· Sectores norte y centro, interfase con velocidades de material arcilloso, arcillas húmedas, Vp=1000-1400 m/s y Vs=120-280 m/s,

· Sector norte, interfase con velocidades de sedimentos arcillosos con contenido orgánico y poco compacto, Vp=130 - 450 m/s y Vs=70 - 120 m/s,

· Sector sur, interfase con velocidades de sedimentos arenosos poco compactos, Vp=470 - 660 m/s y Vs=167 - 348 m/s.

Con el objetivo de unificar los resultados obtenidos con los diferentes arreglos de geófonos utilizados en cada uno de los sectores, se elaboraron columnas sísmicas generalizadas, en donde se muestran las variaciones de las velocidades Vp y Vs y de las profundidades a la base de las diferentes interfases. Como ejemplo, se presenta en la Figura 2.3 los resultados del perfil típico para el sitio ubicado en las instalaciones del INGEOMINAS.

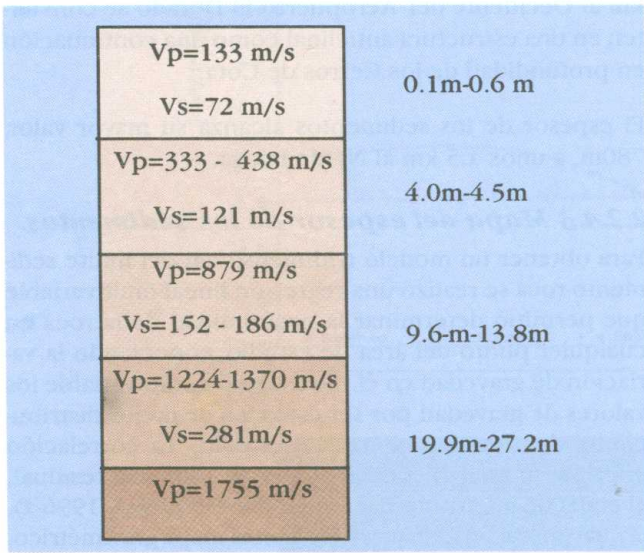



**FIGURA 2.3** VALORES DE $V_p$, $V_s$ Y PROFUNDIDADES EN INGEOMINAS

### *2.2.4 Modelo geológico-geofísico del subsuelo de la ciudad*

Para tener una noción más aproximada acerca de los lineamientos que controlan la cuenca, se realizó una interpretación conjunta de los mapas sombreados de anomalía residual, mapa topográfico y mapa geológico.

Debido a que los datos gravimétricos poseen una distribución areal homogénea y una mayor densidad de datos con respecto al resto de estudios, el modelamiento final, se realizó tomando como base dichos datos, los cuales fueron debidamente "amarrados" a los resultados de todos los estudios.

El modelamiento se realizó por medio de los programas GM-SYS y Geosoft, inicialmente en 2D (modelamiento determinístico) y posteriormente se calculó una regresión lineal (modelamiento estadístico) para determinar arealmente la profundidad de la roca.

#### *2.2.4.1 Interpretación conjunta de los mapas de anomalía residual, mapa topográfico y mapa geológico.*

Para poder correlacionar los lineamientos detectados en el mapa de Anomalía Residual con los observados en el mapa Topográfico, al primero se le aplicó un efecto de sombra simultáneamente con un ángulo de inclinación de 30° y azimuts de 20° y 270°, como se observa en la Figura 2.2. El mapa Topográfico se iluminó con un ángulo de 30° y un azimut de 270°.

El lineamiento que mejor se observa en ambos mapas fue el denominado falla de San Cristóbal, que corresponde a una falla de desplazamiento lateral, la cual fué corroborada en superficie. Esta falla tiene una orientación NW-SE y pudo detectarse hasta unos 2.5 km al occidente del Aeropuerto El Dorado.

