



Determinación de la profundidad del basamento rocoso en obras ingenieriles

Alfredo de J. Hdez.. Ramsay y Jorge Enrique Acosta Breal, Geominera Oriente, aramsay@geominera.co.cu

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

El trabajo demuestra como los constructores e inversionistas pueden ahorrar cuantiosos recursos en la determinación: del espesor de roca no consolidada, forma irregular del relieve del basamento y los contactos entre el material friable y la roca dura del basamento, en la construcción de obras ingenieriles, sustituyendo perforaciones, reduciendo la cantidad de pozos de perforación, disminuyendo los costos de las investigaciones ingeniero-geológicas, con la aplicación de la Geofísica

Introducción

A menudo necesitamos realizar construcciones de obras de gran peso, tamaño y complejidad, las cuales deben descansar en roca firme que no aflora, pero desconocemos a que profundidad se encuentra y que forma tiene el techo de la misma en el área planificada.

Es común encontrarse en las áreas escogidas para construir; las siguientes características geológicas. Antiguo Lago, donde la capa de sedimentos que rellenan el lago tienen una Resistividad Aparente (ρ_{a1}) menor que (ρ_{a2}), capa del basamento, pero por estar, el contacto, saturado de agua o la roca del basamento muy alteradas (ρ_{a1}) y (ρ_{a2}) no van a presentar valores de resistividad aparente contrastante, Así sucede en Antiguo Cauce de Río, en Corteza Intemperismo, etc.

En estas áreas para poder resolver la Tarea Técnica, hay que buscar otros parámetros o propiedades físicas que nos permitan diferenciar las capas y la frontera entre ellos. Por tal razón recurrimos a la utilización de la Cargabilidad Aparente, para cumplimentar nuestro objetivo.

Metodología de los trabajos y elaboración de los datos de campo.

Durante las mediciones, fue utilizado el complejo Diapir, integrado por el transmisor Diapir-T y receptor Diapir-E, de fabricación húngara, equipo que calcula directamente la cargabilidad (C_a) y resistividad (ρ_a) aparente, dado en

mv / v y en $\Omega\cdot m$ respectivamente, con un motor generador "Honda" de fabricación japonesa.

El azimut de la línea AB de alimentación o energización del terreno, fue la E-W. Se utilizó la variante de medición de pulsos cortos de 8 segundos de duración de doble polaridad,. Los electrodos de medición MN, fueron del tipo VIR, relleno con la solución sobre saturada de sulfato de cobre y los de corriente, de hierro, la cantidad de electrodos de alimentación AB estuvo en dependencia de la cantidad de corriente necesaria para energizar el terreno.

La abertura máxima de AB/2 (línea de alimentación o corriente) fue de 40 m y la corriente de alimentación por lo general fue mayor de 1 ampere. La profundidad de estudio de los SEV-PI fue proporcional a la abertura de AB/2 en este medio.

Se realizaron 101 SEV-PI, ver Fig. 1, dentro del área, donde se proyectó la construcción de la obra, uno en cada punto de apoyo, incluyendo un SEV-PI cruzado en el centro del área, estaca "cero", (donde se midió en la dirección norte-sur y este-oeste), buscando la dirección de mayor poder resolutorio del método, la cual fue para todo el área de: Este-Oeste.

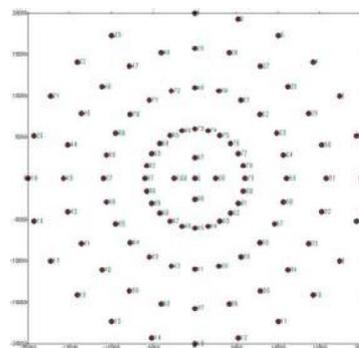


Fig. 1 Ubicación de los puntos de SEV PI

Los datos de campo fueron recepcionados, revisados y procesados e interpretados mediante softwares profesionales creados para dicho fin y sirvieron como base para selección de los puntos a perforar y orientar la perforación.

