

Después de ajustar el modelo geoidal a un plano, el análisis estadístico de las diferencias entre alturas geoidales calculadas y medidas indica un error medio cuadrático de  $\pm 3$  cm, lo cual resulta en un mejoramiento del 60 % con respecto al modelo geoidal GEOMEX97 para el área mexicana. Finalmente, la transformación de las alturas elipsoidales al marco de referencia de las alturas ortométricas nos permite ampliar hasta 39 años (1977-2001) el periodo de observación de los cambios temporales de elevación del terreno ocurridos dentro y fuera de la zona de explotación del campo geotérmico de Cerro Prieto.

EG-21

### MAPA DEL FLUJO DE CALOR EN LA PENÍNSULA Y GOLFO DE CALIFORNIA

Báncora Alsina Cristina<sup>1</sup> y Prol Ledesma Rosa María<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

crisbancora@gmail.com

El objetivo principal de este trabajo se ha centrado en realizar un mapa que abarque toda la Península de Baja California así como el Golfo de California mostrando las anomalías del flujo de calor en esta región.

El interés en conocer el potencial geotérmico de esta zona viene dado por dos motivos principales: (1) la abundancia de indicios y evidencias de que se trata de un recurso energético abundante en el área, pues son numerosos los trabajos que señalan la existencia de manantiales termales, además del hecho de que actualmente son dos las plantas geotermoeléctricas que están funcionando en la Península, Cerro Prieto la de mayor capacidad en México y Tres Vírgenes. (2) La Península de California representa un destino turístico con gran auge en los últimos años lo que implica una mayor demanda energética en la zona, sin embargo por sus características geográficas, presenta un cierto aislamiento con respecto al resto del país y esto conlleva que el abastecimiento de combustibles fósiles en la región se encarezca. De ahí el interés de buscar fuentes alternativas de energía que sean propias de la zona. Así mismo, este recurso se podría usar de modo directo en Spa's o baños termales ampliando la oferta turística de la región.

Tanto de la presencia de manantiales termales como de las plantas geotérmicas en funcionamiento resulta obvio que la Península presenta un alto flujo de calor que está claramente relacionado con su contexto tectónico. Con la apertura del golfo, los centros de dispersión dan lugar a cuencas oceánicas en expansión y a fuertes anomalías térmicas.

Para poder realizar este mapa se recopilamos datos de flujo de calor tomados en algunas de las cuencas oceánicas del golfo en diversas campañas oceanográficas, pero dada la escasez y dificultad de obtener datos de mediciones directas de flujo de calor en la península se decidió utilizar datos de concentración de sílice en manantiales termales y pozos artesianos, razonablemente abundantes en la región sobre todo los primeros, para estimar el flujo de calor a partir del geotermómetro de sílice. Este método está basado en la dependencia de la concentración de sílice con la temperatura de equilibrio a profundidad y que la temperatura a su vez depende del flujo de calor.

De las mediciones directas y los valores estimados mediante relaciones empíricas se obtuvo una red dispersa e irregular que se utilizó para crear un mapa de isóneas mediante kriging como método geoestadístico de interpolación.

El resultado es un mapa en el que se aprecian y destacan las fuertes anomalías de flujo de calor en los centros de dispersión del golfo así como las anomalías en la península asociadas a los sistemas hidrotermales continentales y costeros. El mapa nos permite ver las tendencias en la distribución del flujo de calor, que en general presenta valores por encima del valor medio y llegan a alcanzar valores hasta de 360 mW/m<sup>2</sup> en Bahía Concepción.

EG-22

### PROPIEDADES TÉRMICAS DEL SUBSUELO: TEST DE RESPUESTA TÉRMICA

Cid Fernández José Ángel<sup>1</sup>, Araujo Nespereira Pedro<sup>1</sup>,  
Reyes López Jaime Alonso<sup>2</sup> y Ramírez Hernández Jorge<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Vigo, España

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, UABC

jcid@uvigo.es

La aplicación de sistemas de calefacción y refrigeración basados en fuentes de calor de baja temperatura se muestra como una de las tecnologías con mayor crecimiento (20-30% anual) de los últimos 10 años.

El almacenamiento en la corteza terrestre de la energía solar incidente (46%) provoca que ha medida que profundizamos en el subsuelo, las oscilaciones térmicas entre el día y la noche se atenúen. Estas temperaturas pueden variar en superficie en un rango de  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ . A profundidades de 1-1.5 metros, la variación se reduce a la mitad. Con el empleo de una bomba de calor agua-aire o agua-agua, es posible utilizar un pozo de intercambio geotérmico como foco de calor en invierno y como sumidero en verano.

Las propiedades térmicas del subsuelo (conductividad, Resistividad y difusividad) se muestran como el parámetro fundamental para el diseño de sistemas de intercambio geotérmico, y su estudio permite reducir el coste inicial en la implantación de este tipo de equipos. Basada en las investigaciones de Mogensen (1983) y Kavanaugh (1991) sobre conducción de calor en el subsuelo, la evaluación in-situ de las propiedades térmicas del subsuelo consiste en la inyección constante de un flujo de calor en un sistema de intercambio geotérmico y el monitoreo continuo (50 horas) de las temperaturas de entrada, salida y ambiente.

Los primeros equipos de medición in situ de propiedades térmicas se desarrollaron en Suecia (Gehlin, 1996) y en Oklahoma (Austin 1998). Desde entonces, más de 10 países han importado este sistema para realizar evaluaciones en sus territorios.

Se ha realizado el análisis de prefactibilidad de un sistema de pozo geotérmico con bomba de calor mediante el software Retscreen Internacional 3.1 del Ministerio de Recursos Naturales de Canadá para una vivienda tipo de 90 m<sup>2</sup> situada en la localidad de Mexicali (Baja California-México). Las cargas de diseño se han calculado en 2 KW (0.007 millones Btu/h) para el modo calefacción y 8.9 KW (2.5 toneladas) para modo refrigeración. Se ha considerado como temperatura constante del subsuelo 24°C y una amplitud anual de temperatura de 5.6 °C (NASA data site). El sistema de intercambio geotérmico consistirá en 233 metros de tubería en pozos verticales (ejemplo 4 pozos de 60 m.) con una configuración de U-loop. Considerando una eficiencia media de la bomba de calor (COP calentamiento 3.2, COP enfriamiento 4.5), se ha estimado que el consumo eléctrico anual se reduciría en un 34% respecto a un sistema de climatización convencional