Otro lineamiento de igual orientación al anterior es el denominado Molinos-Sasaima; éste, a la altura del Club de los Lagartos, se intersecta con la falla cartografiada en el Mapa Geológico de Santafé de Bogotá, como falla de Usaquén-Sasaima. La falla de Molinos-Sasaima tiene un caracter más regional que la de Usaquén-Sasaima .A 3 km hacia el sur de dicha falla se encuentra el lineamiento denominado Los Rosales, el cual se extiende desde la intersección de la Avenida Chile con la Avenida Circunvalar hasta el barrio Quirigua. Este lineamiento correspondería a la continuación en profundidad de la falla de Bogotá o podría estar controlándola, ya que precisamente, de acuerdo con el Mapa Geológico, se pudo cartografiar dicha falla hasta la intersección de la Avenida Chile con Circunvalar.

De los lineamientos de orientación NE-SW se destacan los denominados falla de Cota y falla de Soacha.

En el sector norte de los cerros de Suba se observan lineamientos de desplazamiento lateral. La mayoría de estos lineamientos están cartografiados en superficie. En este caso el aporte de los métodos geofísicos consiste en extender la continuación en profundidad de dichos lineamientos.

En el sector sur, en cercanías de Bosa y Soacha, se observa una buena correlación entre los lineamientos cartografiados en superficie y los observados en el mapa de Anomalía Residual. El mapa de Anomalía Residual pudo definir la continuación en profundidad de algunos de estos lineamientos, como es el caso de la falla de Mochuelo, cuyo extremo norte se detectó a unos 3 km más al norte que el inferido en el Mapa Geológico de Santafé de Bogotá.

### 2.2.4.2 Modelamiento Bidimensional

Con la ayuda del programa GM-SYS se generaron modelos en 2D por medio del método de aproximaciones sucesivas. Los modelos obtenidos fueron los siguientes:

a. *Modelo Geológico-Geofísico Calle 170*. Este modelo tiene una orientación noroeste-sureste, normal a las estructuras, desde el borde de los Cerros de Cota, atravesando los Cerros de Suba y a lo largo de la Calle 170 al norte de la ciudad. Figura 2.4. Se obtuvo un error de ajuste de las curvas gravimétricas medida y generada por el modelo de RMS = 0.1 (RMS- error medio cuadrático).

Como puntos de control o de amarre de la información se utilizaron los afloramientos de las rocas en los cerros de Suba y los cerros Orientales, la perforación 227-IVB-444 a 350m del Inventario Hidrogeológico de Colombia, (INGEOMINAS, 1990), en donde no se llegó a roca, y el sondeo geotécnico realizado en la Universidad Agraria, en donde se encontró arcillolita a los 119m.

Para la elaboración del modelo se emplearon los resultados de los estudios geoeléctricos y de refracción sísmica, los cuales permitieron obtener una primera aproximación del modelo geológico-geofísico. Estos resultados fueron debidamente calibrados con los sondeos geotécnicos. Por ejemplo, el perfil geoeléctrico realizado en el Sector Norte y que intersecta la Calle 170 a unos 700 m del sondeo geotécnico realizado en ese sector, estableció una capa arcillosa a 140m. Al correlacionar estos resultados con el sondeo geotécnico se definió que dicha capa podría ser arcillolita, la cual fue encontrada por el sondeo mecánico a 120m. Los perfiles de refracción sísmica en el sector Suba-Compartir establecieron una interfase entre 106m-144m con velocidades de roca Vp=2281-2500 m/s, las cuales de acuerdo con la información geológica, podrían corresponder a arcillolitas.

Utilizando la metodología antes descrita se elaboraron todos los modelos geológico-geofísicos. Estructuralmente, el modelo representa un sinclinorio conformado por sinclinales (entre los cerros de Cota y Suba y entre los cerros de Suba y cerros Orientales) y anticlinales (Cerros de Suba y Cerros Orientales), los cuales se encuentran afectados por fallamientos inversos.

El espesor de los sedimentos en el sector entre los cerros de Cota y cerros de Suba alcanza un máximo de 500 m, mientras que entre los cerros de Suba y cerros Orientales no supera los 240 m.

En el modelo están descritas las propiedades físicas de las diferentes interfases encontradas: Velocidades de propagación de las ondas, densidades y resistividad eléctrica.

b. *Modelo Geológico-Geofísico INGEOMINAS-Funza*. Este modelo tiene una orientación noroeste-sureste, desde aproximadamente 4 km al NW del municipio de Funza, pasando por la Calle 39 o Vía a Catam e intersectando el Sondeo Geotécnico en el INGEOMINAS, hasta alcanzar los Cerros Orientales a la altura de la Vía Circunvalar. El error de ajuste de las curvas gravimétricas medida y generada por el modelo fue de RMS=0.08. Figura 2.5.

