

GUIDELINEGEO | ABEM

ABEM Terrameter LS 2





ADVERTENCIA!

El ABEM Terrameter LS 2 suministra altos voltajes y corrientes. Tenga siempre en cuenta que todos los cables y electrodos conducen corriente, ya sea que estén conectados directa o indirectamente al Terrameter. Manténgase alejado de los cables y electrodos mientras el sistema esté en funcionamiento. Use botas y guantes aislantes durante el trabajo de campo. Desconecte los cables del selector de electrodos Terrameter I antes de conectar o desconectar los electrodos. Para evitar accidentes, el operador debe mantener bajo estricta supervisión todas las piezas del equipo, incluyendo los instrumentos, el selector de electrodos, los cables de los electrodos, etc., y estar atento a la proximidad de personas no autorizadas y animales callejeros mientras el sistema esté en funcionamiento.

Contenido

GRACIAS POR ELEGIR EL ABEM TERRAMETER LS 2	VI
ACERCA DE ESTE MANUAL	Vii
1 PREPÁRESE - DESEMBALANDO SU NUEVO INSTRUMENTO	1
1.1 Introducción	1
1.2 El instrumento entregado.....	2
1.3 Inspección.....	3
1.4 Reclamaciones por daños de envío	3
1.5 Instrucciones de envío/reembalaje	3
1.6 Registro	3
1.7 Conformidad.....	3
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INSTRUMENTO	4
2.1 El panel de conectores	4
2.2 El panel de energía.....	5
2.3 El receptor GNSS incorporado	6
2.4 El panel de la interfaz de usuario	6
2.5 La fuente de alimentación	7
2.6 Funcionamiento en situaciones de alta temperatura	9
2.7 Operar en una tormenta eléctrica.....	9
3 LA INTERFAZ DE USUARIO	10
3.1 La pantalla	10
3.2 El teclado	10
3.2.1 El teclado incorporado	11
3.2.2 El teclado externo	12
3.3 VNC Control	12
3.3.1 Visualización / control del Terrameter LS 2 a través de VNC	12
3.4 Navegación por páginas, pestañas y menús	13
3.4.1 La página de bienvenida	14

3.5	Los menús de opciones	16
3.6	Modificación de textos y valores	16
3.6.1	Conjunto fijo de valores	16
3.6.2	Los emuladores de teclado	17
3.7	Convenciones de gestión de datos	19
3.7.1	Proyecto	19
3.7.2	Tarea	21
3.7.3	Plantilla	24
4	EL INSTRUMENTO	27
4.1	Almacenamiento de datos	27
4.2	Conexiones de red	28
4.2.1	Cliente LAN	29
4.2.2	Servidor LAN	29
4.2.3	Punto de acceso Wi-Fi	29
4.3	Receptor GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite)	30
4.4	Idioma	31
4.5	Licencia	32
4.6	Calibración	33
4.7	El interruptor de relé	33
4.7.1	Los interruptores de relé externo	34
4.8	Fuente de alimentación	36
5	PREPARACIÓN DE LA MEDICIÓN	37
5.1	Ahorre tiempo de campo con una buena preparación	37
5.2	Preparación para la adquisición de datos	37
5.2.1	Crear proyectos y tareas	37
5.2.2	Configuración de adquisición de datos	37
5.2.3	Crear nueva estación	45
5.2.4	Exclusión de cables y electrodos	46
6	PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN	48
6.1	General	48
6.2	Equipo esencial	48
6.3	Equipo adicional recomendado	49
6.4	Configuración del hardware	49

6.5	Imágenes eléctricas 2D	50
6.5.1	Diseño general de cables	50
6.5.2	Empalmes de cables	50
6.5.3	Superposición de extracción en 21 juegos de cables de extracción	51
6.5.4	Conexión de electrodos, cables extendidos y el instrumento	52
6.5.5	Tipos / diseños de estaciones rodantes y especializadas	52
6.6	Imágenes 3D a través de varios diseños 2D (levantamiento 2.5D)	54
6.7	Imágenes 3D mediante diseños de cuadrícula de electrodos	55
6.8	Estudio de imágenes marinas	56
6.9	Tomografía de pozo cruzado	56
6.10	Realización de la adquisición de datos	57
6.10.1	Inicio de la medición	57
6.10.2	Prueba de contacto de electrodos	59
6.10.3	Información de progreso	60
6.10.4	Opciones de visualización de datos	61
6.10.5	Pausar y detener la adquisición de datos	63
6.10.6	Eliminación, recuperación y remediación de datos	64
6.11	Sondeo eléctrico vertical	66
6.11.1	Gestión de posiciones de electrodos	67
6.11.2	Realización de una medición VES	70
6.11.3	Curva de sondeo VES	71
6.11.4	Tabla VES	72
6.12	Registro de pozos con el Terrameter Log 300	73
6.12.1	El hardware	73
6.12.2	Vistazo rápido: una sesión normal de registro de pozos	76
6.12.3	Acerca de los modos de medición del registro de pozos	76
6.12.4	Acerca de los tipos de medición del registro de pozos	77
6.12.5	Operación del sistema de registro de pozos	79
6.12.6	Trabajar con datos de registro de pozos	85
6.13	Errores de medición	86
6.14	Datos completos de forma de onda	89
6.15	Modo IP de ciclo de trabajo 100%	90
7	ACTIVIDADES POSTERIORES A LA MEDICIÓN	91
7.1	Reempaquetado del sistema LS	91
7.2	Exportar datos de medición	91
7.2.1	Exportar una tarea como un archivo DAT	91
7.2.2	Exportar una tarea como un archivo TXT (texto)	92
7.2.3	Exportar una tarea como un archivo USF	93
7.2.4	Exportar una tarea como un archivo LAS	94
7.2.5	Exportar un proyecto	95

7.3	Eliminar un proyecto	96
8	PRUEBAS, DIAGNÓSTICO Y DETECCIÓN DE FALLOS	97
8.1	Autoprueba	97
8.2	Prueba de continuidad del cable	97
8.3	Prueba de aislamiento de cables	98
8.4	Pruebas de unión de cables	99
8.5	Diagnóstico remoto	101
8.6	En caso de mal funcionamiento	102
9	APÉNDICE A. MODOS DE MEDICIÓN	103
9.1	Autopotencial (SP)	103
9.2	Resistividad: Modo de medición "RES"	103
9.3	Polarización inducida (IP): Modo de medición "RES, IP"	104
9.4	Polarización inducida (IP): Modo de medición "RES, IP100"	105
9.4.1	Extracto: Mediciones de IP eficientes en el tiempo con un ciclo de trabajo del 100 %	105
9.4.2	Extracto: Mayor calidad de los datos mediante la superposición de la señal	105
9.4.3	Extracto: Eliminación exponencial de fondo SP para mayor precisión	106
9.4.4	Extracto: Filtros de canal de entrada optimizados para IP	107
9.4.5	Extracto: Parámetros IP adicionales y procesamiento disponibles en Aarhus	107
9.4.6	Extracto: Ventajas de la propiedad intelectual con un ciclo de trabajo del 100 %	107
9.4.7	Extracto: Referencias	108
10	APÉNDICE B. PROCEDIMIENTO DE LEVANTAMIENTO PARA JUEGOS DE CABLES COMUNES	109
10.1	Descripción general de los diseños de 2 cables y 41 electrodos (2x21)	109
10.1.1	Configuración para levantamientos de 2 cables y 41 electrodos	109
10.1.2	Crear proyecto y tarea para un levantamiento de 2 cables y 41 electrodos	109
10.1.3	Iniciar medición en un levantamiento de 2 cables y 41 electrodos	110
10.2	Descripción general de diseños de 4 cables y 81 electrodos (4x21)	111
10.2.1	Configuración para levantamientos de 4 cables y 81 electrodos	111
10.2.2	Crear proyecto y tarea para un levantamiento de 4 cables y 81 electrodos	111
10.2.3	Iniciar medición en un levantamiento de 4 cables y 81 electrodos	111
10.2.4	Medición con solo tres cables de extracción de 21	113
10.3	Descripción general de los diseños de electrodos de 2 cables, 48 y 64 (2x24, 2x32)	113
10.3.1	Configuración para levantamientos de 2 cables, 48 o 64 electrodos	113
10.3.2	Crear proyecto y tarea para levantamientos de 2 cables, 48 o 64 electrodos	114
10.3.3	Iniciar medición en levantamientos de 2 cables, 48 o 64 electrodos	114
10.4	Descripción general de los diseños de 4 cables, 48 y 64 electrodos (2x24, 2x32)	115

ABEM Terrameter LS 2

10.4.1	Configuración para levantamientos de 2 cables, 48 o 64 electrodos	115
10.4.2	Crear proyecto y tarea para levantamientos de 4 cables, 48 o 64 electrodos	115
10.4.3	Iniciar una medición en levantamientos de 4 cables, 48 o 64 electrodos	115
11	APÉNDICE C. ARCHIVOS DE SECUENCIA DE DISTRIBUCIÓN Y MEDICIÓN	117
11.1	General	117
11.1.1	Archivos de propagación típicos	117
11.1.2	Archivos de secuencia de medición típicos	118
11.1.3	Protocolos estándar de prueba y diagnóstico	119
11.2	Archivos de descripción de pliegos en formato XML	119
11.2.1	Archivos extendidos para Pole-dipole y Pole-Pole	120
11.3	Archivos de protocolo en formato XML	121
11.3.1	Archivos de protocolo para Pole-dipole	122
11.3.2	Archivos de protocolo para Pole-pole	122
11.3.3	Optimización del uso de canales para poste-poste	123
11.4	Archivos de protocolo en formato XML para VES	123
11.5	Formatos heredados	124
11.5.1	Archivos de descripción de cables en formato ADR	124
11.5.2	Archivos de protocolo en formato org	124
11.5.3	Archivos de geometría	126
12	APÉNDICE D. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CAJA DE HERRAMIENTAS TERRAMETER LS	127
12.1	General	127
12.2	Conexión al instrumento	127
12.3	Trabajar con un instrumento conectado	127
12.3.1	Desconectar	127
12.3.2	Gestionar proyectos	128
12.3.3	Establecer zona horaria y hora	128
12.3.4	Propagación y protocolo de importación/exportación	128
12.3.5	Actualizar	129
12.3.6	Habilitar la actualización de transmisión	129
12.4	Trabajar con datos	130
13	APÉNDICE E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	132
13.1	General	132
13.2	Receptor	133
13.3	Transmisor	133
13.4	Sistemas de levantamiento de electrodos múltiples para 2D y 3D	134
13.5	Software y comunicación	134



El ABEM Terrameter LS 2 es un innovador sistema de adquisición de datos para el autopotencial (SP), la resistividad y la polarización inducida en el dominio del tiempo (IP), que incorpora la primera implementación comercial del mundo de un modo de ciclo de trabajo del 100% para la medición de IP*. El instrumento ha sido cuidadosamente revisado en todas las etapas de producción y se prueba minuciosamente antes de salir de fábrica. Proporcionará muchos años de servicio satisfactorio si se maneja y mantiene de acuerdo con las instrucciones dadas en este manual.

Guideline Geo estará encantado de recibir informes ocasionales de usted sobre el uso y la experiencia del equipo. También agradecemos sus comentarios sobre el contenido y la utilidad de este manual. En todas las comunicaciones con ABEM, asegúrese de incluir los tipos de instrumentos y los números de serie. Datos de contacto:

Dirección: GuidelineGeo AB, Hemvärnsgatan 9, SE-171 54 Solna, Estocolmo, Suecia.
Sitio web: www.guidelinegeo.com
Número de teléfono: +46 8 557 613 00
Correo electrónico: sales@guidelinegeo.com
support@guidelinegeo.com

¡Nota! Es importante que la persona/organización responsable del instrumento notifique a Guideline Geo su nombre y dirección. Esto nos permite proporcionar actualizaciones con información importante, actualizaciones del software integrado y documentación. Envíe su nombre y dirección directamente a Guideline Geo, utilice la tarjeta de registro de garantía entregada junto con el instrumento.

Según las leyes de derechos de autor, este manual no se puede copiar, en su totalidad o en parte, sin el consentimiento por escrito de Guideline Geo.

El producto descrito en este documento está sujeto a continuos desarrollos y mejoras. Todos los detalles del producto y su uso contenidos en este documento son proporcionados por Guideline Geo de buena fe. Sin embargo, se excluyen todas las garantías implícitas o expresas, incluidas, entre otras, las garantías implícitas o la comerciabilidad, o la idoneidad para el propósito. Este documento está destinado únicamente a ayudar al lector en el uso del producto y se ha hecho todo lo posible para garantizar que la información de este manual sea precisa. Guideline Geo no será responsable de ninguna pérdida o daño que surja del uso de cualquier información en este documento, o cualquier error u omisión en dicha información, o cualquier uso incorrecto del producto.

Guideline Geo, el logotipo de ABEM, son marcas comerciales de Guideline Geo, registradas en Suecia y otros países. Otros nombres de empresas y productos mencionados en este documento son marcas comerciales de sus respectivas empresas. La mención de productos de terceros es solo para fines informativos y no constituye un respaldo ni una recomendación. Guideline Geo no asume ninguna responsabilidad con respecto al rendimiento o uso de estos productos de terceros.

ACERCA DE ESTE MANUAL

Este manual está escrito para el usuario final del producto y explica cómo instalar y configurar el producto, además de proporcionar instrucciones detalladas sobre su uso. A continuación, se describen las convenciones y formatos de este manual:

- Convenciones tipográficas utilizadas en este manual:

<i>Itálico</i>	Nombres de objetos, por ejemplo, características de pantalla / menú, leyendas de figuras, etc.
Audaz	Encabezados menores en línea, énfasis, etc.
<i>Naranja cursiva</i>	Enlaces URL

- Formatos utilizados en este manual para resaltar mensajes especiales:

- El uso del teclado interno se da en este formato
- Una secuencia de pasos tendrá dos o más de estas partes Más información sobre una operación en particular se proporciona de esta manera

¡Nota! Este formato se utiliza para resaltar información de importancia o interés especial

1 PREPARESE - DESEMPAQUE SU NUEVO INSTRUMENTO

1.1 Introducción

El ABEM Terrameter LS 2 es un innovador sistema de adquisición de datos para el autopotencial (SP), la resistividad (RES) y la polarización inducida por el dominio del tiempo (IP), que incorpora la primera implementación comercial del mundo de un modo de ciclo de trabajo del 100% para la medición de IP*. El instrumento se entrega con todo lo necesario para la obtención de imágenes geoelectricas de múltiples electrodos junto con su elección de cables y electrodos de imagen.

El Terrameter LS 2 es totalmente compatible con los componentes de imágenes eléctricas ABEM existentes, como cables de electrodos, uniones de cables, puentes de cables, electrodos y selectores de electrodos (ES10-64C) para expansión. El GPS incorporado registra automáticamente la posición del instrumento durante la adquisición de datos, y ABEM Active Guidance brinda asistencia en todos los aspectos de la operación y el levantamiento del instrumento.

La Figura 1 muestra un sistema completo (excepto el número completo de electrodos y puentes de cable) más la caja de interruptores externa ES10-64C opcional para aumentar el número de electrodos.



Figura 1 Sistema de tomografías geoelectricas ABEM Terrameter LS 2 y accesorios

1.2 El instrumento enviado

Tenga mucho cuidado al desembalar el instrumento. Verifique el contenido de la caja o cajón con la lista de empaque. La Figura 2 muestra las piezas que se envían con un Terrameter LS 2 para imágenes básicas.



Figura 2 El paquete de instrumentos Terrameter LS 2

1.3 Inspección

Inspeccione el instrumento y los accesorios en busca de conexiones sueltas e inspeccione la caja del instrumento en busca de daños que puedan haber ocurrido debido a un manejo brusco durante el envío.

El instrumento se entrega en un estuche de plástico resistente. La caja está diseñada para ofrecer una opción de transporte conveniente y segura. Todos los materiales de embalaje deben conservarse cuidadosamente para su posterior reenvío, en caso de que sea necesario. Asegúrese siempre de utilizar la caja de transporte provista, o una alternativa de protección mecánica y absorción de impactos al menos equivalentes cada vez que se envíe el instrumento.

