Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P. (en acrónimo, Tragsatec). C.I.F.: A-79-365821. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid en el tomo 8 del Libro de Sociedades, folio 130, hoja nº M-171, inscripción 1ª.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN E INTERPRETACIÓN GEOFÍSICA EN EL ENTORNO DE LA LAGUNA DEL SALOBREJO, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO SIMPLIFICADO.

REF: TEC0005836

1. Descripción de los trabajos

El presente Pliego tiene por objeto la contratación, por TECNOLOGIAS Y SERVICIOS AGRARIOS, S.A., S.M.E., M.P. (en lo sucesivo TRAGSATEC) de los trabajos del **SERVICIO DE CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN E INTERPRETACIÓN GEOFÍSICA EN EL ENTORNO DE LA LAGUNA DEL SALOBREJO (ALBACETE)**.

Estos trabajos se incluyen dentro del encargo del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), al Grupo TRAGSA dentro del PROYECTO "ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO EN EL ENTORNO DE LA LAGUNA DE SALOBREJO. ANÁLISIS, EVALUACIÓN DEL ASCENSO DE SU NIVEL Y PROPUESTA DE ACTUACIONES" Nº 3058270. El encargo contempla diversas actuaciones en las aguas subterráneas del entorno de la Laguna del Salobrejo orientadas a la mejora del conocimiento del modelo geológico e hidrogeológico que permitan determinar las causas del ascenso del nivel de la laguna.

Una de estas actuaciones consiste en trabajos de prospección geofísica del terreno correspondientes a la ejecución de 26 sondeos eléctricos verticales (SEVs), 14 sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo (SEDTs) y 2500 m de tomografías eléctricas con el fin de completar el conocimiento hidrogeológico de la zona de estudio (entorno de la laguna del Salobrejo).

2. Especificaciones técnicas

Los trabajos requeridos por TRAGSATEC consisten en la realización de

- **26 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con capacidad de profundidad de investigación de hasta 300 m., así como su interpretación.**
- **2400 m de tomografías eléctricas con capacidad de profundidad de investigación de hasta 100 m., así como su interpretación.**
- **14 Sondeos Electromagnéticos en el Dominio del Tiempo (SEDT) con capacidad de profundidad de investigación de hasta 700 m., así como su interpretación.**

La localización prevista de los SEVs, perfiles de tomografía y SEDTs será establecida por TRAGSATEC.

En relación a los perfiles de tomografía eléctrica, en principio, se prevé la ejecución de 8 perfiles de 300 m de longitud cada uno.

Tragsatec facilitará la ubicación de 5 emplazamientos con columna litológica conocida con el fin de facilitar la parametrización de los resultados de la prospección geofísica.

El trabajo también contempla la interpretación geológica semanal de los resultados obtenidos en las pruebas, de cara a que TRAGSATEC pueda ir tomando decisiones relativas a la continuidad de las investigaciones, y un informe final que contenga los trabajos realizados y su interpretación.

Así, las tareas concretas en las que se trabajará dentro del marco del Pliego son las siguientes:

- ✓ Ejecución de 26 Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs) con una profundidad de investigación de hasta 300 metros.
- ✓ Ejecución de 2400 m de tomografías eléctricas en perfiles de 300 m cada uno, con una profundidad de investigación de hasta 100 metros.
- ✓ Ejecución de 14 Sondeos Electromagnéticos en el Dominio de los Tiempos con una profundidad de investigación de hasta 700 m.
- ✓ Interpretación geológica semanal de los resultados obtenidos en las mencionadas pruebas de prospección geofísica a través de comunicación al personal de Tragsatec.
- ✓ Informe final de los trabajos realizados que incluya la descripción de los trabajos realizados, metodología y equipos empleados, las secciones de terreno con valores de resistividad y su interpretación (modelo geológico-hidrogeológico) y los datos brutos de la investigación.

3. Metodología a emplear y alcance de la investigación

3.1. Prospección mediante Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)

El método de investigación geofísica mediante sondeos eléctricos verticales (SEV) consiste en la

aplicación de un campo eléctrico artificial de Intensidad (I), por medio de unos electrodos de corriente llamados (AB) el cual nos permite medir una diferencia de potencial (ΔV) entre dos electrodos (MN).

Siguiendo la Ley de Ohms, se calcula ρ o resistividad aparente del terreno según la expresión:

$$\rho\ (Ohm \cdot m) = K\frac{\Delta V}{I}$$

Siendo K una constante geométrica que depende de la distancia que separa los distintos electrodos.

3.2. Prospección mediante Tomografía eléctrica

Los perfiles de tomografía eléctrica son secciones verticales de terreno que diferencia los materiales en función de sus valores de resistividad eléctrica, parámetro que depende, fundamentalmente, de los siguientes factores:

- De la porosidad. A mayor porosidad suele medirse una menor resistividad siempre que la porosidad tenga un relleno (agua, arcilla, etc.). Si no es así, como es el caso de las capas porosas, cuevas o galerías por encima del nivel freático, la resistividad suele ser muy alta debido al carácter dieléctrico del aire.
- De la proporción de poros saturados en agua frente a poros secos. A mayor proporción de poros saturados, la resistividad va a ser menor pues el agua permite una mayor circulación de la corriente eléctrica que el aire, que es dieléctrico.
- De la resistividad del agua de los poros. A mayor salinidad del agua, menor será la resistividad eléctrica de la formación geológica en la que está.
- De la geometría de los poros (factor de formación). Para un mismo porcentaje de porosidad, si es porosidad por fractura, la resistividad va a ser mayor.