Los resultados de las investigaciones se presentan en forma de perfiles o cortes geólogo-geofísicos y planos. Para la mejor comprensión de los geólogos, ingenieros

civiles e inversionistas solamente se plasmaron en los cortes los resultados y la información geólogo-geofísica de las capas de interés (capa de serpentinita lixiviada, triturada y la de roca fracturada, agrietada, serpentinizada), en la cual debían de enterrarse los pilotes

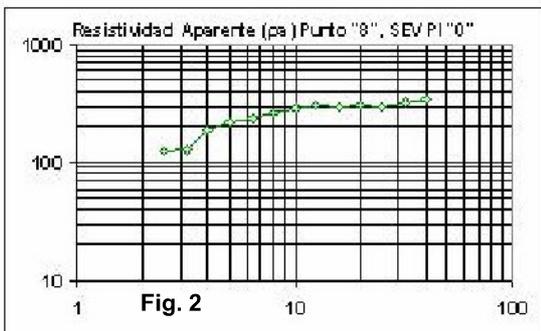
Resultados

Como resultados podemos plasmar; que se logró obtener curvas con los dos parámetros; Resistividad aparente (ρ_a) y Cargabilidad aparente Ca en cada punto, con las cuales se pudo obtener la profundidad a que se encuentra el basamento de roca dura.

Parámetro Resistividad Aparente (ρ_a)

Según los valores de la resistividad aparente (ρ_a), el área donde se proyectó la obra, presenta valores que forman curvas del tipo; "A", "Q" y "H".

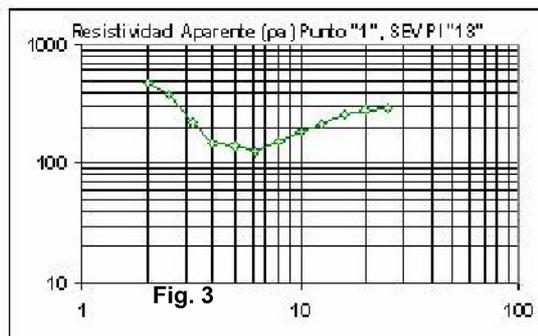
Curvas del Tipo "A" son las que constituyen el **Corte Geo-eléctrico tipo "A"**, ver Fig. 4, donde los valores de la resistividad aparente (ρ_a), forman una curva ascendente que cumplen la siguiente condición $\rho_{a1} < \rho_{a2} < \rho_{a3}$, definiendo cada uno de ellos una rama. Cada rama se diferencia de la otra por un cambio brusco de la pendiente de la curva y están relacionadas proporcionalmente con el estado físico-mecánico de las rocas en el sustrato, cumpliéndose que a mayor pendiente de la curva, el material rocoso es más compacto y menos alterado físico y mecánicamente, ver Fig. 2.



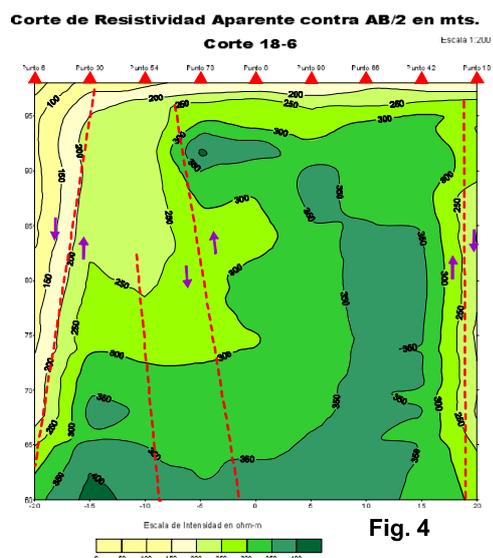
Este tipo de curva revela la presencia de la roca del basamento, cerca de la superficie a partir de los 4.00 m (poca potencia de corteza de intemperismo). Por la pendiente de la curva, a partir de los 4.00 m, la roca está, muy agrietada y fracturada.