1.4 Reclamos por daños de envío

Presente cualquier reclamo por daños de envío con el transportista inmediatamente después de descubrir el daño y antes de que el equipo se ponga en uso. Envíe un informe completo a ABEM, asegurándose de incluir el número de entrega de ABEM, el tipo (s) de instrumento (s) y el (los) número (s) de serie.

1.5 Instrucciones de reempaque y envío

El kit de embalaje ABEM está especialmente diseñado para el Terrameter LS 2. El kit de embalaje debe usarse siempre que sea necesario el envío. Si no se dispone de materiales de embalaje originales, empaque el instrumento en una caja de madera o plástico irrompible que sea lo suficientemente grande como para permitir colocar unos 80 mm de material amortiguador alrededor del instrumento. Esto incluye la parte superior, inferior y todos los lados. Nunca use fibras trituradas, papel o lana de madera, ya que estos materiales tienden a compactarse y permiten que el instrumento se mueva dentro de su caja de embalaje. **Para devolver instrumentos a ABEM, consulte nuestras instrucciones de envío en nuestro sitio web.** Para obtener más ayuda, póngase en contacto con ABEM o su distribuidor autorizado. La información de contacto se puede encontrar al comienzo de este documento.

1.6 Registro

Cuando haya comprobado la lista de equipaje, lo siguiente importante que debe hacer es registrar su Terrameter LS 2. Para registrarse, envíe un correo electrónico con su información de contacto a support@guidelinegeo.com. Una vez registrado, podrá recibir notificaciones de actualizaciones de software e información del producto.

1.7 Cumplimiento

El Terrameter LS 2 y los accesorios cumplen con los requisitos esenciales de la Directiva de Baja Tensión 73/23/EEG, 93/68/EEG y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/EEG con las enmiendas 92/31/EEG y 93/68/EEG de la CE.

2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

2.1 El panel de conexiones

Todos los conectores, excepto la alimentación externa, están situados en el panel lateral derecho del Terrameter LS 2 (Figura 3).



Figura 3 El panel de conectores del Terrameter LS 2

ETIQUETA	FUNCIÓN
Ethernet	Conexión para cable Ethernet RJ45 para comunicación de red
USB	Conexión para memorias USB, teclado, ratón, etc.
SD/SIM	Conexión para tarjeta de memoria microSD y tarjeta micro-SIM
Conector 1	Conector de 32 polos para cables de electrodos (1/2)
Conector 2	Conector de 32 polos para cables de electrodos (2/2) (no en la edición VES)
C1, C2	Conexión de enchufe tipo banana para electrodos de corriente (para VES, conexión de electrodos remotos o pruebas)
P1, P2	Conexión de enchufe tipo banana para electrodos de potencial del canal 1 (para VES, conexión de electrodos remotos o pruebas)
AUX	Conexión de dispositivos externos, como el Terrameter SAS LOG 300 o ESIO-64C
Tierra	Para conectar a tierra la unidad a una punta de tierra / electrodo de repuesto

2.2 El panel de poder

El panel de potencia del Terrameter LS 2 se muestra en la Figura 4.



Figura 4 El panel de alimentación de Terrameter LS 2

El botón del interruptor de seguridad tiene dos posiciones posibles. La posición interior corresponde a la condición del interruptor de seguridad, mientras que la posición exterior corresponde a la condición de funcionamiento.

La corriente solo se puede transmitir si el botón del interruptor de seguridad está en la posición exterior. Si se presiona el botón del interruptor de seguridad durante la medición, la transmisión de corriente se detendrá inmediatamente sin cerrar la sesión de medición. La medición se puede reanudar nuevamente tan pronto como se suelte el botón. El botón del interruptor de seguridad se libera a la posición exterior girándolo en el sentido de las agujas del reloj.



Antes de liberar el botón de emergencia, el operador debe tener control del instrumento y del total de los electrodos y cables, asegurarse que las personas y animales no estén en contacto con los electrodos y puntos de conexión

Nota! El panel de alimentación puede calentarse cuando está en funcionamiento, especialmente cuando se transmite con alta potencia. Tenga cuidado al manipular un Terrameter para evitar quemar nada. Véase también el Capítulo 2.5 *La fuente de alimentación*

2.3 El receptor de GPR interno

El Terrameter LS 2 tiene un receptor GPS y GLONASS incorporado que guarda automáticamente los datos de posicionamiento junto con todas las mediciones. Para funcionar bien, la antena incorporada (en el mango del instrumento, Figura 5) debe poder recibir señales de un número suficiente de satélites. Normalmente, esto no será posible en interiores y estará muy limitado en áreas al aire libre con una vista limitada del cielo, por ejemplo, en un bosque. Colocar el instrumento boca arriba durante la recopilación de datos también limita la efectividad de la antena. Se puede utilizar un GNSS externo para proporcionar posicionamiento a través del puerto USB en el panel final del instrumento (consulte el Capítulo 4.3 Receptor GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite))



Figura 5 La antena GNSS (GPS) está integrada en el lado izquierdo del mango

2.4 El panel de interfaz de usuario

Toda la interacción con el Terrameter LS 2 se realiza a través del panel de interfaz de usuario (Figura 6). Esto incluye el teclado incorporado, la pantalla a todo color y la ventana LED.

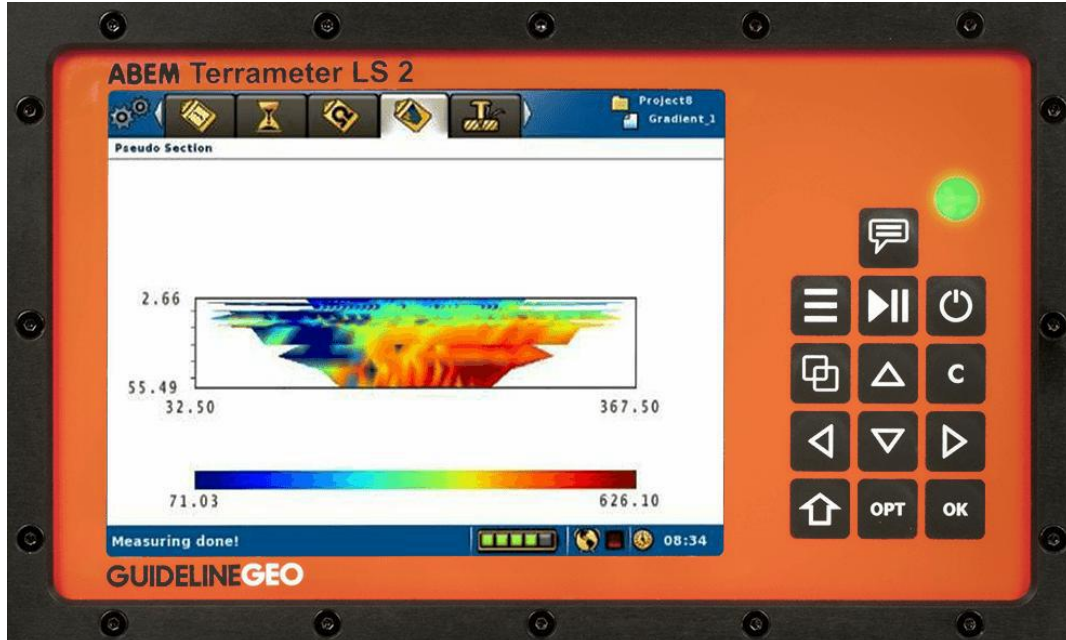


Figura 6 El panel de la interfaz de usuario

Hay dos LED que se muestran a través de la *ventana LED*:

- El LED verde es un indicador de latidos del corazón, lo que significa que el software está vivo.
- El LED rojo indica actividad de lectura/escritura.
- El LED naranja está relacionado con varios estados de energía durante el funcionamiento normal.

2.5 La fuente de poder

Durante el modo de espera, el Terrameter consume muy poca corriente; sin embargo, dependiendo de las circunstancias, puede consumir grandes corrientes durante la transmisión, a veces hasta 30 A. La batería externa y su cable deben diseñarse en consecuencia. Para el trabajo de campo, utilice una batería buena y adecuada de capacidad recién cargada y el juego de cables suministrado, si es posible.

La batería interna está diseñada principalmente como una fuente de energía de respaldo para operar el instrumento durante la configuración, el movimiento entre estaciones, la transferencia de datos, etc., pero también se puede usar para estudios limitados de baja potencia, por ejemplo, mediciones VES con potencia reducida. La batería interna se carga conectando la fuente de alimentación de Office al conector de la *fuentes de alimentación externa*. El cargador dejará de cargarse automáticamente cuando la batería esté llena. Es posible quitar la batería interna y, a veces, puede ser necesaria para el transporte en avión. Si el revestimiento protector que mantiene unidas las celdas se encuentra defectuoso durante la inspección, comuníquese con el soporte de ABEM para obtener más información. Es posible ejecutar completamente el Terrameter LS 2 sin la batería interna, pero para su comodidad, siempre debe cargar la batería antes de comenzar las actividades de medición.

¡Nota! Todas las baterías se autodescargarán con el tiempo. Si se descarga demasiado, disminuirá la capacidad de la batería. Se recomienda cargar las baterías internas y externas inmediatamente después de la inspección y al menos una vez cada tres meses, si no están en uso.

Una vez que se ha encendido el instrumento, si la batería externa se desconecta por cualquier motivo, cambiará automáticamente a la batería interna. Esta función funciona incluso durante el proceso inicial de puesta en marcha. Esta útil función permite desconectar temporalmente la batería externa sin apagar el instrumento al moverse, por ejemplo, de una estación de medición a otra.














El dispositivo de conmutación de baterías, en cualquier situación, dará prioridad a la batería externa si está conectada y el voltaje es superior a 9 V. Puede encontrar más información sobre los niveles de voltaje interno y externo en el Capítulo 4.8 *Fuente de alimentación*.

La tabla al dorso proporciona una guía para el indicador de batería. Los valores no son exactos, pero dan una indicación de los niveles de voltaje de las fuentes de la batería en ese momento. Los indicadores de batería son los más a la izquierda de los iconos de *notificación* en la *barra de estado* (Figura 7).

La fuente de alimentación de oficina ABEM (21-33310032) no es adecuada para mediciones, está diseñada exclusivamente para trabajar en el instrumento mientras está en interiores. No es resistente a la intemperie ni tiene clasificación de potencia para condiciones topográficas. El adaptador de corriente ABEM (10-006021) es un accesorio opcional que permite que el Terrameter funcione desde un pequeño generador móvil. Este robusto convertidor CA-CC es capaz de hacer frente a las demandas cambiantes y, a menudo, de alta corriente del Terrameter durante la medición, al tiempo que proporciona un suministro estable de 12 V.



La fuente de alimentación de la oficina nunca debe utilizarse para realizar mediciones de campo.

Indicación de batería externa	Voltaje o estado aproximado de la batería	Indicación de batería interna	Aprox. porcentaje de carga completa o estado
	Más de 12,2 V		81 - 100 %
	11,6 – 12,2 V		61 - 80 %
	11,4 – 11,6 V		41 - 60 %
	10,9 – 11,4 V		21 - 40 %
	Menos de 10.9		Menos del 20 %
	Batería externa no conectada		Batería interna no conectada
	Fuente de alimentación de oficina conectada		Carga interna de la batería

Si no se detecta una fuente de alimentación externa, el Terrameter cambia a la batería interna. Sin embargo, se debe tener en cuenta el siguiente escenario de puesta en marcha como una indicación de que todas las fuentes de energía disponibles están agotadas:

1. Si la batería externa tiene un voltaje que está *justo* por encima del límite 'OK', el instrumento continuara hasta el escenario donde se ilumina la pantalla que consume más energía.
2. El voltaje de la batería ya débil ahora caerá por debajo de un nivel aceptable.
3. Luego, el instrumento entra en un estado de reposo (en espera).
4. La batería externa ahora se recuperará a un nivel de voltaje más alto.
5. El instrumento registra suficiente voltaje para volver a intentar la secuencia de arranque.
6. La pantalla se ilumina, con una caída de voltaje posterior y un estado de reposo forzado.

Esta secuencia puede continuar repetidamente durante mucho tiempo. En caso de que esto suceda, la acción inmediata es desconectar la batería y reemplazarla o cargarla. Utilice siempre una batería de buena calidad, recién cargada, para su encuesta.

Después de iniciar una medición, se permite que el voltaje de la fuente de alimentación caiga temporalmente a 9 V cuando el transmisor está activo. Por lo tanto, el instrumento puede indicar temporalmente un voltaje bajo de la batería mientras transmite alta corriente al suelo.

2.6 Operando de condiciones de alta temperatura

Cada Terrameter LS 2 individual se opera durante al menos una hora en una cámara de calor durante la prueba de administración. Durante condiciones normales de funcionamiento, un fusible térmico apagará el instrumento si se produce un sobrecalentamiento. Esto es para evitar daños y, por supuesto, detendrá el proceso de medición.

Algunas precauciones para evitar el sobrecalentamiento:

- Proteja el instrumento de la luz solar directa. Manténgalo a la sombra, considere el uso de un sombrilla o similar si es necesario.
- No utilice el instrumento en espacios pequeños y cerrados, por ejemplo, dentro del transporte cajas, donde el aire no puede circular libremente. El panel de alimentación (lado izquierdo del instrumento) debe tener una buena ventilación a su alrededor.

2.7 Operando en tormentas

Si surge una tormenta eléctrica mientras está en el campo con el instrumento, recuerde detener primero cualquier proceso de medición en curso y luego desconectar los cables de los terminales sin tocar ningún conductor desnudo. Nunca deje los cables conectados al Terrameter LS 2 durante la noche a menos que estén equipados con una protección adecuada contra rayos, ya que puede ocurrir una tormenta eléctrica.



Nunca tome mediciones durante una tormenta!

3 LA INTERFAZ DE USUARIO

El usuario interactúa con el instrumento a través del panel de interfaz de usuario. Este capítulo explica los conceptos básicos de esta interacción.

3.1 La pantalla

Toda la información que se muestra en la pantalla se denomina *pantalla*. La Figura 7 muestra el diseño de la *pantalla*.



Figura 7 Diseño de la pantalla

Los componentes de *diseño de pantalla*:














- El elemento del menú de navegación y las pestañas se describen en el Capítulo 3.4 *Navegación por páginas, pestañas y menús*.
- La página muestra información diferente según el lugar por el que haya navegado el usuario.
- Proyecto y tarea activos muestran el proyecto y la tarea abiertos actualmente.
- La barra de estado muestra mensajes interactivos en la parte izquierda y notificaciones en la parte derecha (ver más abajo).
- Los *iconos* de notificación muestran el estado de la batería, el estado del GPS y la hora del día.

3.2 El teclado

Los comandos del usuario se ingresan a través de un teclado. Hay un teclado incorporado en el panel frontal, pero también se puede usar un teclado externo a través del puerto USB en el panel final.

3.2.1 El teclado incorporado

En la tabla se enumeran los nombres de los botones a los que se hace referencia en este documento.














