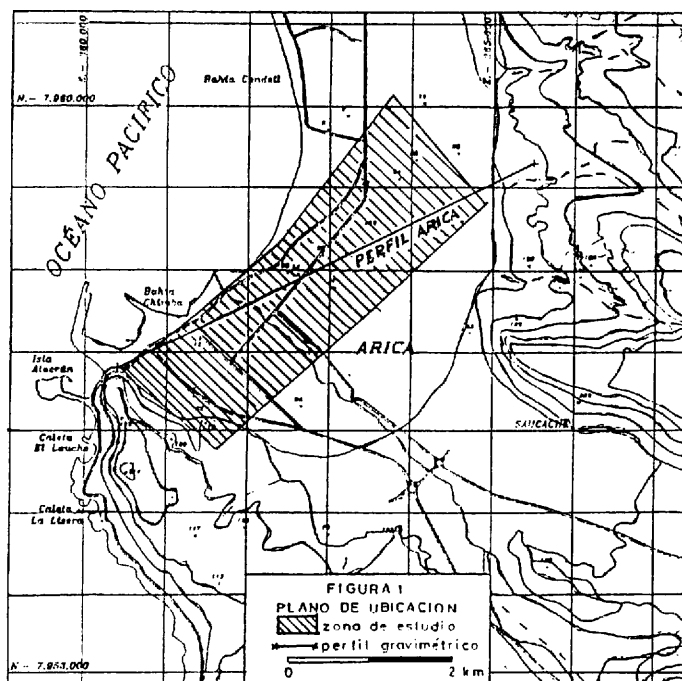
## CONCLUSIONES

La figura 4 muestra la interpretación del perfil extraído de los datos. De este modelo más el plano residual se pueden obtener las siguientes conclusiones : a partir de la cadena de cerros que terminan en el Morro de Arica el basamento se profundiza rápidamente hacia el NE hasta alcanzar profundidades de 340 metros (entre calles Chacabuco e Independencia) volviendo a subir hasta alcanzar profundidades de 140 metros (entre calles Gonzalo Cereceda y Aurelio Valdivieso). Desde este último tramo el basamento vuelve a profundizarse hasta alcanzar más de 500 metros (sector cerros de la costa). De acuerdo con las tendencias mostradas por el residual de 1<sup>er</sup> orden las estructuras del basamento tienden a prolongarse en las direcciones SE-NW coincidiendo probablemente con antiguos lechos de los ríos San José y Lluta. Las estructuras determinadas no reflejan ningún alto en el basamento en dirección SW-NE que pudiesen reflejar una supuesta barrera impermeable, como lo habría sido un alto en el basamento en la dirección indicada.

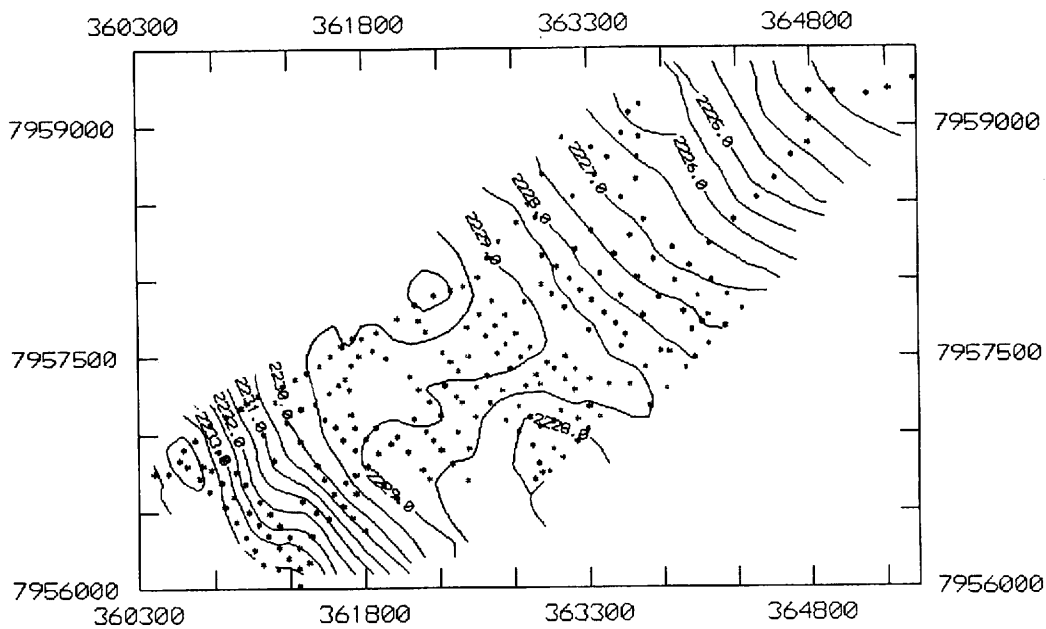
La figura 5 muestra los diversos sondajes de exploración de aguas subterráneas realizadas en el área, ninguno de ellos corta la roca, solamente cortan el relleno sedimentario compuesto principalmente por gravas. Lo expuesto anteriormente validan el método gravimétrico utilizado en este estudio, roca más profunda y densidad asignada a las gravas.

## REFERENCIAS

- 1.- Tobar , A. , Salas, I. , Kast, R.F. 1968. Cuadrángulos Camaraca y Azapa. Carta Geológica de Chile N° 19 y 20.
- 2.- Eisemberg, A. 1992 Estudio Geofísico en Sector Río Lauca. Inédito, Geoexploraciones.