Los puntos de control o de amarre de la información fueron los afloramientos de las rocas en los Cerros Orientales, el sondeo geotécnico realizado en el INGEOMINAS, en donde se encontró arcillolita a los 180 m, los Pozos Funza I y II, llegando este último a la parte superior de la Formación Tilatá a 468 m, (Arévalo et al, 1989).

En este modelo se muestra una serie de plegamientos alargados asociados a fallas inversas, los cuales a unos 4 km al Occidente del Aeropuerto El Dorado se convierten en una estructura anticlinal como una continuación en profundidad de los Cerros de Cota.

El espesor de los sedimentos alcanza su mayor valor, 780m, a unos 4.5 km al NE de Funza.

### 2.2.4.3 Mapa del espesor de los sedimentos.

Para obtener un modelo tridimensional del límite sedimento-roca se realizó una regresión lineal multivariable que permitió determinar la profundidad de la roca en cualquier punto del área de estudio, conociendo la variación de gravedad en él. Se escogió como variable los valores de gravedad por ser éstos los de mejor distribución y densidad en el área de estudio. La correlación múltiple se realizó entre el mapa de anomalía residual, el mapa de microtrepidaciones (INGEOMINAS, 1996-a), el cual poseía un gran parecido con el mapa gravimétrico, y las profundidades de la roca, obtenidas en los modelos de 2D, los cuales estaban previamente calibrados con los sondeos geotécnicos y los pozos presentes en el área de estudio.

Se obtuvo la siguiente regresión lineal :

$$H = -51.17 - 36.96\,\Delta g + 276.13\,T \quad \text{Ec. 2.2}$$

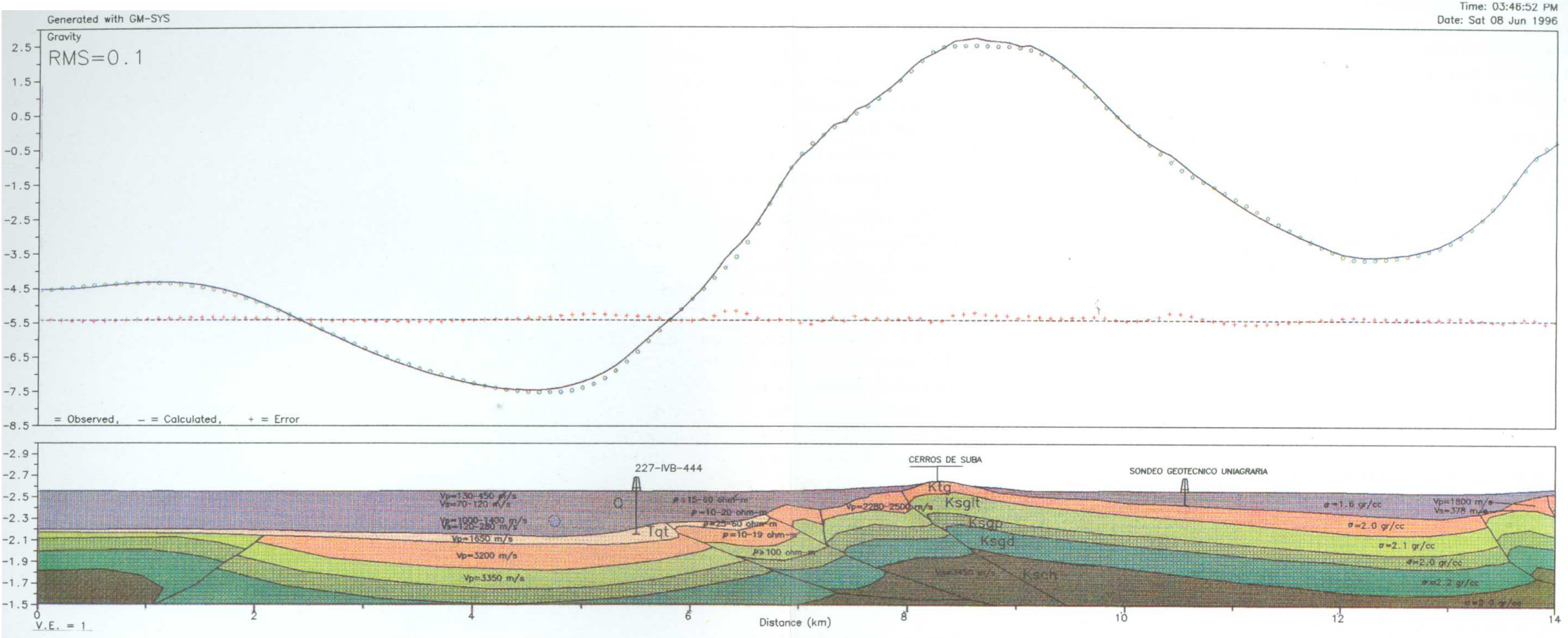
donde :H = profundidad a la roca
$\Delta g$ = anomalía residual
T = microtremores

