

Utilización de la prospección geofísica para resolver problemas geotécnicos en zonas portuarias

Geophysical prospecting to solve problems in seaports.

Enrique Aracil⁽¹⁻²⁾ Javier Vallés⁽²⁾ Unai Maruri⁽²⁾ Lidia Rodríguez⁽²⁾ Yolanda Vinaches⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad de Burgos, Escuela Politécnica Superior, earacil@ubu.es

⁽²⁾ Análisis y Gestión del Subsuelo, S.L., e.aracil@ags-geofisica.com

ABSTRACT

In a seaport of the Cantabrian coast a geophysical survey has been developed. It was necessary to determine the characteristics of the back part of one of the walls (the land located behind the mentioned wall and under the pavement) in order to solve the doubts on the origin of collapses and the "uncontrolled disappearance" of the cement grout which was spilled to consolidate the terrain. Several profiles of electrical tomography have allowed to know the geology of the subsoil, the depth and irregularities of the limestone substrate as well as the characteristics of the sand formation placed over the limestone. The thickness and permeability of these sands are the cause of this disappearance of the cement. So, the geophysical data have allowed to know the origin the doubts and, therefore, to solve the initial objectives.

1. INTRODUCCIÓN

En un puerto marítimo de la costa cantábrica (cuya localización no se precisa por motivos de confidencialidad) se ha desarrollado una campaña de prospección geofísica con el fin de analizar el trasdós de uno de los muros. El motivo es la necesidad de conocer las características geológicas del terreno situado detrás del citado muro y bajo el pavimento para resolver las dudas sobre el origen de unos hundimientos y la "fuga" descontrolada de la lechada de cemento que se vertió para consolidar el terreno.

El método geofísico empleado es la prospección geoelectrica mediante perfiles de tomografía eléctrica. Estos perfiles de tomografía eléctrica han permitido conocer la geología del terreno, la disposición, profundidad e irregularidades del sustrato rocoso calcáreo así como las características de la unidad existente por encima de las calizas.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

La zona donde se ha desarrollado el estudio está situada en una zona de calizas mesozoicas caracterizadas por un desarrollo irregular de procesos de karstificación, tanto en lo referente a intensidad de desarrollo como a la localización de sus resultados.

Estas calizas tienen una cierta dureza y resistencia y los efectos kársticos se manifiestan por medio de grandes irregularidades en el techo de la formación, lo cual causa la presencia de zonas elevadas y zonas hundidas así como zonas de "desagüe".

Este es el sustrato geológico que se encuentra bajo el pavimento de las vías adyacentes al puerto marítimo.

3. ESTUDIO GEOFÍSICO

El estudio geofísico consistió en la realización de una campaña de prospección geoelectrica mediante perfiles de tomografía eléctrica. Dado que el pavimento estaba adoquinado, se planteó la posibilidad de emplear como método alternativo el georádar. Condicionantes como la profundidad de investigación, en torno a 10-12 m, el nivel freático y el agua salada, hicieron decantar la investigación por medio de tomografía eléctrica.

Breve descripción del método

La tomografía eléctrica es método prospectivo geoelectrico que analiza los materiales del subsuelo en función de su comportamiento eléctrico, es decir, que permite diferenciarlos en función de su valor de resistividad. La naturaleza y composición de las rocas, la textura más o menos alterada, más o menos compacta o más o menos porosa unida al contenido en fluidos y su naturaleza son factores que van a condicionar la existencia de una mayor o menor concentración de iones. Una mayor movilidad

de estos iones tiene como consecuencia una mayor conductividad o, lo que es lo mismo, una menor resistividad.

La resistividad de las rocas depende, fundamentalmente, de cuatro factores: De la proporción de volumen de poros frente a volumen total de la roca. A priori, a mayor volumen de poros (porosidad) puede esperarse una menor resistividad, siempre y cuando la porosidad tenga un relleno (agua, arcilla, etc.). Si no es así (caso de cuevas o galerías con aire), la resistividad debería ser anormalmente alta dado el carácter dieléctrico del aire. De la disposición geométrica de dichos poros (denominado factor de formación). Una morfología poco alargada o una disposición que los mantenga desconectados causará una resistividad mayor. De la proporción de poros rellenos de agua frente a poros secos. A mayor proporción de poros rellenos de agua, la resistividad va a ser menor pues el agua permite una mayor circulación de la corriente eléctrica que el aire, que es un dieléctrico. De la resistividad o conductividad de dicha agua. A mayor conductividad del agua, menor será la resistividad de la formación que la contiene.