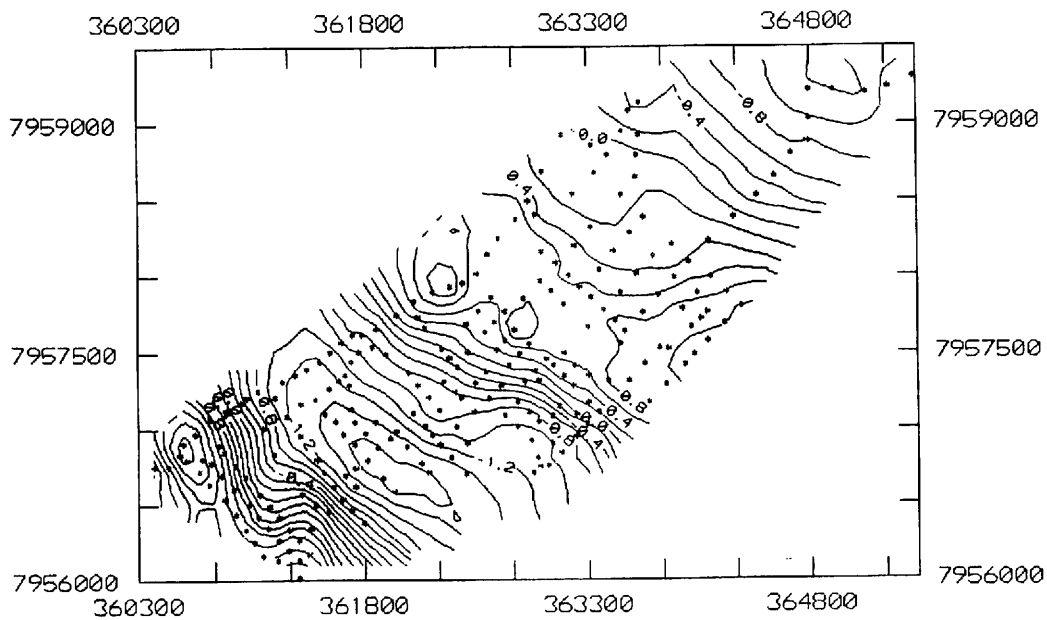
### ANOMALIA DE BOUGUER CUIDAD ARICA



ESCALA 1:50.000

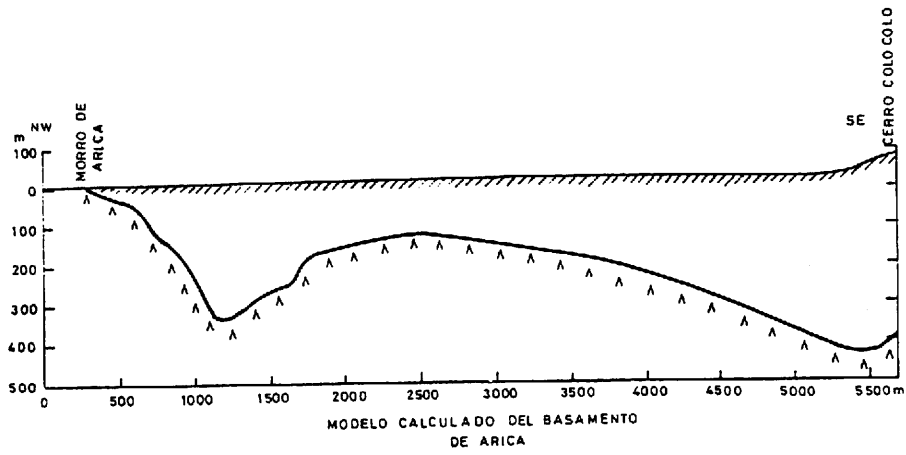
FIGURA 2

### RESIDUAL CUIDAD ARICA



ESCALA 1:50.000

FIGURA 3



MODELO CALCULADO DEL BASAMENTO  
 DE ARICA  
 ESCALA 1:25 000  
 FIGURA 4

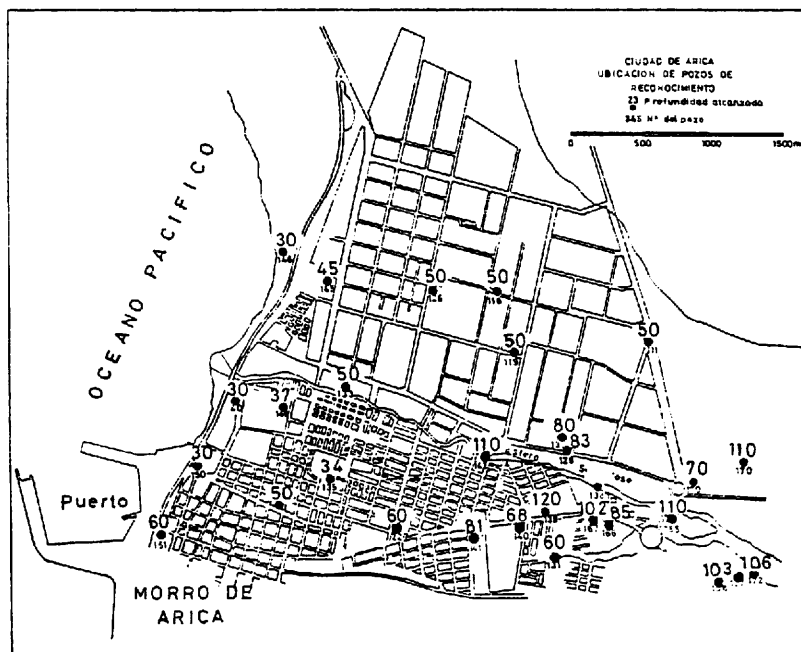


FIGURA 5