Estos factores que afectan a la resistividad de las formaciones geológicas se relacionan, según Heiland, en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{F}{V} \times Rw \times \frac{1}{Fs}$$

donde R es la resistividad de la roca, Rw es la resistividad del agua contenida en los poros de la roca, V es la porosidad, F es el factor de formación (depende de la forma y distribución de los poros) y Fs

es el factor de saturación, que depende de la proporción de poros rellenos de agua. En la zona de saturación, por debajo del nivel freático, Fs vale 1 ya que todos los poros están rellenos de agua. Por encima de este nivel, el Fs va a depender de la capacidad de la roca de almacenar agua.

El resultado que se obtiene es un corte vertical del terreno que muestra los valores de resistividad con distintos colores para que se puedan apreciar mejor las variaciones de este parámetro.

Los perfiles se podrán medir con diferentes dispositivos y configuraciones con el fin de potenciar la identificación de los contactos, discontinuidades y efectos estructurales de las formaciones geológicas.

3.3. Prospección mediante Sondeos Electromagnéticos en el Dominio de los Tiempos (SEDT)

Las tecnologías de Sondeo Electro Magnético en el Dominio del Tiempo (SEDT) son efectivas en la determinación de la conductividad eléctrica en suelos desde pocos metros hasta 1000 o más de profundidad.

El método SEDT consiste en hacer circular cíclicamente, en cortos periodos de tiempo, un campo eléctrico alterno alrededor de una bobina transmisora o de un cable largo, puesto a tierra (LOTEM). Durante el periodo de conexión se origina un campo magnético primario estable en el subsuelo. Cuando se corta de forma instantánea la corriente que circula por la bobina transmisora (y por tanto cesa el campo magnético primario), el campo Electro Magnético (EM) inducido en el subsuelo causa corrientes parásitas (EMF), que se propagan tanto a través del terreno como en los conductores próximos. Como consecuencia de pérdidas de resistencia calórica estas corrientes disminuyen con el tiempo, provocando un campo magnético secundario decreciente en la superficie.

Como el campo magnético secundario se genera cuando el campo primario está desconectado, éste puede medirse con relativa facilidad. Cuando en el subsuelo hay cuerpos de conductividad eléctrica elevada, la atenuación de las corrientes parásitas es significativamente menor que en los malos conductores. Por tanto, la medida de la relación de decrecimiento del campo secundario proporciona una forma de detectar la presencia de cuerpos conductores en el subsuelo y estimar su conductividad.

La profundidad de investigación está en función del retardo (delay time) del campo decreciente y es

independiente de la separación entre las bobinas emisora y receptora. Al aumentar el tiempo, la intensidad de corriente se propaga a mayores profundidades. El método es rápido (pocos minutos de medida por cada sondeo) y permite alcanzar, en función de las dimensiones/geometría de las bobinas (bucles) usadas y de la potencia del transmisor, desde pocas decenas de metros (NanoTEM para estudios de alta resolución) a algunos km de profundidad (LoTEM donde se utiliza un gran dipolo transmisor y un generador de alta potencia).

El proceso de medición se repite varias veces, almacenando rápidamente las medidas con un proceso sumatorio (stacking), que destaca los voltajes creados y tiende a anular el ruido de fondo de la zona. Aumentando el período de la señal del emisor y/o el tiempo de medida, las corrientes inducidas alcanzan terrenos más profundos, y proporcionan así una información sobre mayores profundidades.

El método TDEM puede ser utilizado con diferentes configuraciones. Las configuraciones más comunes son con bucles del emisor y del receptor en modo central (bucles cuyo centro es el mismo), en modo coincidente (mismo bucle) y en modo "offset" (bucles cuyo centro no es el mismo), igualmente se puede utilizar como transmisor un cable largo puesto a tierra. Cuando la antena receptora se instala en el centro del bucle, en las cercanías de un sondeo mecánico o perforación, se denomina SEDT paramétrico.

Los valores de un sondeo TDEM se representan en forma de curvas de variación de la resistividad aparente en función del tiempo, y su interpretación se lleva a cabo mediante secciones de conductividad y secciones 2D de resistividad, que pueden ser compiladas para la caracterización y definición geométrica de la secuencia electro estratigráfica.

La profundidad de investigación es función de la dimensión/número de vueltas en la bobina o largo del dipolo de transmisión (y geometría del arreglo transmisor) y de la potencia del transmisor. Ésta puede llegar y superar los 500 - 1000m, con instrumentación diseñada para investigaciones superficiales e intermedias, y a algunos km con instrumentación tipo LOTEM (Long Offset Transient Domain). La penetración depende de la resistividad superficial y secuencia electro-estratigráfica investigada. Con el equipo de TRX se puede investigar hasta 300-400 m en función de la secuencia electroestratigráfica.

4. Resultados y soporte técnico

Los resultados de la campaña geofísica se presentarán en un informe final, del que se entregará una copia en formato digital, que incluirá al menos la descripción de los trabajos realizados, metodología y equipos empleados, las secciones de terreno con valores de resistividad y su interpretación (modelo geológico-hidrogeológico) y los datos brutos de la investigación.

Igualmente se establece que el contratista entregará a TRAGSATEC informes parciales semanales de cara a que TRAGSATEC pueda ir tomando decisiones relativas a la continuidad de las investigaciones.

Así mismo, el adjudicatario se comprometerá a prestar soporte técnico a TRAGSATEC para las actuaciones previas de definición de los perfiles, y para la aplicación de sus resultados para la mejora de la caracterización geológica-hidrogeológica del entorno de la Laguna del Salobrejo.

No se admite presentación de variantes