	<Orientación activa de ABEM>		
	<Menú>		<Izquierda>
	<Reproducir-Pausa>		<Correcto>
	<Poder>		<Abajo>
	<Navegar>		<Shift>
	<Arriba>		<Opciones>
	<Claro>		<De acuerdo>

La función correspondiente de los botones se resume a continuación:

<Orientación activa de ABEM>	Detecta el comando, la pantalla o el elemento de menú actualmente activos y proporciona instrucciones relevantes sobre él.
<Menú>	Mostrar el menú de navegación
<Reproducir-Pausa>	Ir a la página " <i>Medir/Progreso</i> " / Iniciar o pausar la medición
<Poder>	Encender o apagar el instrumento
<Navegar>	Saltar entre las <i>pestañas</i> de un elemento de menú de navegación
<Arriba>	Mover el cursor / Resaltar hacia arriba
<Claro>	Cerrar cuadro de diálogo
<Izquierda>	Mover el cursor / resaltar a la izquierda
<Abajo>	Mover el cursor / resaltar hacia abajo
<Correcto>	Mover el cursor / Resaltar a la derecha
<Shift>	Cambiar la función de otros botones
<Opciones>	Mostrar el menú de opciones para el objeto resaltado
<De acuerdo>	Seleccionar / Mostrar el emulador de teclado

3.2.2 El teclado externo

Se puede conectar un teclado de computadora USB estándar al Terrameter LS 2 y usarlo en lugar del teclado incorporado. La asignación entre los botones integrados y el teclado del equipo se muestra en esta tabla:

	<F9>		<Flecha a la izquierda>
	<Alt>		<Flecha hacia abajo>
	<F10>		<Flecha derecha>
	<F12>		<Shift>
	<Pestaña>		<F11>
	<Flecha arriba>		<Entrar>
	<Esc>		

3.3 Control mediante VNC

Un servidor VNC estándar está instalado en el Terrameter LS 2, lo que significa que la duplicación de pantalla y el control remoto del instrumento son muy simples. Los dispositivos en cualquier plataforma (PC, Apple, iOS, Android, Linux, etc., ya que los protocolos VNC son universales) se pueden iniciar sesión en el instrumento, lo que permite la duplicación de pantalla y el control remoto. Un software multiplataforma ampliamente utilizado es VNC Viewer que, en el momento de escribir este artículo, se puede descargar desde el sitio web de RealVNC (<https://www.realvnc.com/en/connect/download/viewer>). Los usuarios/observadores pueden ser locales en el Terrameter o completamente remotos y seguir observando u operando el sistema.

3.3.1 Viendo / Controlando el Terrameter LS 2 a través de VNC

Instale un visor VNC en el dispositivo de visualización / control elegido y conecte el dispositivo al LS directamente a través de un cable Wi-Fi o Ethernet (para acceder a un instrumento remoto a través de Internet, comuníquese con support@guidelinegeo.com). Inicie el software VNC elegido, habrá alguna opción para crear una nueva conexión; ingrese la dirección IP que se muestra en la pestaña "Bienvenida" o "Red" de Terrameter (dependiendo del software utilizado, puede ser necesario agregar el valor "::5900" directamente después de la dirección IP).

El servidor VNC del instrumento está protegido con contraseña. Ingrese "Directriz" (distingue entre mayúsculas y minúsculas) cuando se le solicite; Puede ser útil guardar la contraseña, si se da esa opción. Es probable que el software dé un mensaje de advertencia debido a que la conexión no está encriptada, acéptelo y el escritorio LS 2 debería aparecer en su dispositivo. Utilice los controles externos del teclado que se muestran en la sección anterior de este manual para controlar el instrumento.

3.4 Pagina, pestaña y menú de navegación

La vista activa del instrumento (llamada *página*, consulte el Capítulo 3.1 *La pantalla*) será una de varias páginas, agrupadas por función, que se muestran como *pestañas* en la parte superior de la *pantalla*. Estas páginas están organizadas en un árbol de menú de dos niveles (Figura 8), al que se accede a través del botón <Menú> (consulte el Capítulo 3.2 *El teclado*). El nivel superior tiene cuatro *elementos de menú*, cada uno con varios *subelementos*.

Cuando se hace referencia a una página específica, se utilizará el formato "*Elemento de menú / Subelemento*", por ejemplo, "*Instrumento / Red*" para describir la página de información de la red.

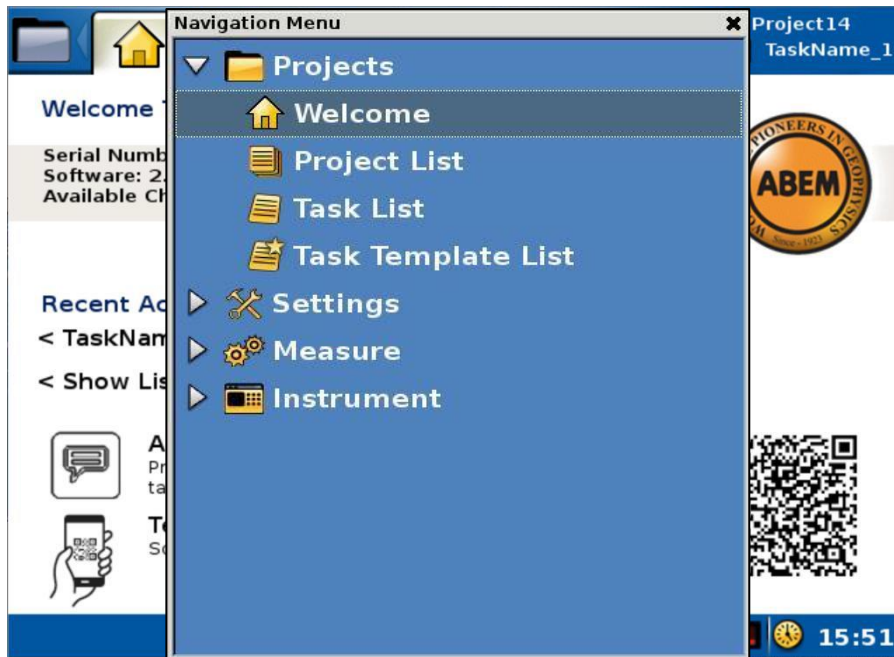


Figura 8 El menú de navegación sobre la página "Proyectos/Bienvenida"

Los detalles del *menú de navegación* están marcados en la Figura 9

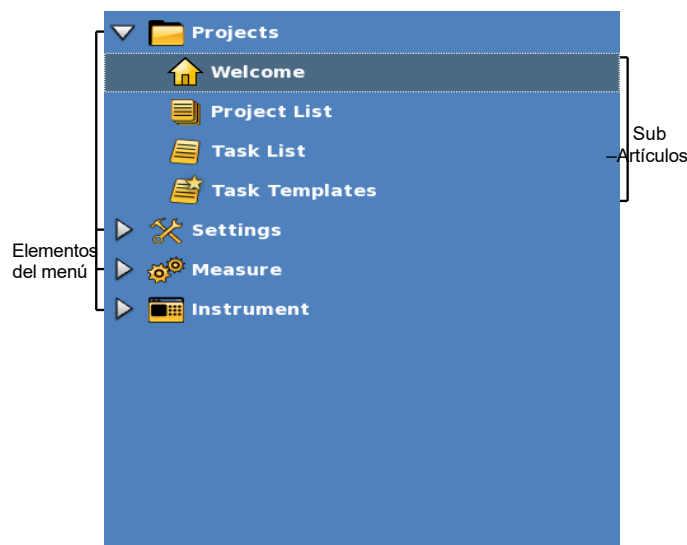


Figura 9 Menú de navegación: Subelemento "Bienvenido" seleccionado en el elemento de menú "Proyectos"

Los cuatro *elementos del menú* son:

Proyectos	3.7 Convenciones de gestión de datos
Configuración	5.2.2 Configuración de adquisición de datos
Medir	6.10 Realización de la adquisición de datos
Instrumento	4 El instrumento

Cada *subelemento* corresponde a una *pestaña* específica en la *pantalla* (nuevamente, el Capítulo 3.1 *La pantalla* explica estos conceptos). Cada *pestaña* representa una *página específica* de información. Es una coincidencia uno a uno entre los tres conceptos.

- **Subelemento:** parte del *menú de navegación*, coincide con una *pestaña / página* específica en la *pantalla*.
- **Pestaña:** parte del diseño de la *pantalla*, actúa como una ayuda de navegación para el usuario.
- **Página:** parte del diseño de *pantalla*, que muestra la información solicitada.

Hay tres formas diferentes de cambiar la *página* actual:

- Pasar de una *página* a otra en la *pantalla*

- Presione <Examinar> para avanzar (es decir, mover una *pestaña* hacia la derecha)
- Presione <Shift> + <Examinar> para retroceder (es decir, mover una *pestaña* hacia la izquierda)

- Vaya directamente a la *página* "Medida / Progreso"

- Presione <Reproducir-Pausa>

- Uso del *menú de navegación*

- Presione <Menú> para abrir el *menú de navegación*
- Presione <Arriba> y/o <Abajo> para subir y bajar en el *menú de navegación*
- Presione <Derecha> para abrir un *elemento de menú* cerrado y mostrar sus *subelementos*
- Presione <OK> para mostrar la *página* asociada con la seleccionada actualmente *Subelemento*

Si se *resalta un elemento* de *menú* en lugar de un *subelemento* cuando se presiona <OK>, se *abrirá* la última *página* utilizada de *ese elemento de menú*

¡Nota!

La única forma de cambiar la *Páginas* de uno *Elemento de menú* a cualquiera de los otros *Elementos del menú* es a través de la *Menú de navegación*

3.4.1 La página de bienvenida

Al iniciar el Terrameter LS 2, aparecerá la *página* "Proyectos/Bienvenida" (Figura 10). Aquí se muestra el número de serie del instrumento, la versión del software de la aplicación, el número de canales de medición, la versión del firmware del transmisor, la dirección IP de la red y la dirección del túnel VPN (si corresponde). Además, el nombre del más reciente

ABEM Terrameter LS 2

de medición se muestra en la parte superior derecha de la *pantalla*, y un código QR que enlaza directamente con los recursos asociados con el Terrameter se muestra en la parte inferior derecha de la *página*.



Figura 10 La página de bienvenida

En el centro de la página hay dos filas con accesos directos a otras *páginas*.

□ Uso de los atajos

- Presione <Arriba> o <Abajo> para resaltar una de las dos filas
- Presione <OK> para cambiar a la *página*

Para la primera de estas filas hay dos situaciones posibles:

- Si el *proyecto* activo no tiene ninguna *tarea*:
Falta el texto "< tarea. Por favor, cree >".
Al presionar <OK> en este caso, se cambiará *la página* a la *página* "Lista de *proyectos/tareas*" para el Proyecto actualmente activo. Esta *página* se explica en el Capítulo 3.7.2 *Tarea*.
- De lo contrario, si el *proyecto* activo tiene una *tarea*:
Se mostrará el nombre de la *tarea* activa. Consulte la Figura 10 para ver un ejemplo.
Apremiante <Aceptar> cambiará, en este caso, a la *página* "Medir/Progreso" de esta *tarea*. Esta *página* se explica en el Capítulo 6.10.1 *Inicio de la medición*.

Pulsando <OK> en la segunda fila, se tendrá el mismo resultado que una sola pulsación en el botón <Examinar> *la página* cambiará a la *página* "Proyecto/Lista de *proyectos*". El Capítulo 3.7.1 *Proyecto* tiene una explicación de esta *página*.

¡Nota! Se proporciona un resumen paso a paso de cómo realizar mediciones de ERT y VES en la pantalla de orientación activa asociada con la página de bienvenida. Esto proporciona una guía / recordatorio útil de los pasos clave a seguir.

3.5 El menú de opciones

Figura 11 muestra un ejemplo de un *Menú de opciones*; Estos se pueden encontrar en cinco *Páginas*:

- "Proyectos/Lista de proyectos"
- "Proyectos/Lista de tareas"
- "Plantillas de proyectos/tareas"
- "Medir / Progreso"
- "Medida/Electrodos"
- "Posiciones de medición/electrodos"

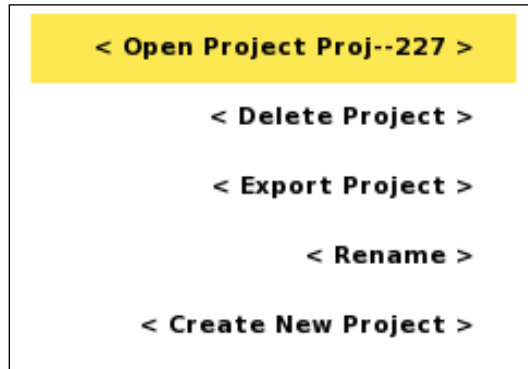


Figura 11 Ejemplo de menú de opciones

□ Abrir y usar un *menú de opciones*

- Al presionar <Opciones> generalmente se mostrará un menú de *opciones emergente*
- Presione <Arriba> o <Abajo> para resaltar uno de los elementos del menú
- Tenga en cuenta que algunos elementos del menú pueden estar deshabilitados y no se pueden resaltar
- Presione <OK> para realizar la acción resaltada en el *menú de opciones*

El contenido del menú de *opciones* diferirá en función de lo que se resalte cuando aparezca el icono

Se presiona el botón <Opciones>. Funciona de manera similar al menú contextual del botón derecho en una PC de escritorio.

3.6 Cambiando texto y valores

Hay tres formas principales de cambiar los valores:

- Elija entre un conjunto fijo de valores (consulte 3.6.1 *Conjunto fijo de valores*)
- Editar texto (para nombres de instancia) usando un emulador de teclado (ver 3.6.2 *El teclado emuladores*)
- Editar valores numéricos usando un emulador de teclado (ver 3.6.2 *Los emuladores de teclado*)

3.6.1 Conjunto de valores fijos

Una punta de flecha puntiaguda hacia la izquierda y hacia la derecha rodeará el valor cuando haya un conjunto fijo de valores para elegir (Figura 12).

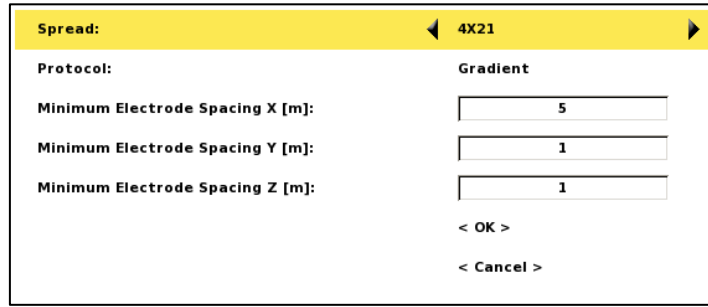


Figura 12 Ejemplo de un valor de elección fija

- Cambiar un valor de opción fija

– Presione <Izquierda> y/o <Derecha>

3.6.2 El emulador de teclado

Hay dos emuladores de teclado diferentes disponibles cuando se usa el teclado integrado para ingresar valores de texto y datos. Un emulador es alfanumérico y el otro es numérico. Alternativamente, se puede utilizar un teclado USB externo.



Figura 13 Emulador de teclado alfanumérico

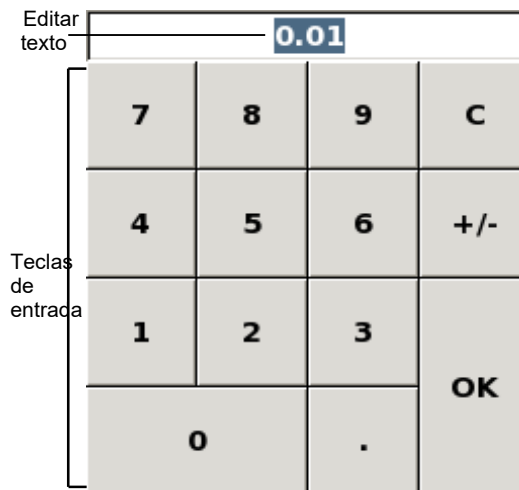


Figura 14 Emulador de teclado numérico con componentes etiquetados

El texto editable se resaltará cuando se abra un emulador de teclado.