Para los siguientes radios de correlación :

$R_{T,H} = 0.72$

$R_{\Delta g,H} = -0.93$

$R_{T,\Delta g} = -0.60$



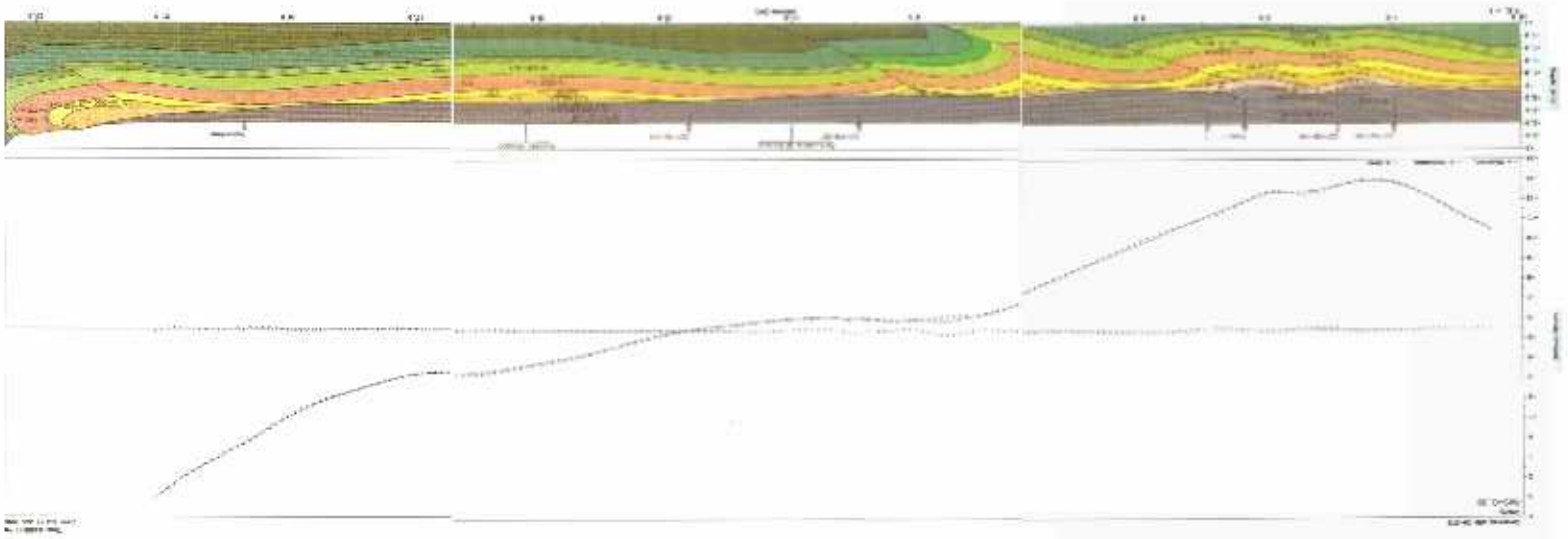


**FIGURA 2.4 MODELO GEOLÓGICO-GEOFÍSICO CALLE 170**