Trabajo realizado

Se realizaron tres perfiles de tomografía eléctrica paralelos entre sí y, a su vez, paralelos al muro del puerto objeto del estudio. Los tres perfiles son iguales: 71 m de longitud, 72 electrodos con una separación de 1 m. La distancia entre perfiles y entre éstos y el muro del puerto era de, aproximadamente, 2,5 m.

El dispositivo de medida empleado ha sido uno mixto Schlumberger-Wenner.

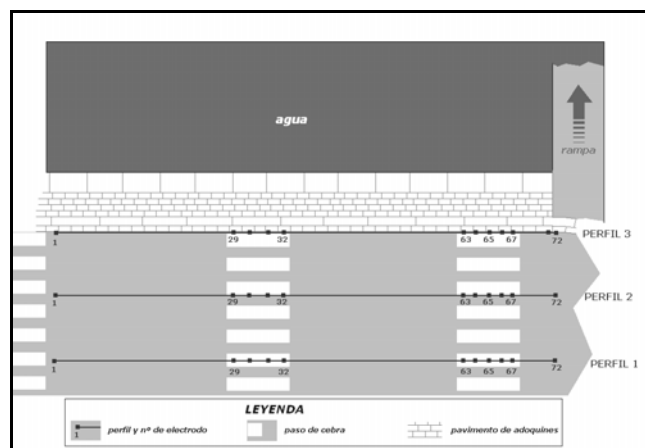


Figura 1: Esquema de distribución de los perfiles geofísicos.

Figure 1: Distribution of geophysical profiles.

4. RESULTADOS

Los dos principales aspectos que podrían haber condicionado negativamente los resultados eran, por un lado, la losa de hormigón que recubre la superficie de investigación y, por otro lado, el agua salada que rellena los poros de los materiales a investigar. Ninguno de los dos ha impedido la ejecución de los trabajos ni la obtención de perfiles perfectamente legibles y lógicos.

Como se puede ver en el perfil de la figura 2, considerado como el más representativo de los tres, se han identificado tres capas: La capa superior corresponde a la unidad de relleno más la losa de hormigón, muy resistiva y con la base irregular, como es habitual en este tipo de unidades antrópicas superficiales. La unidad inferior, también resistiva, corresponde al sustrato rocoso calcáreo que se encuentra fracturado y karstificado (como se aprecia en la irregularidades menos resistivas de la parte central del perfil). La unidad intermedia es una masa muy conductora cuyos bajos valores se deben al agua salada que rellena la importante porosidad de la formación arenosa que recubre las calizas.

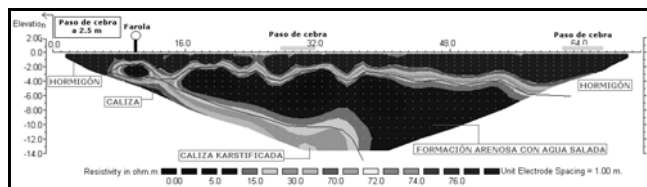


Figura 2: Perfil de tomografía eléctrica.

Figure 2: Electrical resistivity tomography profil.

La comparación entre los tres perfiles permitió identificar dónde se encontraba el problema causante de los hundimientos y que, a su vez, explicaba la “fuga” de la lechada de cemento y la consecuente falta de consolidación del terreno en el trasdós del muro actual del puerto estudiado.

Es la unidad permeable de arenas la que, por su reducida consistencia, por un lado permitía los hundimientos del pavimento (condicionado por la karstificación de la caliza situada justo debajo) y, por otro lado, favorecía la pérdida de la lechada hacia ese “sumidero” que formaban las calizas karstificadas.

5. CONCLUSIONES

La prospección geofísica mediante métodos geoelectrónicos y, concretamente, mediante perfiles de tomografía eléctrica, ha actuado como herramienta de gran ayuda (Aracil et al., 2002; Aracil et al., 2004). Esta herramienta ha permitido: en primer lugar, conocer con una cierta exactitud qué materiales y cómo se encuentran dispuestos en el sub en el trasdós del muro; en segundo lugar, identificar las causas del problema (calizas karstificadas, arenas permeables) y, en tercer lugar, poder recomendar dónde actuar en la remediación al poder controlar el subsuelo de la zona afectada.

6. REFERENCIAS

- Aracil, E.; Maruri, U.; Porres, J.A.; Espinosa, A.B. (2002): "La tomografía eléctrica: una herramienta al servicio de la obra pública". *Rock Máquina*, 76, 30-34.
- Aracil, E.; Maruri, U.; Vallés, J.; Martínez Pagán, P.; Porres, J.A. (2004): "Evaluación de problemas medioambientales mediante tomografía eléctrica". *Ingeopress*.