□ Abrir un emulador de teclado

- Asegúrese de que el texto que se va a editar esté resaltado o tenga el cursor parpadeante dentro
- Presione <OK>

Si el texto editable es numérico, se muestra un emulador de teclado numérico (Figura 14), de lo contrario aparece un emulador de teclado alfanumérico (Figura 13)

□ Navegando por los emuladores

- Presione los botones de flecha (<Izquierda> <Derecha> <Arriba> <Abajo>) para mover el cursor dentro del texto editable o para seleccionar una tecla de entrada

□ Eliminación del texto editable en el emulador de teclado alfanumérico

- Presione <Izquierda> o <Derecha> para mover el cursor a la derecha del texto que se va a eliminar
- Presione <Abajo> para mover el cursor del texto editable a las teclas de entrada
- Pulse <Derecha> hasta que se seleccione la tecla de entrada "<-"; esta tecla de entrada funciona como un botón de retroceso en un teclado de PC tradicional
- Presione <OK> una vez para eliminar cada carácter

□ Restablecer el texto de edición a "0" en el emulador de teclado numérico

- Presione <Abajo> para mover el cursor del texto de edición a las teclas de entrada
- Presione <Derecha> hasta que se seleccione la tecla de entrada "C"
- Presione <OK> y el número se reemplaza por un "0"

□ Cambiar el texto editable

- Presione <Izquierda> y/o <Derecha> para mover el cursor al lugar correcto dentro del texto editable
- Presione <Abajo> para mover el cursor del texto editable a las teclas de entrada
- Vaya a la clave de entrada deseada
- Presione <OK>

□ Sustitución del texto editable cuando ese texto está resaltado

- Presione <Abajo> para mover el cursor del texto editable a las teclas de entrada
- Vaya a la clave de entrada deseada
- Presione <OK> y el número o carácter reemplazará el texto resaltado

□ Guardar el texto

- Navegue hasta la tecla de entrada en la parte inferior derecha ("¡Listo!" o "Aceptar")
- Presione <OK>

- Cancelar sin guardar

¡Nota! Esto solo es posible cuando el emulador de teclado se ha abierto desde un cuadro de diálogo donde hay un botón Cancelar. Un ejemplo de esto es el *cuadro de diálogo* Nombre del proyecto (Figura 19)

- Navegue hasta la tecla de entrada en la parte inferior derecha ("¡Listo!" o "Aceptar")
- Presione <OK>
- Resalte el botón "Cancelar" y presione <OK>

3.7 Convenciones de gestión de datos

Es útil definir un conjunto de convenciones que se pueden utilizar para clasificar, almacenar y administrar los datos de medición de una manera comprensible. El Terrameter LS 2 utiliza las siguientes categorías en el software de usuario: *Proyecto*, *Tarea* y *Plantilla*. Este capítulo explicará estas convenciones de nomenclatura y explicará cómo usarlas en el instrumento real.

3.7.1 Proyecto

Un *proyecto* es un contenedor para tareas de medición. Un conjunto de *tareas* en un solo *proyecto* podría agrupar mediciones del mismo sitio, el mismo día o el mismo contrato.

Los *proyectos* se administran en la *página "Proyectos/Lista de proyectos"* (Figura 15 Página de lista de proyectos). Aquí los proyectos se pueden crear, renombrar o exportar

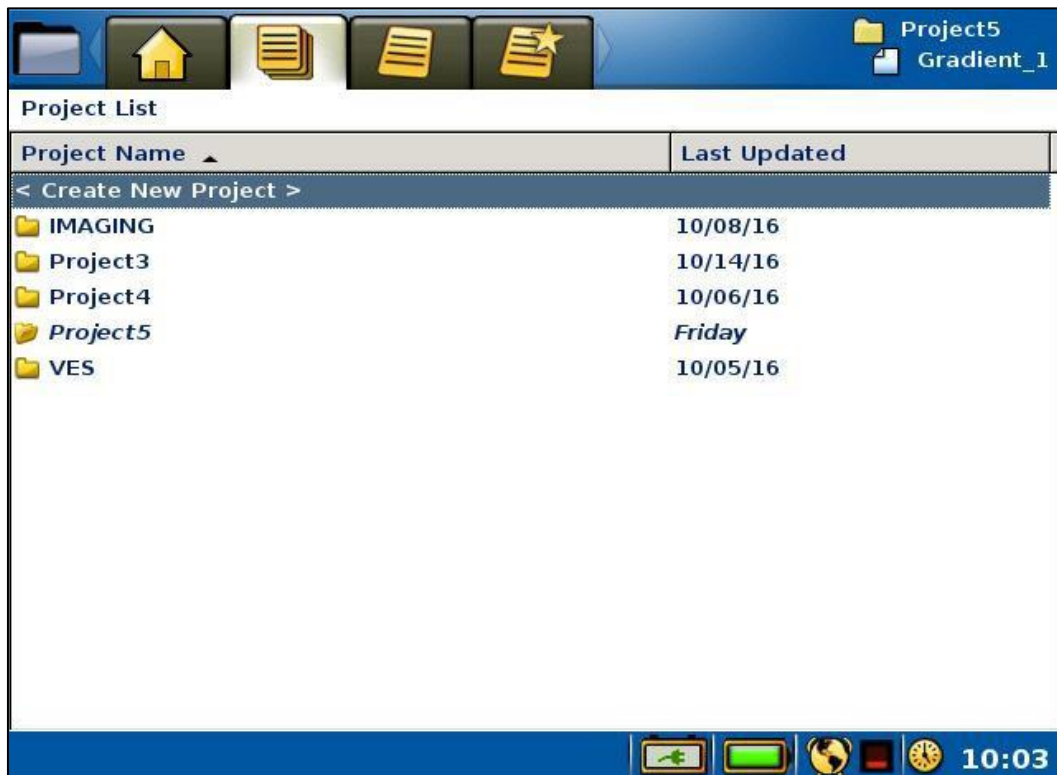


Figura 15 Página de lista de proyectos

□ Crear un nuevo *proyecto*

- Mueva el resaltado a la fila superior ("**<Crear nuevo proyecto>**")
- Presione <OK>

Alternativamente, el elemento "<Crear nuevo proyecto>" del menú de opciones Proyecto se puede usar para crear un nuevo *proyecto*, ver más abajo.

□ Abrir el menú de opciones Proyecto

- Mover el resaltado al *proyecto requerido*
- Presione <Opciones> y se mostrará el menú de opciones (Figura 16)

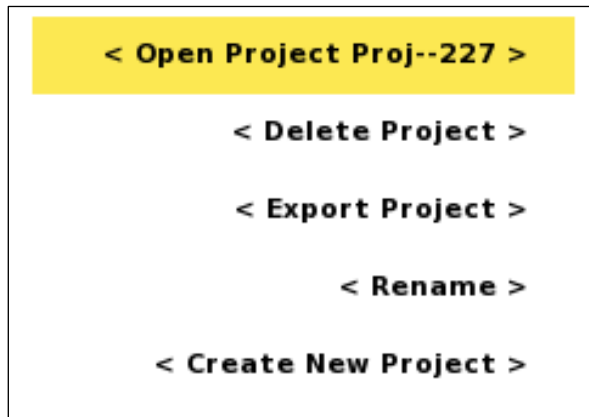


Figura 16 Menú Opción del proyecto con el elemento Abrir resaltado

Los *elementos* del menú de opciones Proyecto comprenden:

Abrir	El <i>proyecto</i> se activa y la " <i>Lista de proyectos/tareas</i> " para el <i>proyecto</i> se muestra; igual que presionar <OK> en un <i>proyecto</i> resaltado
Borrar	Se muestra un cuadro de diálogo de confirmación (Figura 17) y el <i>proyecto</i> se eliminará si el usuario confirma la eliminación
Exportar	Consulte el Capítulo 7.2.5 <i>Exportar un proyecto</i>
Rebautizar	Ver más abajo
Crear nuevo	Crea un nuevo <i>proyecto</i>

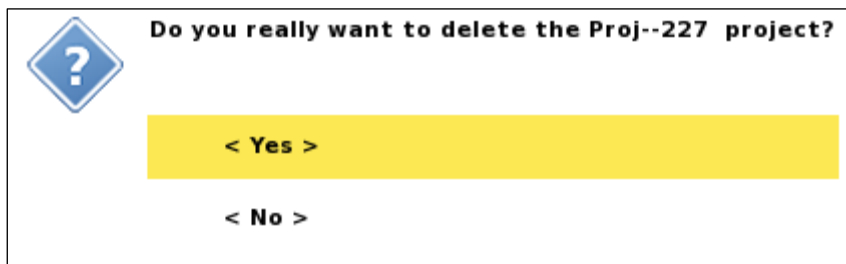


Figura 17 Cuadro de diálogo Confirmar eliminación de proyecto

- Cambiar el nombre de un *proyecto*
De forma predeterminada, los nuevos *proyectos* se denominan "Proyecto" con numeración secuencial.

- Abra el menú de opciones Proyecto
- Mueva el resaltado a <Cambiar nombre> (Figura 18)
- Presione <Aceptar> y se mostrará el formulario Cambiar nombre (Figura 19)

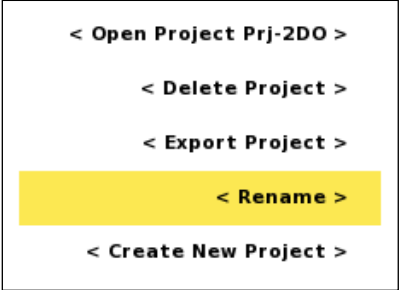


Figura 18 Menú de opciones del proyecto con el elemento Cambiar nombre resaltado

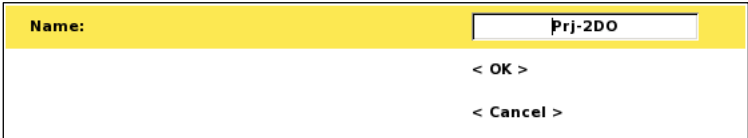


Figura 19 Cuadro de diálogo Cambiar nombre

3.7.2 Tarea

Una *tarea* es un conjunto de datos recopilado mediante la ejecución de un protocolo de medición. *Las tareas* pueden ser un diseño de imágenes 2D/3D (incluidos los pasos de arrastre), un sondeo VES, una medición de pozo o mediciones de laboratorio. *Las tareas* se administran en la *página "Proyectos/Lista de tareas"* (Página de la lista de tareas de la Figura 20) donde se pueden crear, eliminar, cambiar de nombre, exportar y más.

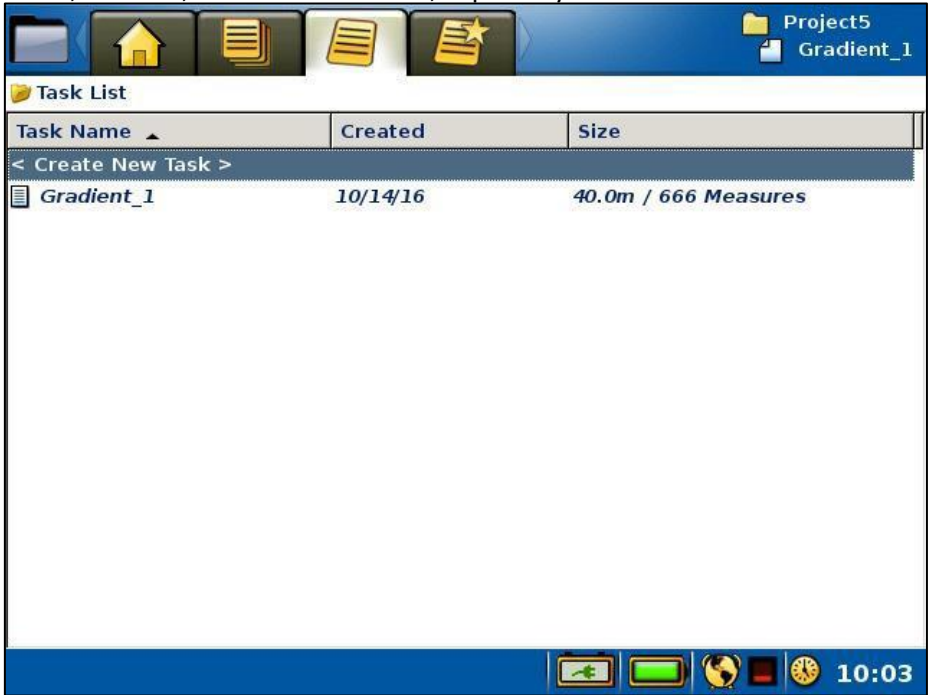


Figura 20 Página de lista de tareas

□ Crear una nueva *tarea*

Al crear una nueva *tarea*, se debe definir el tipo de dispersión de electrodos. La extensión describe al instrumento la disposición relativa de los electrodos, por ejemplo, un diseño 2D con cables de 4x21 o un diseño 2D con cables de 2x24. Además, se selecciona un archivo de protocolo que define todas las combinaciones de electrodos necesarias para completar la tarea. Finalmente, se deben ingresar los espacios de extracción de electrodos.

- Mueva el resaltado a la fila superior ("**<Crear nueva tarea>**")
 - Presione **<Aceptar>** y se mostrará el cuadro de diálogo **Crear nueva tarea** (Figura 21)
 - Presione **<Izquierda>** y/o **<Derecha>** para recoger la distribución del electrodo **<ABEM Active Guidance>** proporciona detalles sobre los spreads más comunes
 - Presione **<Abajo>** para resaltar **Protocolo**
 - Presione **<Izquierda>** y/o **<Derecha>** para elegir el archivo de protocolo **<ABEM Active Guidance>** proporciona pros y contras para protocolos comunes
- Si es necesario cambiar los valores predeterminados de espaciado de electrodos, entonces:
- Presione **<Abajo>** para resaltar *Espaciado de electrodos X y/o Y*; solo están activas las direcciones de espaciado utilizadas en la extensión seleccionada. Los spreads VES no requieren un valor de espaciado; tienen posiciones absolutas de electrodos incrustadas dentro de ellos.
 - Presione **<OK>** y se mostrará el emulador de teclado numérico
 - Introduzca el espaciado de electrodos requerido y regrese, consulte el Capítulo 3.6.2 *Los emuladores de teclado*
 - Presione **<Abajo>** para resaltar el botón **OK**
 - Presione **<OK>**

Spread:	4x16
Protocol:	◀ Dipole-Dipole ▶
Minimum Electrode Spacing X [m]:	<input type="text" value="0"/>
Minimum Electrode Spacing Y [m]:	<input type="text" value="-"/>
Minimum Electrode Spacing Z [m]:	<input type="text" value="-"/>
	< OK >
	< Cancel >

Figura 21 Cuadro de diálogo *Crear nueva tarea*

Alternativamente, el elemento "**<Crear nueva tarea>**" del menú de *opciones Tarea* se puede usar para crear una nueva *tarea*, ver más abajo.

¡Nota! Después de crear una nueva *tarea*, a menudo es necesario verificar, y posiblemente modificar, la configuración de adquisición de datos antes de comenzar a recopilar cualquier medición. Por esta razón, la pantalla cambiará automáticamente a la *página "Configuración/Receptor"* para una *tarea* recién creada, consulte el Capítulo 5.2.2 *Configuración de adquisición de datos*

- Abrir el menú de *opciones* Tarea

- Mueva el resaltado a la *tarea deseada*
- Presione <Opciones> y se mostrará el menú de opciones de la Figura 22



Figura 22 Menú de opciones de tarea con el elemento *Crear nueva tarea* resaltado

Los elementos de menú del menú de opciones Tarea:

Abrir	La <i>tarea</i> se activa y se muestra la página "Configuración/Receptor"
Rebautizar	Ver más abajo
Guardar como plantilla	Véase el Capítulo 3.7.3 <i>Plantilla</i>
Borrar	La <i>tarea</i> se eliminará si el usuario la confirma en la opción (Figura 23)
Exportar	Consulte el Capítulo 7.2 <i>Exportación de datos de medición</i>
Nuevo de	Se creará una nueva <i>tarea</i> con la <i>tarea</i> resaltada como plantilla. Esto funciona igual que abrir desde una <i>plantilla ordinaria</i> , pero lo hace directamente desde la <i>tarea</i> seleccionada, consulte el Capítulo 3.7.3 <i>Plantilla</i>
Crear nueva tarea	Crea una nueva <i>tarea</i>

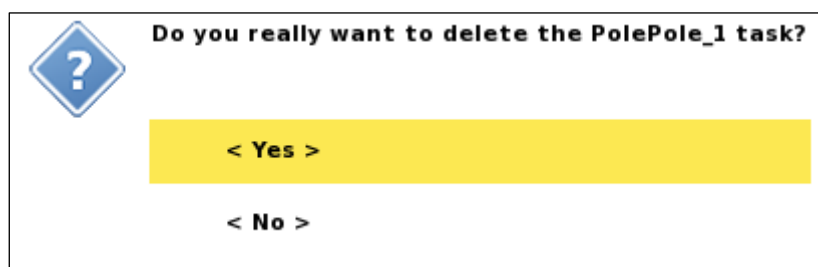


Figura 23 Cuadro de diálogo Confirmar eliminación de tareas

- Cambiar el nombre de una *tarea*.
De forma predeterminada, una nueva *tarea* recibirá automáticamente el nombre del protocolo elegido; por ejemplo, el uso de un protocolo de gradiente dará el nombre "Gradient_X", donde X es un número incrementado automáticamente. Este nombre se puede editar.