Curvas del Tipo "Q", son las que constituyen el **Corte Geo-eléctrico tipo "Q"**, donde los valores de la resistividad aparente (ρ_a), forman una curva descendente que cumple la siguiente condición $\rho_{a1} > \rho_{a2} > \rho_{a3}$, producto a la cantidad de agua en el contacto entre corteza de intemperismo y el basamento rocoso y al grado superlativo de intemperización de la roca del

basamento, por tal razón con este tipo de curva no se puede definir el contacto entre corteza y basamento y hay que recurrir a definirlo con el parámetro de **Cargabilidad Aparente Ca** .



Curvas del Tipo "H" son las que constituyen el **Corte Geo-eléctrico tipo "H"**, donde los valores de la resistividad aparente (ρ_a), presentan una curva en forma de "U", que cumple la siguiente condición $\rho_{a1} > \rho_{a2} < \rho_{a3}$. Cada rama se diferencia de la otra por un cambio brusco de la pendiente de la curva y están relacionadas proporcionalmente con el estado físico-mecánico de las rocas en el sustrato, cumpliéndose que a mayor pendiente de la ultima rama de la curva, el material rocoso es más compacto y menos alterado físico y mecánicamente, ver Fig. 3.



Los valores altos de la primera parte de la curva (parte izquierda), se asocian en le corte con material ocoso con y sin perdigones, Los valores mas bajos de la curva coinciden geológica y espacialmente con un material ocoso, muy homogéneo en tamaño de los granos, arcilloso con abundante humedad. En la tercera rama los valores vuelven a aumentar y coinciden con la roca del basamento, en dependencia con la pendiente de la curva,

así será el estado físico mecánico de la roca, mas o menos agrietada, triturada e intemperizada.

Parámetro Cargabilidad Aparente C_a

Según los valores de la *Cargabilidad Aparente C_a* , el área donde se proyectó la obra, presenta valores que forman curvas del tipo; "A" y "H". No hay evidencia de curva de tipo "Q", debido a que las rocas ofiolíticas serpentinizadas, del basamento, tienen una mayor cargabilidad aparente con respecto a la secuencias ocrosas de la corteza de intemperismo.

Fig. 4: Corte de Iso ohm-mas, Corte de tipo "A", Con tonos de amarillo a verde oscuro, está representada la intensidad de los valores de la ρ_a , observe como la ρ_a aumenta con la profundidad en cada SEV PI y no se define una frontera nítida que resalte el contacto entre corteza de intemperismo y el basamento rocoso, Los triángulos rojos simbolizan los puntos de medición y el letrero expresa el número del SEV PI.

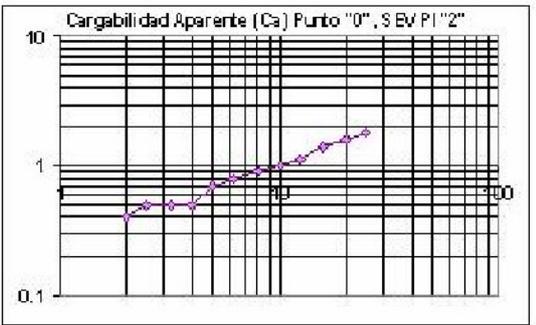


Fig. 5

Curvas del Tipo "A" son las que constituyen el **Corte Geo-eléctrico tipo "A"**, donde los valores de la *Cargabilidad Aparente C_a* , forman una curva ascendente que cumplen la siguiente condición $C_{a1} < C_{a2} < C_{a3}$; al igual que en el parámetro de la resistividad aparente (ρ_a), ver Fig. 5