- Abra el menú de *opciones Tarea*
- Mueva el resaltado a <Cambiar nombre> (Figura 24)
- Presione <Aceptar> y se mostrará el formulario Cambiar nombre. Esto es similar a la forma de cambio de nombre del *proyecto* (Figura 19); mantenga el cursor en el cuadro de nombre y presione <OK> para abrir el emulador de teclado (Capítulo 3.6.2 *Los emuladores de teclado*)

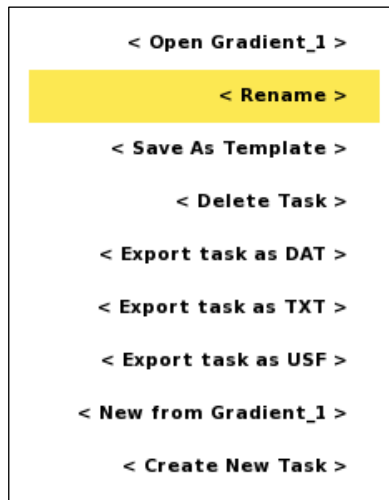


Figura 24 Menú de opciones de tarea

3.7.3 Plantilla

Una configuración de medición completa utilizada para una tarea en particular se puede guardar como plantilla. Esto facilita la creación de una nueva *tarea* con la misma configuración de adquisición de datos que se utilizó anteriormente. Esto ayuda a evitar pasar por alto el cambio de cualquier configuración del valor predeterminado, o utilizado por última vez, a un valor adecuado para la medición prevista.

¡Nota! No hay datos de adquisición almacenados en un *Plantilla*, solo *configuración de tarea*.

Una *plantilla* solo se puede crear desde la *página "Proyectos/Lista de tareas"* utilizando el menú de opciones Tarea (Figura 25).

Crear una *plantilla*, es decir, guardar la configuración de una *tarea* como plantilla

- Abra la página "Proyectos/Lista de tareas"
- Mover el resaltado a la *tarea deseada*
- Presione <Opciones> y se mostrará el *menú de opciones Tarea*
- Mueva el resaltado del elemento <Guardar como plantilla> (Figura 25)
- Presione <OK>

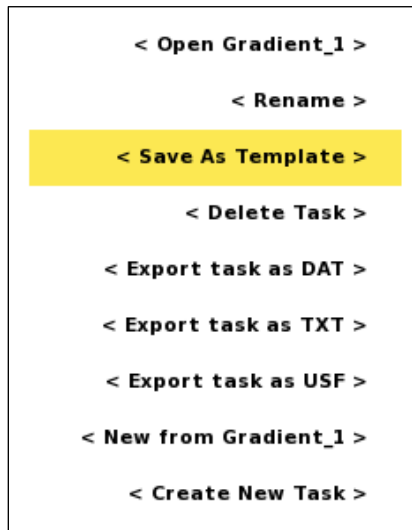


Figura 25 Menú de opciones de tarea con el elemento Guardar como plantilla resaltado

Las plantillas se administran en la página "Plantillas de proyectos/tareas" (Figura 26) y tienen un menú de opciones asociado para su administración (Figura 27).

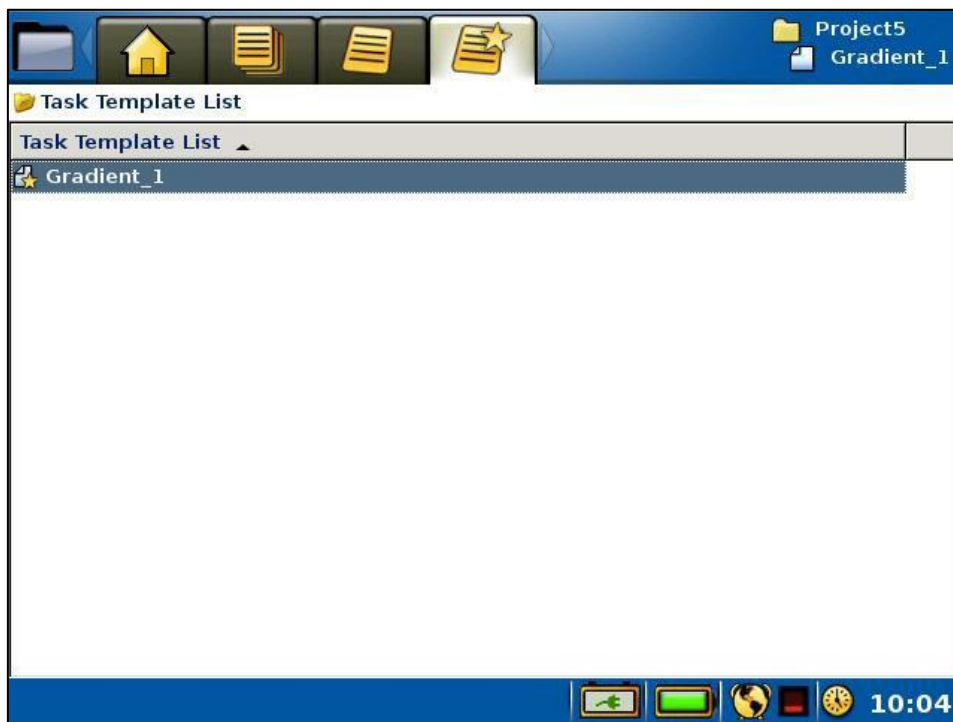


Figura 26 Página de plantillas de tareas

- Abrir el menú de *opciones* Plantilla

- Mover el resaltado a la plantilla deseada
- Presione <Opciones> y se mostrará el menú de opciones de la Figura 27



Figura 27 Menú de opciones de plantilla con el Elemento "Nuevo desde" resaltado

Los elementos del menú de opciones de la plantilla :

Nuevo de	Crea una nueva <i>tarea</i> a partir de esta <i>plantilla</i> , consulte el Capítulo 3.7.2 <i>Tarea</i> para obtener más información sobre el procedimiento para crear <i>tareas</i> .
Rebautizar	Ver más abajo
Borrar	Se muestra un cuadro de diálogo de confirmación (Figura 28) y la <i>plantilla</i>

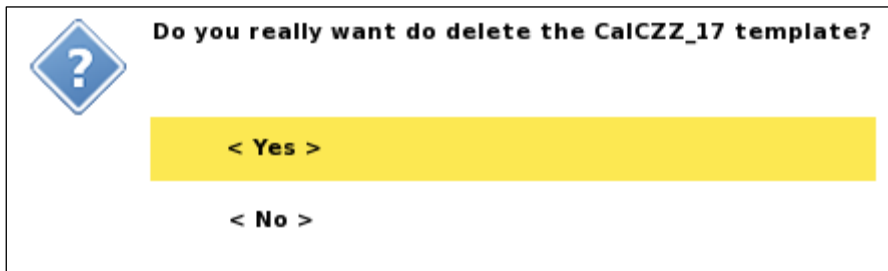


Figura 28 Cuadro de diálogo Confirmar eliminación de plantilla

- Cambiar el nombre de una *plantilla*
Una nueva *plantilla* recibirá automáticamente el nombre de la *tarea* a partir de la cual se creó. Este nombre se puede editar.

- Abra el menú de opciones Plantilla
- Mueva el resaltado a <Cambiar nombre>
- Presione <OK> y se mostrará el formulario de cambio de nombre; esto es similar al formulario de cambio de nombre del proyecto (Figura 19)
- Mantenga el cursor en el cuadro de nombre y presione <OK> para abrir el emulador de teclado (Capítulo 3.6.2 *Los emuladores de teclado*)

4 EL INSTRUMENTO

Los ajustes y la información específica del instrumento se manejan en el *elemento de menú Instrumento* del menú de *navegación* (Figura 29). Cada *subelemento* se explica a continuación.



Figura 29 Menú de navegación: Elemento del menú de instrumentos: Subelemento de almacenamiento marcado

4.1 Almacenamiento de datos

La *página Instrumento/Almacenamiento* (Figura 30) muestra información sobre el almacenamiento de datos.

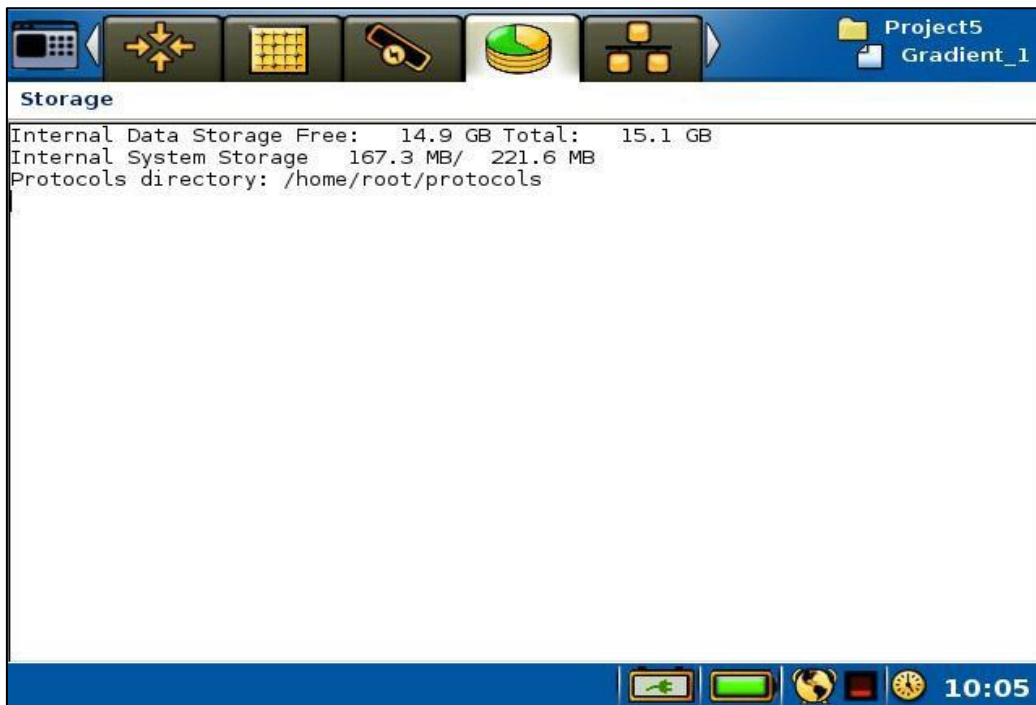


Figura 30 Página de información para el almacenamiento de datos

4.2 Conexiones de red

El Terrameter LS 2 tiene tres modos de red;

- Cliente LAN
- Servidor LAN
- Punto de acceso Wi-Fi

Desde la *página Instrumento/Red* (Figura 31) es posible cambiar entre los modos de red y obtener información de red. La *página de red* también mostrará información sobre los selectores de electrodos externos conectados (ES10-64C).

La *página de red* muestra la dirección IP del instrumento, etiquetada como "eth0"; se utiliza para comunicarse con el instrumento a través del software VNC (consulte el Capítulo 3.3 *Control VNC*) o cuando se utiliza Terrameter LS Toolbox (consulte el Apéndice D. *Descripción general de Terrameter LS Toolbox*) para descargar datos, administrar protocolos y spreads y/o mantenimiento de instrumentos. Si el instrumento está en modo "Cliente LAN" y el servidor al que está conectado tiene una conexión a Internet, el Terrameter intentará conectarse al servidor de soporte técnico de ABEM a través de una red privada virtual (VPN, consulte el Capítulo 8.5 *Diagnóstico remoto*). Si tiene éxito, la dirección del túnel VPN aparecerá en la lista y se etiquetará como "tun0".

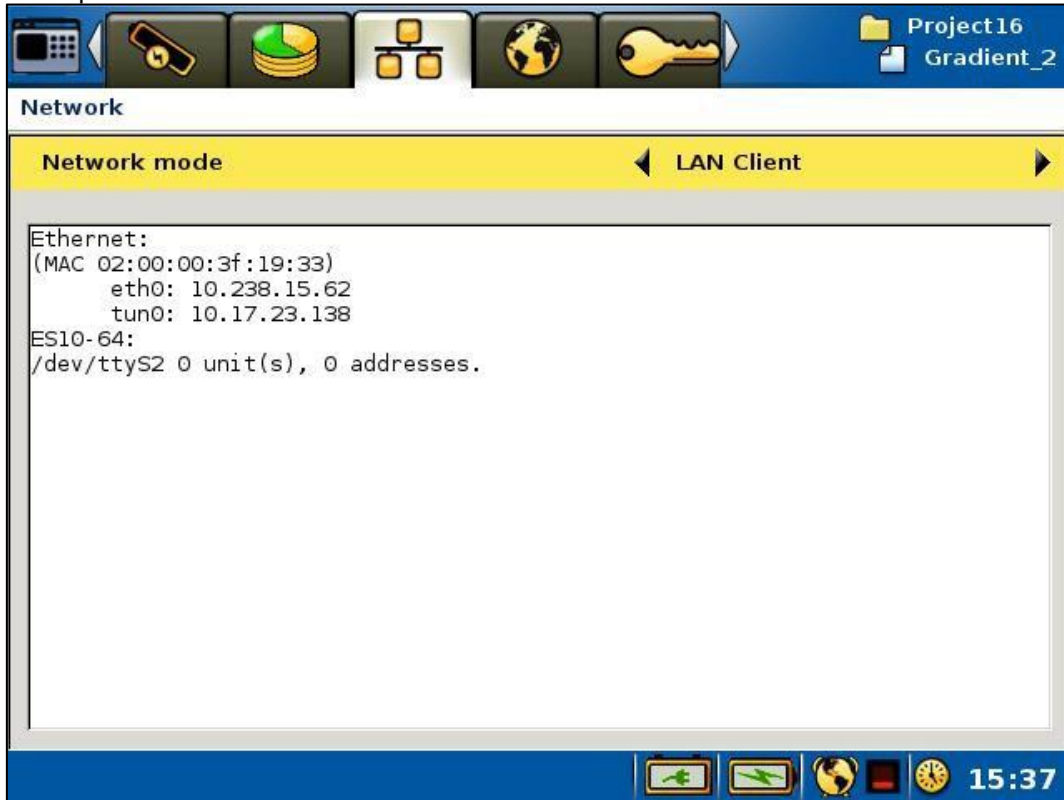


Figura 31 *Página de red*

¡Nota! El texto de información de la página de red se actualizará automáticamente para el modo de cliente LAN, pero no se actualizará automáticamente al cambiar entre los modos de red. Para obtener información actualizada de la red será necesario ir a otra *página* temporalmente. Una forma fácil es presionar <Examinar> para ir a la página GPS, espere unos segundos y luego presione <Mayús> + <Examinar> para volver a la página de *red*.

4.2.1 Lan del cliente

En el modo de cliente LAN, la red a la que está conectado el Terrameter debe proporcionar a los clientes conectados una dirección IP. Dichos dispositivos suelen ser enrutadores o servidores, que actúan como servidores DHCP, y este tipo de red es muy común para las redes de oficinas y hogares.

4.2.2 Lan del servidor

A menudo puede ser útil conectar una computadora directamente al instrumento. Para que esto funcione, el servidor DHCP en el Terrameter LS 2 debe estar activado desde la *página "Instrumento/Red"*. La secuencia del siguiente procedimiento es fundamental para evitar errores en las conexiones:

1. Asegúrese de que no haya ningún cable de red conectado
2. En la página "Instrumento/Red", seleccione "Servidor LAN"
3. Vaya a la *página GPS* presionando <Examinar>
4. Espere unos segundos
5. Regrese a la *página de red* presionando <Mayús> + <Examinar>
6. Compruebe que la dirección eth0 es 192.168.23.1
7. Conecte el PC y el LS con un cable de red Ethernet
8. Espere hasta que la PC haya recibido una dirección IP
9. Realice todas las actividades necesarias utilizando Terrameter LS Toolbox, el software VNC, etc.
10. Desconecte el cable Ethernet
11. En el LS, establezca el servidor DHCP en Desactivado
12. Desactivar LS

¡Alerta!

Antes de conectarse a una red de oficina, asegúrese que el modo de red del Terrameter LS 2 No está en LAN SERVER.

4.2.3 Punto de acceso Wifi

En este modo de red, el instrumento actuará como un punto de acceso inalámbrico. Esto permite conectar un ordenador o dispositivo móvil directamente al instrumento sin necesidad de utilizar cables, una función que puede ser muy conveniente para descargar o hacer copias de seguridad de datos en el campo o en la visualización y control VNC (véase el Capítulo 3.3 *Control VNC*). El instrumento creará una red inalámbrica con el mismo nombre que el número de serie del instrumento, por ejemplo, "LS216080369". La contraseña para la red Wi-Fi es "TerrameterLS2".

¡Nota!

Al iniciar el modo de red del punto de acceso Wi-Fi, pueden pasar de 1 a 2 minutos antes de que se inicie el punto de acceso inalámbrico.

¡Nota!

El SSID de la red inalámbrica será el mismo que el número de serie del instrumento, por ejemplo, "LS216080369". La contraseña para la red inalámbrica es "TerrameterLS2"

4.3 Receptor GNSS (Global navigation satellite system)

La *página GPS* (Figura 32) muestra un estado activo para el receptor GNSS y la posición actual del instrumento, siempre que se reciba una señal de satélite suficiente. El modo predeterminado para el Terrameter es usar la antena GNSS interna montada en el mango del instrumento. Sin embargo, hay disponible una opción para recibir posicionamiento GNSS desde un dispositivo externo. Los sistemas de posicionamiento externo pueden proporcionar mejores registros de la estación durante las mediciones estáticas o ayudar a facilitar las mediciones móviles.

Para utilizar un dispositivo de posicionamiento externo, configúrelo para que genere información de posición como NMEA vía cable USB

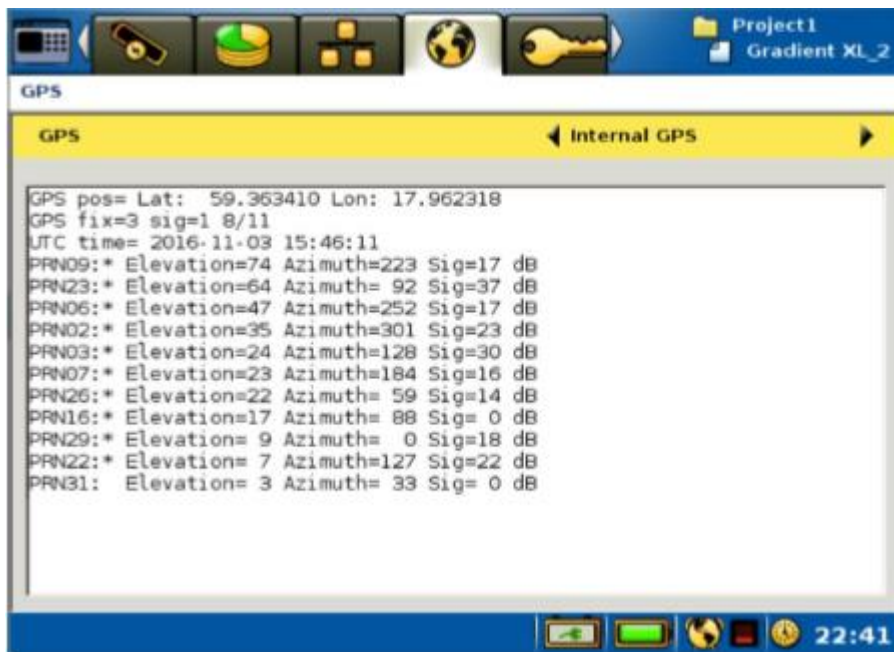


Figura 32 Página de estado para el receptor GPS

No es necesario utilizar un dispositivo GNSS externo específico, el único requisito es que el dispositivo GNSS pueda emitir una cadena NMEA formateada por GGA a través de USB a una velocidad de 1Hz o 2Hz. El Terrameter aplicará automáticamente la configuración correcta de comunicación en serie, pero, si la información posicional no aparece, comience asegurándose de que el dispositivo externo esté transmitiendo y luego verifique su configuración de comunicación:

- Velocidad:** cualquier valor de 9600 Para 115200
- Bits de datos:** 8
- Bits de parada:** 1
- Paridad:** Ninguno
- Control de flujo:** Ninguno

4.4 Lenguaje

Es posible cambiar el idioma utilizado para los menús de instrumentos principales, los diálogos y las pantallas de datos desde la página de *idioma* (Figura 33).



Figura 33 Página de idioma

La conversión de un idioma a otro no es instantánea y requiere un reinicio del instrumento (Figura 34) para surtir efecto.

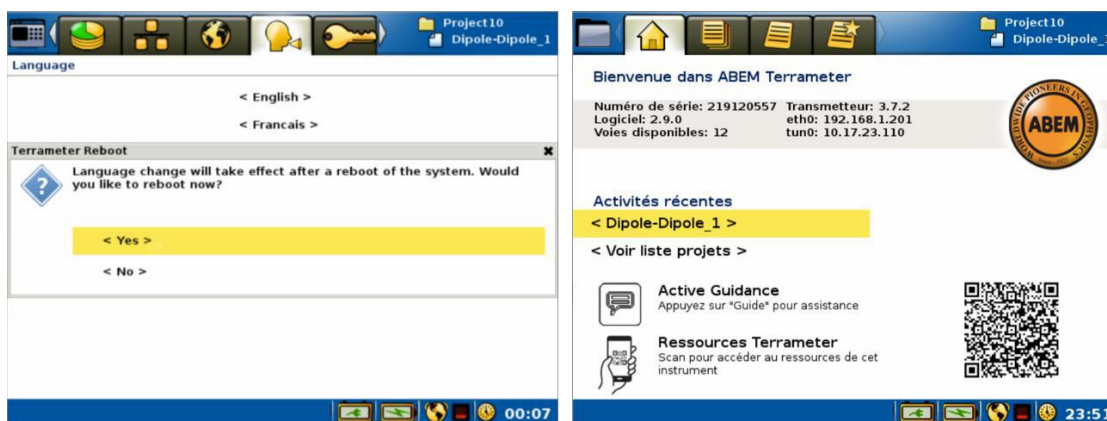


Figura 34 Confirmación de un reinicio del Terrameter LS 2 para cambiar el idioma de la pantalla

¡Nota! Tenga en cuenta que, en la actualidad, las pantallas de Active Guidance solo están disponibles en inglés.

4.5 Licencia

La *página de licencia* (Figura 35) muestra el estado actual de la licencia y todas las funciones activadas. También es posible actualizar la licencia del instrumento desde esta página si se ha comprado y puesto a disposición una actualización. Estas actualizaciones de licencia se pueden instalar a través de Internet si el instrumento está conectado al sitio de soporte técnico de ABEM (consulte 4.2 *Conexiones de red*). Alternativamente, si la conexión del instrumento al sitio de soporte resulta problemática, las licencias se pueden actualizar desde una memoria USB. En tal caso, póngase en contacto con el equipo de soporte de Guideline Geo para recibir el archivo de licencia.

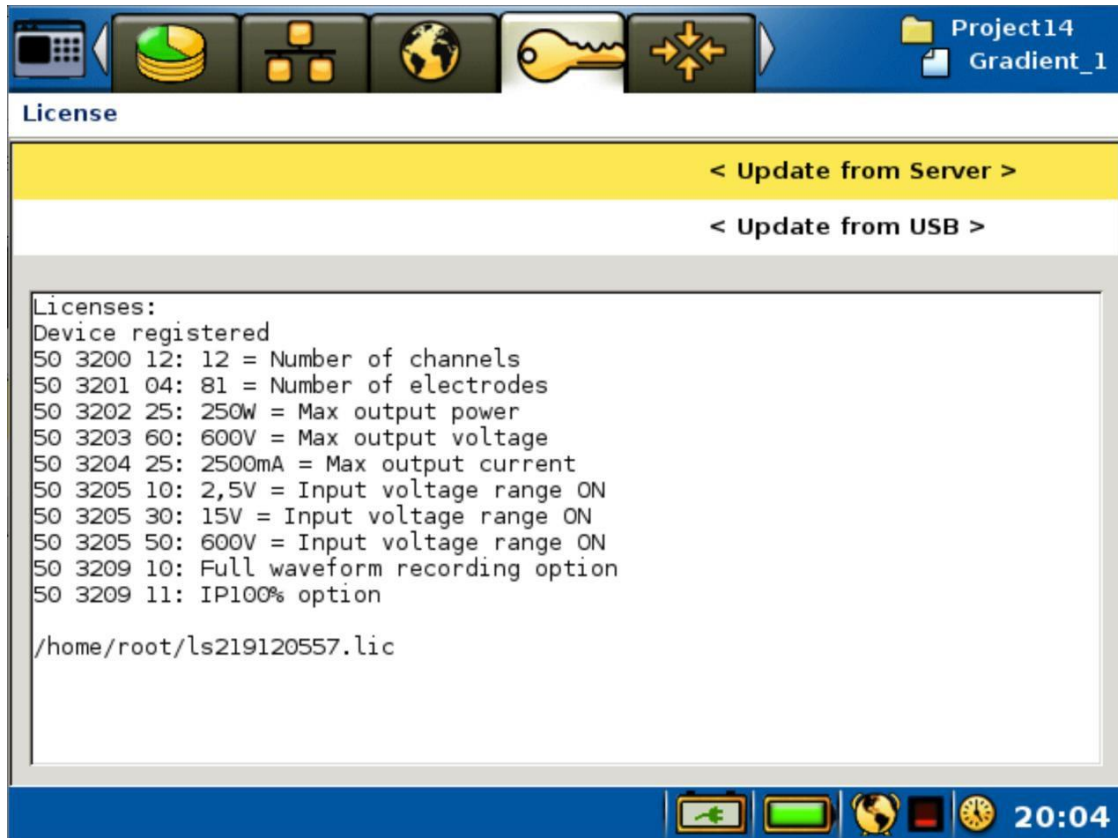


Figura 35 *Página de estado de la licencia*

Después de seleccionar la opción de actualización adecuada, se mostrará el cuadro de diálogo Actualización de licencia (Figura 36). Una vez finalizada la actualización, el cuadro de diálogo de actualización de licencias desaparecerá y se actualizarán las licencias de la página Estado de la licencia. En algunos casos, puede ser necesario reiniciar el instrumento para que se registren los cambios.

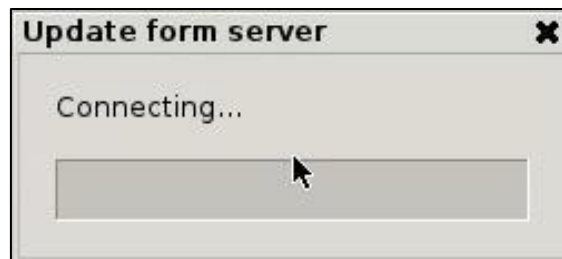


Figura 36 *Cuadro de diálogo de actualización de licencias*

¡Nota! La actualización de la licencia puede tardar entre 2 y 3 minutos. Durante este período, la pantalla no cambiará.

4.6 Calibración

La calibración del instrumento se realiza en la fábrica antes de la entrega. Los usuarios no tienen necesidad de acceder a esta página. Se debe escribir una tecla de desbloqueo para acceder al contenido (Figura 37), y una calibración completa requiere un equipo especial. Si sospecha que su Terrameter LS 2 requiere recalibración (es poco probable que sea necesario durante el funcionamiento normal), comuníquese con support@guidelinegeo.com

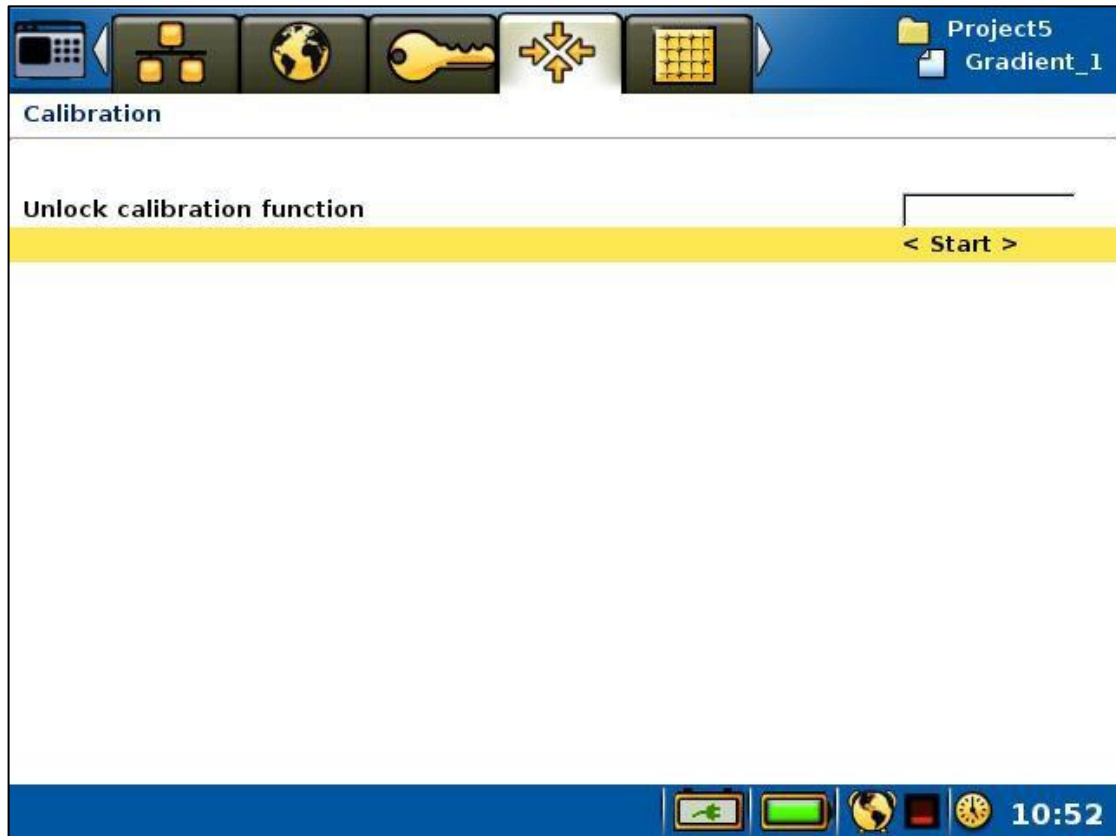


Figura 37 Página de calibración

4.7 La tarjeta de relays

El interruptor de relé consta de cuatro tarjetas de relé que pueden manejar 16 electrodos cada una. La versión VES MAX del instrumento tiene una tarjeta de relé. El interruptor de relé se puede reconfigurar mediante una rutina de optimización en el software del instrumento dependiendo de la cantidad de canales de medición con los que esté equipado el instrumento. Este diseño permite la medición con muchos canales receptores sin tener un interruptor de relé prohibitivamente grande¹. El diseño elegido aquí proporciona un buen compromiso entre la capacidad frente al tamaño físico y el costo, y es adecuado para mediciones multicanal.

Para un instrumento de 2 o 4 canales, es posible que cada canal de medición mida en un par de electrodos arbitrario entre 1 y 64 sin restricciones. Para un instrumento con 8, 10 o 12 canales de medición, los canales se distribuirán en el interruptor de relé mediante un algoritmo de optimización, y la eficiencia de uso de los canales dependerá del par de electrodos de potencial que se utilizarán para la medición durante un par de electrodos de

transmisión de corriente determinado. El software del instrumento optimiza el uso de los canales de medición para que se tomen tantas mediciones como sea posible simultáneamente para cada ciclo de medición, dada la capacidad y las limitaciones del interruptor de relé. La máxima eficiencia se logra si los electrodos de los canales receptores se distribuyen entre las tarjetas de relé en lugar de concentrarse todos en una tarjeta de relé.