Corte de Cargabilidad Aparente contra AB/2 en mts. Corte 18-6 Escala 1:200

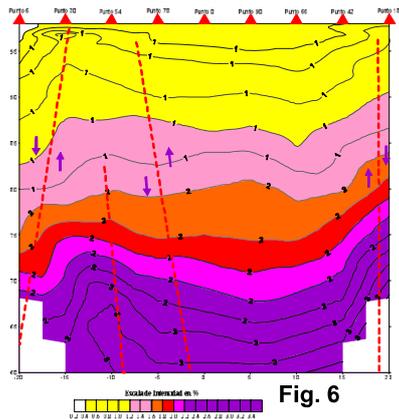


Fig. 6

En la **Fig. 6**, Corte de la *Cargabilidad Aparente C_a* , Corte de tipo "A", la intensidad de los valores de la C_a , están representados con tonos de amarillo a rosado, rojo y malva, observe como la C_a aumenta con la profundidad formando bandas, revelando la existencia de capas litológicas yaciendo horizontalmente, los tonos mas fuertes corresponden con los mayores valores de C_a , mapeando la presencia de las rocas del basamento, Los triángulos rojos simbolizan los puntos de medición y el letrero expresa el número del SEV PI.

Curvas del Tipo "H" son las que constituyen el **Corte Geo-eléctrico tipo "H"**, donde los valores de la *Cargabilidad Aparente C_a* , presentan una curva en forma de "U", que cumple la siguiente condición $C_{a1} > C_{a2} < C_{a3}$, de igual forma que en el caso de la resistividad aparente (ρ_a), ver Fig. 7.

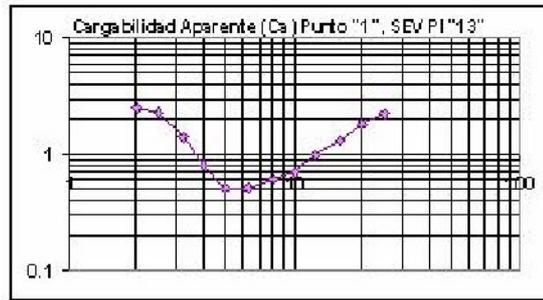


Fig. 7.

Con los valores de espesor de corteza o de profundidad de la roca dura, en cada punto donde se realizó el SEV PI, se confeccionaron cortes, ver Fig. 8, planos, imagen e isométricos

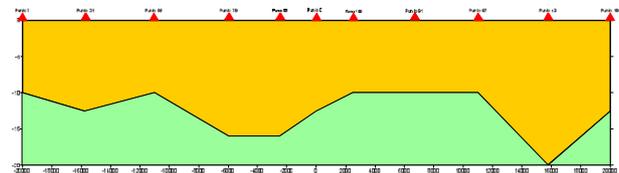


Fig.8, Corte indicando el relieve del basamento y el espesor de corteza de intemperismo por la línea del SEV PI 7 al 17, el color amarillo indica la corteza, la secuencia friable y el verde claro las rocas del basamento. , Los triángulos rojos simbolizan los puntos de medición y el letrero expresa el número del SEV PI.

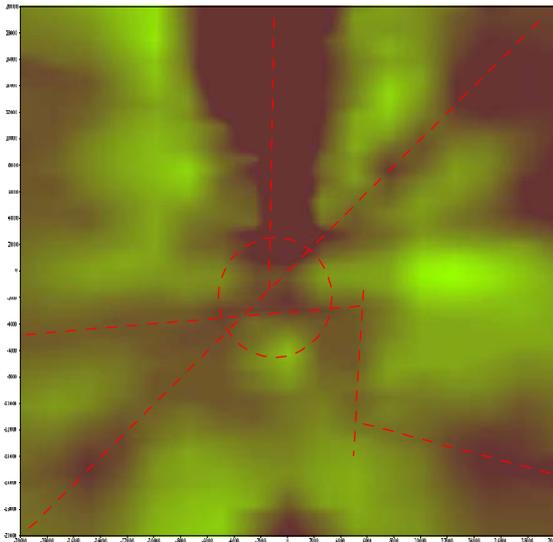


Fig. 9, Imagen del relieve del basamento, las líneas en rojo indican las direcciones de la fracturación, agrietamiento, la tectónica del áreas donde se planificó la obra pesada. Los colores oscuros corresponden a las áreas más profundas, áreas con mayor espesor de corteza