La entrada para la optimización del canal de medición es lo que se escribe dentro de una sección <Medida> en el archivo de secuencia de medición (protocolo) en formato XML (consulte el Apéndice C). *Archivos de secuencia de extensión y medición* para obtener más detalles). Si todos los pares de receptores se pueden medir dentro de una transmisión de corriente, eso se hará pero, si es necesario, la medición se dividirá en dos o más rondas de inyección de corriente. Por lo tanto, se permite enumerar más combinaciones de receptores que canales de medición en el instrumento dentro de una sección <Medir>.

La eficiencia general de la medición dependerá de una serie de factores, por ejemplo, cuántas mediciones hay por par de electrodos de corriente.

El estado actual del interruptor de relé se puede ver en una tabla en la *página del interruptor de electrodo* (Figura 38).

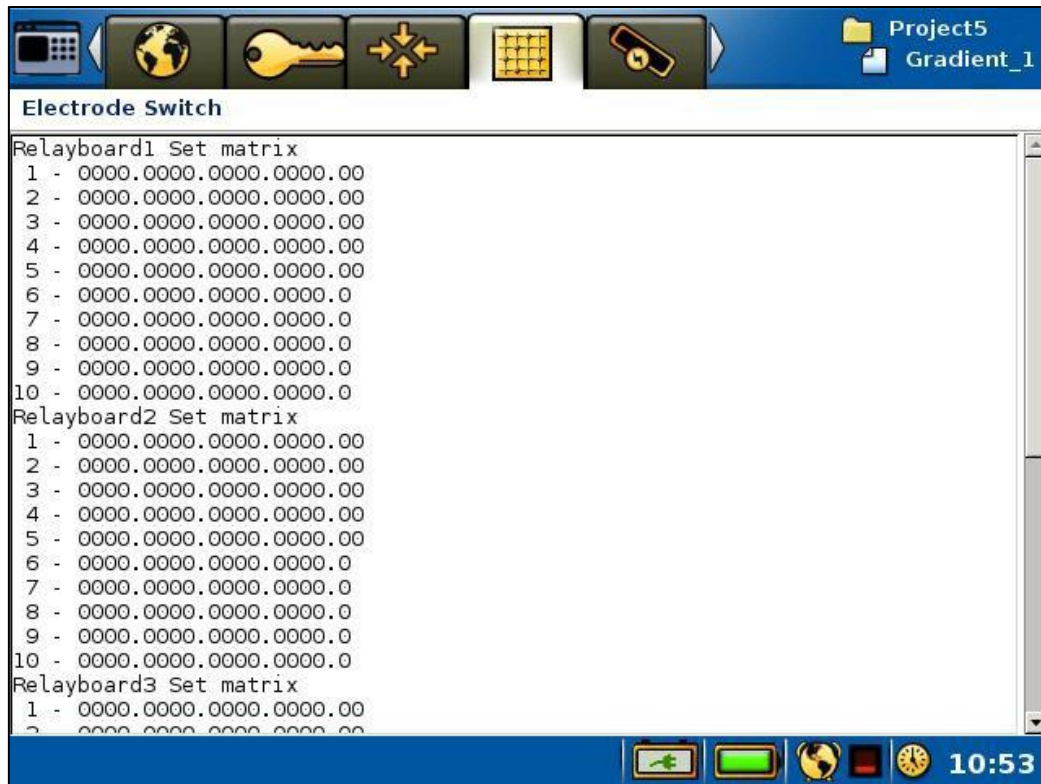


Figura 38 Página de estado del conmutador de relé

4.7.1 La tarjeta de relay externa

Si se requiere más de la capacidad de conmutación interna de 64 electrodos, se pueden conectar una o más unidades de conmutación de relés externos (selectores de electrodos) del tipo ES10-64C. En los casos en los que se requiera más de una unidad externa, deben ser del tipo ES10-64C (color naranja), la ES10-64 más antigua (color gris) no puede vincularse a otras unidades.



Figura 39 Un ES10-64C conectado a un Terrameter a través de un cable multifunción ABEM, un adaptador de comunicación ES10-64C y cables de interconexión, o un conjunto de convertidores de interconexión y cables de interconexión

Hay varias opciones de conexión para el ES10-64C dependiendo del diseño requerido y las distancias involucradas.

- Si la distancia entre el Terrameter y el (primer) ES10-64C es inferior a 1,5 m, debe conectarse al conector AUX a través de un cable multifunción (número de pieza ABEM 36-33002011) (Figura 39). El ES10-64C tomará energía directamente del Terrameter LS 2. Las unidades adicionales ES10-64C se conectarán en serie, utilizando un "cable de interconexión ES10-64C" entre ellas, y cada una requerirá alimentación externa de 12 V. El último ES10-64C de la cadena no puede estar a más de 500 m del Terrameter LS 2.
- Si el primer ES10-64C debe estar a más de 1,5 m del Terrameter LS 2, se requiere un "Adaptador de comunicación ES10-64C" (36-33002281) más un "Cable de interconexión ES10-64C". Como en el caso anterior, el último (o único) ES10-64C en uso no puede estar a más de 500 m del Terrameter. Todas las unidades ES10-64C requerirán una fuente de alimentación externa de 12 V conectada por un "Cable de alimentación externo ES10-64C" (36-33002206).
- Si se requieren distancias mayores, el "Juego de convertidores Interlink" (22-33001286) puede ser usado. Ahora solo se puede usar un ES10-64C, pero la distancia máxima entre el Terrameter y el ES10-64C es de 2000 metros. El ES10-64C requiere un filtro externo de 12 V.

¡Nota! Dependiendo de las condiciones, algunas unidades ES10-64C más antiguas pueden experimentar un problema de arranque en el que consumen más energía (12 V CC) de lo esperado. Esto se puede resolver utilizando alimentación externa o realizando una modificación menor de hardware de la placa controladora ES10-64C. Póngase en contacto con ABEM en caso de que experimente este problema.

Se requiere la versión 1.5.1 o superior del software del instrumento para utilizar un interruptor de relé externo. El software intentará conectarse con el ES10-64C al inicio de la medición, siempre que el archivo de protocolo y dispersión seleccionado exija un interruptor de relé externo. Los archivos de propagación deben contener información sobre la unidad de conmutación externa, como se describe en el Apéndice C. *Archivos de secuencia de extensión y medición.*

4.8 Fuente de poder

La *página de la fuente de alimentación* (Figura 40) muestra el estado de la fuente de alimentación y la temperatura interna del instrumento. Se muestran los valores reales y se complementan con valores mínimos y máximos (desde la puesta en marcha) entre corchetes.

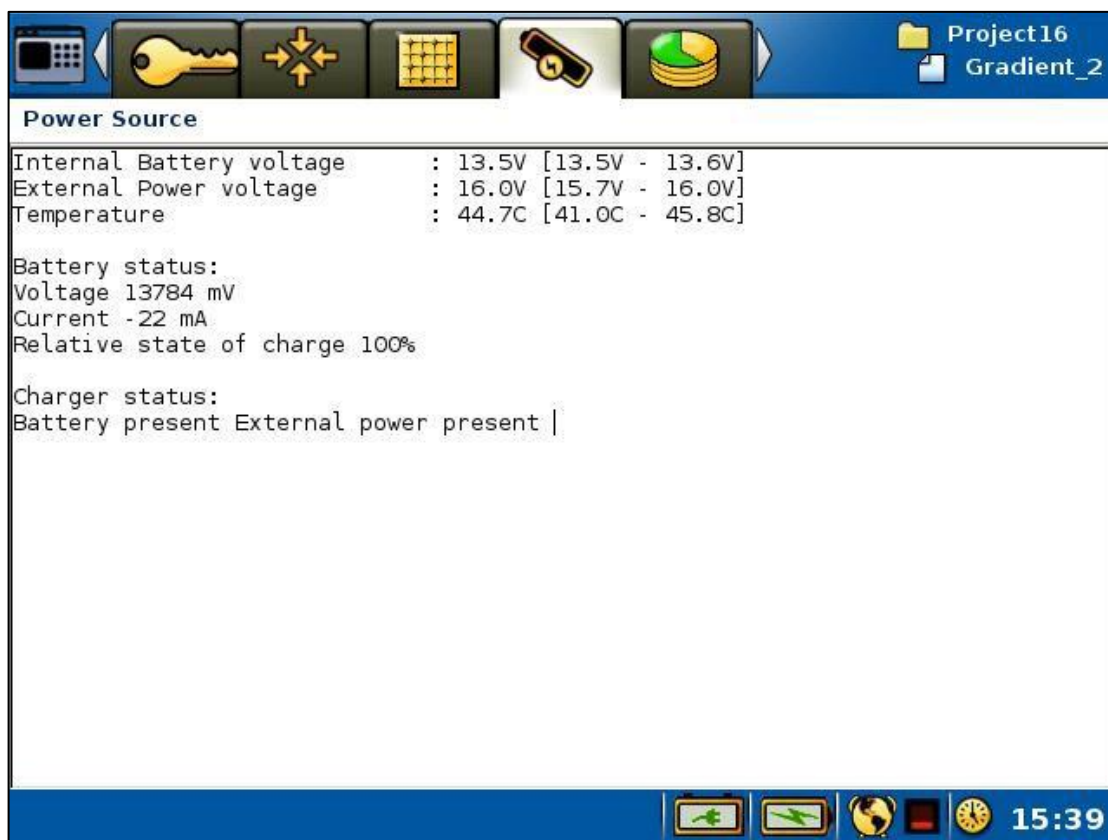


Figura 40 *Página de estado de la fuente de alimentación y la temperatura*

El adaptador de corriente ABEM (10-006021) es una forma útil de garantizar una buena fuente de alimentación para su Terrameter LS 2; este accesorio opcional permite que el Terrameter funcione desde un pequeño generador móvil. Es un convertidor AC-DC robusto que es capaz de hacer frente a las demandas cambiantes y, a menudo, de alta corriente del Terrameter durante la medición, al tiempo que proporciona un suministro estable de 12V.

5 PREPARACION PARA LA MEDICION

5.1 Ahorre tiempo en campo con una buena preparación

Las encuestas exitosas comienzan en la oficina; Busque en el material de archivo del área (mapas topográficos y geológicos, fotografías aéreas, informes, etc.) y considere si el levantamiento de resistividad es un método adecuado para el problema actual. Si es así, seleccione las posibles ubicaciones de la línea de perfil que probablemente sean más diagnósticas o proporcionen la mayor probabilidad de éxito.

Una vez en el sitio, camine por el área a inspeccionar con mapas y / o fotografías aéreas a mano para seleccionar las líneas de perfil óptimas; Las condiciones actuales, o las características que solo son obvias cuando están en el sitio, pueden cambiar su plan original. Recorra toda la longitud de los perfiles planificados antes de colocar cualquier equipo, para asegurarse de que las líneas seleccionadas sean prácticas.

¡Nota! El mal contacto con los electrodos es la razón más común de los datos incorrectos.

Traiga martillos adecuados para instalar los electrodos en el campo, por ejemplo, martillos recubiertos de poliuretano (PUR) que dan una buena fuerza sin dañar los electrodos. A menudo es necesario regar el suelo alrededor de los electrodos, a veces con la adición de sal y / o algún aditivo para que el agua permanezca en su lugar durante las mediciones (por ejemplo, polímero de perforación o bentonita). En los casos con superficies pavimentadas, puede ser necesario perforar agujeros para insertar los electrodos o utilizar electrodos de placa.

Las instalaciones eléctricas y los objetos metálicos conectados a tierra pueden perturbar las mediciones y crear ruido, esté atento y tome nota de posibles fuentes de perturbación.

5.2 Preparándose para la adquisición de datos

5.2.1 Crear proyectos y tareas

Para prepararse para la adquisición de datos, debe existir al menos un *proyecto* con una o más *tareas*. Los capítulos 3.7.1 *Proyecto* y 3.7.2 *Tarea* explican cómo crear *proyectos* y *tareas*.

Alternativamente, las mediciones se pueden agregar a *proyectos* y *tareas* existentes.

Todos los datos de un *proyecto* se guardan en un único archivo de base de datos. Se recomienda no hacer el *proyecto* demasiado grande, ya que puede volverse engorroso y lento de manejar. En grandes campañas de adquisición de datos puede ser, por ejemplo, adecuado realizar un nuevo *proyecto* para cada día en el campo.

Consulte también el Capítulo 6.14 *Datos completos de forma de onda* para obtener más información sobre el registro y el manejo de grandes volúmenes de datos.

5.2.2 Ajustes para adquisición de datos

Los ajustes de adquisición de datos se definen en el elemento de menú "Ajustes", en el que hay cinco páginas: "Ajustes de carga/guardado", "Ajustes del receptor", "Ajustes del transmisor", "Ajustes de la ventana IP" y "Ajustes del registro de pozos".

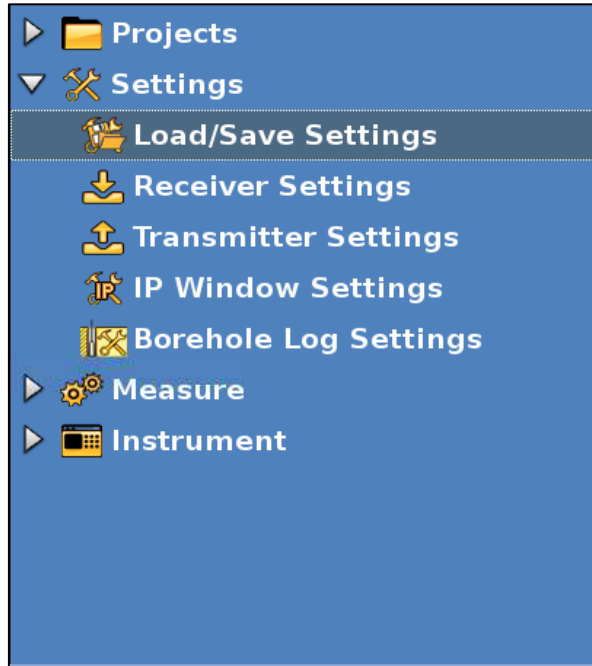


Figura 41 Menú de navegación, Elemento del menú Configuración: Cargar/Guardar configuración Subelemento marcado

5.2.2.1 Cargar/Guardar configuración

Los instrumentos Terrameter vienen con un conjunto de configuraciones sugeridas precargadas para diferentes modos de levantamiento. Esta configuración debe ser adecuada para iniciar la mayoría de las encuestas.



Figura 42 Página de configuración de carga y guardado

Las opciones disponibles en la *página Configuración de carga / guardado* (Figura 42):

Configuración de carga	Cargar ajustes predefinidos
Guardar configuración	Guardar la configuración actual en un archivo
Eliminar	Eliminar archivos de configuración

Los archivos de configuración se pueden cargar en el instrumento usando Terrameter LS Toolbox o guardar directamente en el instrumento según la configuración actual. Si los archivos de configuración precargados se pierden o se eliminan accidentalmente, se puede descargar un nuevo conjunto desde el sitio web de Guideline Geo.