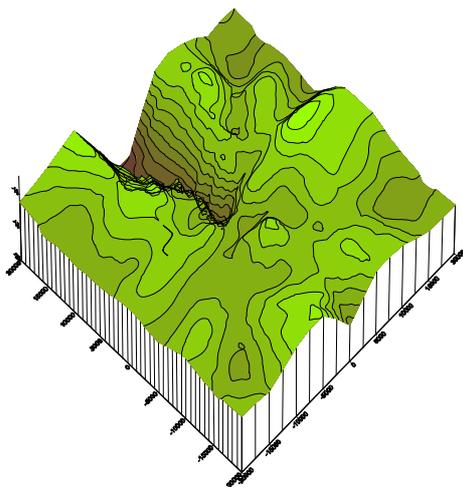


Fig. 10 Plano isométrico del relieve del basamento rocoso, (el firme), es sorprendente como en un área de 100 x 100 m existen variaciones tan bruscas.

Conclusiones

1. Con la Geofísica (SEV PI) se logró predecir la cantidad de pilotes de 9 y 12 m a utilizar.
2. EL parámetro de Cargabilidad aparente Ca obtenido con el método de Sondeo Eléctrico Vertical de Polarización Inducida (SEV-PI), pudo mapear el relieve del basamento, siendo el método muy

resolutivo para la tarea planteada en éstas condiciones físico-geológicas.

3. Los valores de resistividad aparente permitieron definir y mapear las zonas de material poco consolidado, triturado y agrietado, asociado geológica y espacialmente a la tectónica del área.
4. Las direcciones de las grietas pueden estar asociadas con la tectónica y dividen al sector en bloques de diferentes alturas del techo del basamento.
5. La grieta cuya dirección va desde la estaca 4 a la 16 divide al sector en dos partes sur y norte, la sur es un sector complejo, con relieve del basamento muy irregular y en algunas áreas presenta mayor espesor de material poco consolidado e inestable.
6. El centro del área (entorno a la estaca "cero", Pozo # 1); esta constituida por un nudo de grietas, y la zona alargada que se extiende en la dirección desde la estaca 16 a la 4; sospechamos que está asociada con la tectónica del área.
7. La mayor profundidad y espesor (17 y 19 m) de material poco consolidado (blando) se localiza en la parte sur del Perfil de pozos 5, 49, 1, entre las estacas 1-13; adoptando la forma de un abanico, donde el basamento debe estar compuesto por rocas duras, serpentinizadas, agrietadas y fracturadas posiblemente por la tectónica.
8. Hasta la profundidad aproximadamente de 40 m según las curvas de la Cargabilidad Aparente de los SEV-PI, el área presenta una serie de niveles de alteraciones, que posiblemente se asocien a diferentes grados de meteorización de la roca, así como a diferentes grados de agrietamientos, los cuales aparecen en forma de bandas, capas, bien diferenciadas, mapeables y correlacionables de un SEV-PI (punto) a otro.
9. En los Puntos 13, 12, 11, 40, 4, 6 y 15., la curva de la resistividad aparente es del tipo "Q", por el estado físico-mecánico en que se encuentra la roca, es posible que el pilote baje más de la profundidad del techo rocoso determinado y calculado por la perforación y la geofísica.

Recomendaciones

1. Realizar ensayos de físico-mecánico a las rocas del basamento incluyendo estudios sobre el comportamiento sísmico del área.
2. Utilizar este método en áreas físico-geológicas similares para resolver la Tarea Geológica planteada

Agradecimientos

Al Dios trino, sea la Gloria, la Honra y la Alabanzas por los siglos, de los siglos, Amén