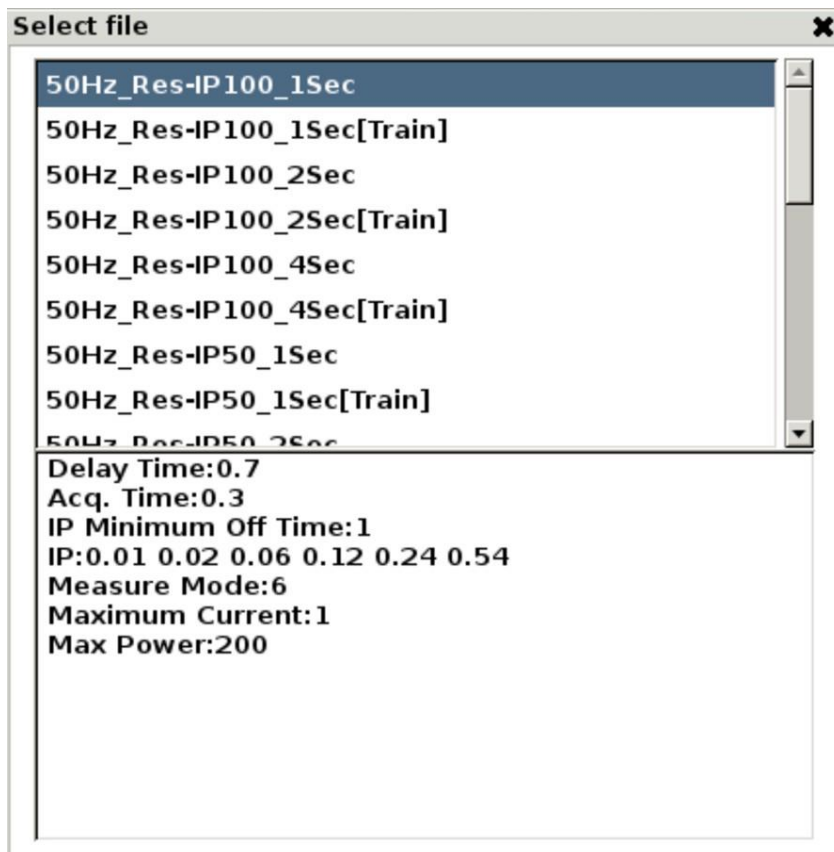


Figura 43 Cuadro de diálogo Configuración de carga

El cuadro de diálogo Configuración de carga (Figura 43) se divide en dos partes. La parte superior enumera los archivos de configuración instalados. La parte inferior muestra qué ajustes se cambiarán en comparación con los ajustes actuales.

¡Nota! Solo la configuración que se cambiará en comparación con la configuración existente se muestra en el Configuración de carga diálogo

La nomenclatura de los archivos de configuración suministrados por ABEM comienza con la frecuencia de transmisión de electricidad regional, seguida del modo de medición y luego la información sobre la configuración. Por ejemplo:

"50Hz_Res-IP50_1Sec" activa un modo de medición RES e IP (utilizando un ciclo de trabajo del 50 %), con 1 segundo 'a tiempo', y ventanas IP optimizadas para frecuencia de línea eléctrica de 50 Hz.

"50Hz_Res-IP100_4Sec[Train]" activa un modo de medición RES e IP (utilizando un ciclo de trabajo del 100 %), con 4 segundos de "tiempo de encendido", ventanas IP optimizadas para una frecuencia de línea eléctrica de 50 Hz y filtrando el ruido de las redes ferroviarias que funcionan a 16,67 Hz (que se encuentra en los países del norte de Europa). Tenga en cuenta que la versión de 60 Hz de este script filtra las redes de trenes que operan en 25 Hz (que se encuentra en algunas líneas de AmTrak en el noreste de los EE. UU.).

"50Hz_Res_0.3 + 0.5Sec" activa un modo de medición RES, con un tiempo de retardo de 0.3 segundos, un tiempo de adquisición de 0.5 segundos y optimizado para una frecuencia de línea eléctrica de 50 Hz.

5.2.2.2 Configuración del receptor

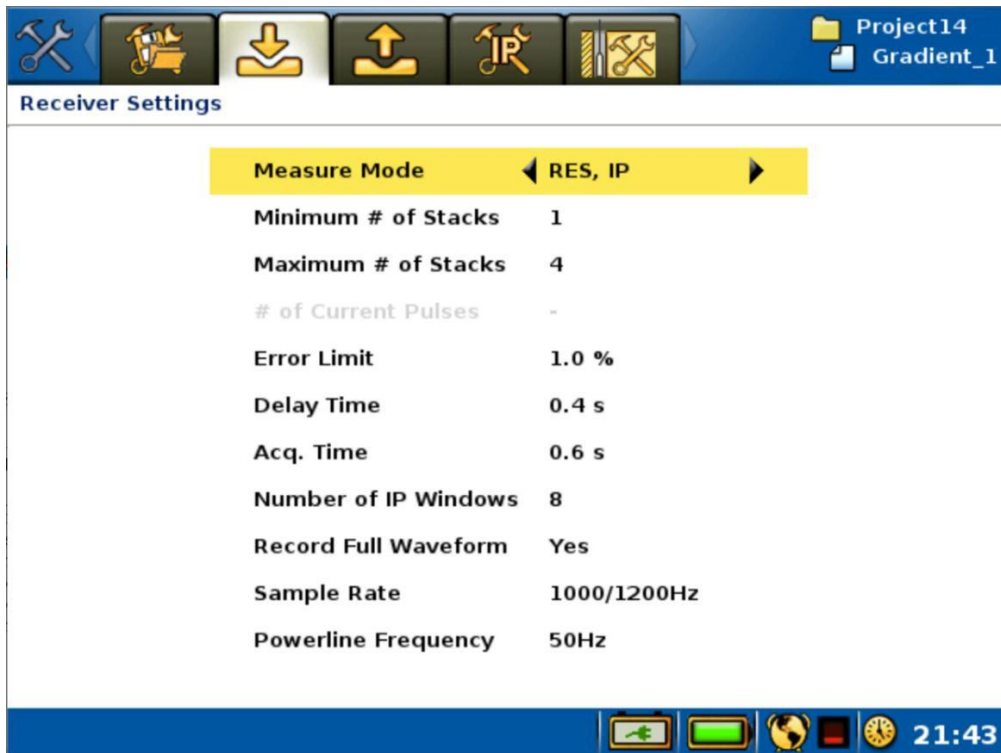


Figura 44 Página de configuración del receptor

La configuración disponible en la página Configuración del receptor (Figura 44):

Modo de medición	Las opciones incluyen potencial propio (SP), resistividad (RES), resistividad combinada y polarización inducida (RES, IP) utilizando el patrón de corriente tradicional del ciclo de trabajo del 50 %, y un novedoso modo combinado de resistividad y polarización inducida (RES, IP100%) utilizando un ciclo de trabajo del 100 % (solo disponible en los modelos LS 2 Advanced y VES MAX).
# mínimo de pilas #	Activo para el modo "Res, IP" y "SP"; El número de pilas necesarias dependerá de las condiciones del sitio, el tamaño de la dispersión de los electrodos y el tipo de matriz de electrodos utilizada. Se recomienda comenzar una tarea con varias pilas y, si la desviación estándar es muy favorable, la configuración del número máximo de pilas puede reducirse incluso tan bajo como una para acelerar las mediciones. El número total de pilas utilizadas dependerá de si se han cumplido los criterios de error (consulte "Limite de error", a
máximo de pilas	

# de pulsos de corriente	Activo para el modo "Res, IP100%"; define cuántos pulsos de corriente se utilizarán por medición, este número no está limitado por la calidad de los datos ("Límite de error"). Solo disponible en los modelos LS 2 Advanced / VES MAX.
Límite de error	El límite de error es equivalente a la desviación estándar entre mediciones repetidas (apilamientos) dividida por el valor medio de un punto de datos, también conocido como coeficiente de variación. La medición se repetirá hasta que se haya alcanzado el número mínimo de pilas. La medición de ese punto de datos se detendrá si la variación cae dentro del límite especificado. De lo contrario, continuará hasta que la variación caiga por debajo del límite o se haya alcanzado el número máximo de acumulaciones.
Tiempo de retardo	El ajuste del tiempo de retardo define el intervalo desde el encendido de la corriente hasta que comience la integración de la señal para la medición de resistividad. Idealmente, el tiempo de retardo debería ser lo suficientemente largo como para que el suelo se cargue por completo. Si se establece demasiado corto, los efectos de carga
Tiempo de Aceleración	El tiempo de adquisición define cuánto dura la integración de la señal para cada parte del ciclo de medición (véase el apéndice A. <i>Medición Modos</i>). En general, el principio es que cuanto mayor sea el tiempo de adquisición, mejor será la calidad de los datos. Cabe señalar que en algunos países el sistema ferroviario utiliza una frecuencia de $16\frac{2}{3}$ Hz, lo que significa que se requieren múltiplos de 60 ms (tenga en cuenta que dicho ruido puede observarse a muchos kilómetros o incluso decenas de kilómetros de distancia de las líneas ferroviarias).
Número de ventanas IP	El número de ventanas IP solo se aplica a las mediciones en uno de los modos IP, y los tiempos se definen en la <i>página "Configuración de ventanas de medición/IP"</i> (Figura 46).
Grabar completo Onda	Además de los valores de datos promedio individuales medidos para cada combinación de electrodos, esta opción registra cómo cambian el voltaje y la corriente de salida, más los voltajes de entrada, a lo largo del ciclo de medición (solo modelos LS 2 Advanced / VES MAX). Esta opción no aumenta el tiempo de medición, pero crea archivos de proyecto más grandes, especialmente con configuraciones altas de "Frecuencia de muestreo". Consulte el Capítulo 6.14 Datos completos <i>de forma de onda</i> para obtener
Frecuencia de muestreo	Especifica la frecuencia a la que se muestrean las mediciones de forma de onda completa. Una frecuencia de muestreo más alta significa que se utilizarán más muestras para los cálculos de datos, y puede ser especialmente útil para los datos IP
Frecuencia de línea eléctrica	La frecuencia de la línea eléctrica debe ajustarse a 50 Hz o 60 Hz dependiendo de en el sistema utilizado en el área de investigación y se utiliza para

5.2.2.3 Configuración del transmisor

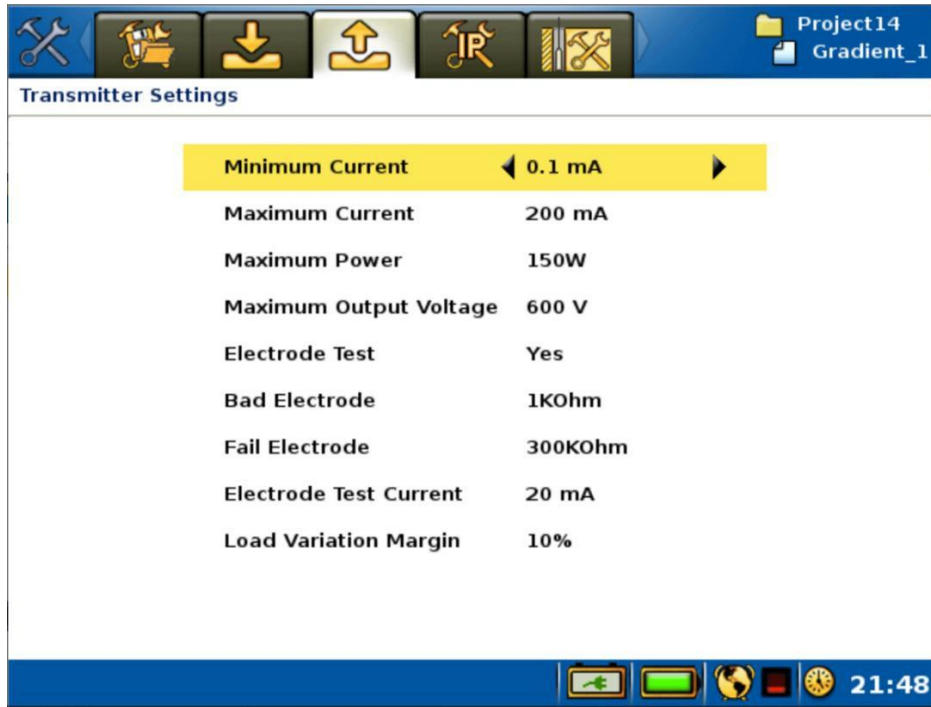


Figura 45 Página de configuración del transmisor

Los ajustes disponibles en la *página de configuración del transmisor* (Figura 45):

Corriente mínima	Este ajuste no obliga al instrumento a transmitir, al menos, la corriente seleccionada (el valor real es el resultado de las condiciones de tierra y los ajustes máximos de corriente/tensión/potencia); En cambio, esto define cuándo aparecerá una advertencia de "baja corriente".
Corriente máxima	Establece la corriente máxima que se puede utilizar para las mediciones. Debe seleccionarse de acuerdo con las condiciones del sitio (condiciones de puesta a tierra de los electrodos, niveles de ruido, etc.), el tamaño de la dispersión de los electrodos y el tipo de matriz de electrodos, para lograr una buena relación señal-ruido y productividad. Se puede configurar la corriente máxima a un valor inferior al máximo para ahorrar energía de la batería
Potencia máxima	La potencia máxima de salida se puede limitar, por ejemplo, para ahorrar batería poder
Voltaje de salida máximo	La tensión de salida máxima del transmisor puede limitarse si, por ejemplo, los cables de electrodos utilizados no están diseñados para el máximo voltaje
Prueba de electrodos	La prueba del electrodo se lleva a cabo utilizando el método 'Focus One', en el que el la resistencia de cada electrodo se mide contra todos los demás electrodos combinados; Esta opción determina si se realizará la prueba. No se recomienda apagarlo para la adquisición normal de datos, ya que puede conducir a la adquisición de datos incorrectos de electrodos con

Electrodo defectuoso Umbrales para categorizar la resistencia de contacto del electrodo aceptable. Debe configurarse de acuerdo con las condiciones del sitio, ya que la resistencia del suelo puede variar mucho de un sitio a otro.

Corriente de prueba de electrodos La corriente máxima utilizada para la prueba del electrodo. 20 mA es normalmente un buen valor para usar.

Margen de variación de carga Esto define cuánto se permite cambiar el voltaje de salida para mantener una corriente constante (si la carga varía) durante la medición. Si el cambio es mayor que el valor establecido, la medición se detendrá y se mostrará un mensaje de error (generalmente "No regulando"). El valor predeterminado es 10 %. Aumentar este valor puede mejorar las mediciones en situaciones difíciles pero también limitará la potencia máxima de salida a medida que El instrumento debe mantener una mayor "reserva" de potencia al comienzo de una medición (para poder mantener un flujo de corriente constante en el caso de que la resistencia de carga aumente durante la inyección de corriente).

5.2.2.4 Configuración de la ventana IP

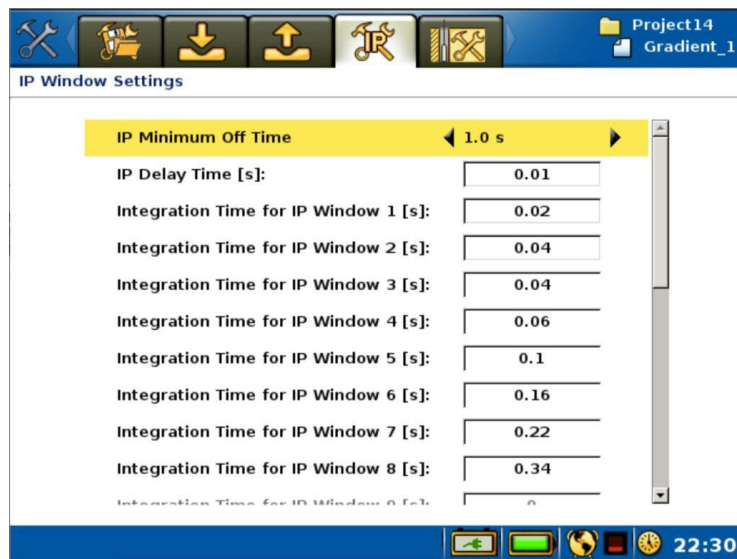


Figura 46 Página de configuración de la ventana IP

La configuración de tiempo para medir la capacidad de carga en *los modos de medición* IP se define en la *página "Configuración de la ventana IP"* (Figura 46). Los tiempos de integración para las (hasta) 20 ventanas de medición se introducen en la lista inferior. El tiempo de "apagado actual" (solo relevante para el ciclo de trabajo tradicional, 50%, modo de medición "IP") es equivalente al "tiempo mínimo de apagado de IP" a menos que la suma total del tiempo de retardo de IP y los tiempos de integración sean mayores. Las ventanas de integración IP deben ser múltiplos del período de frecuencia de la línea eléctrica local (por ejemplo, múltiplos de 20 ms para la frecuencia de 50 Hz y 16,667 ms para 60 Hz). El "tiempo de retardo IP" permite que el ruido natural generado cuando se desconecta la corriente (o se conmuta la polaridad) pase antes de que comience la integración; solo debe ser de 0,01 s a 0,02 s.

5.2.2.5 Configuración de registro de pozos

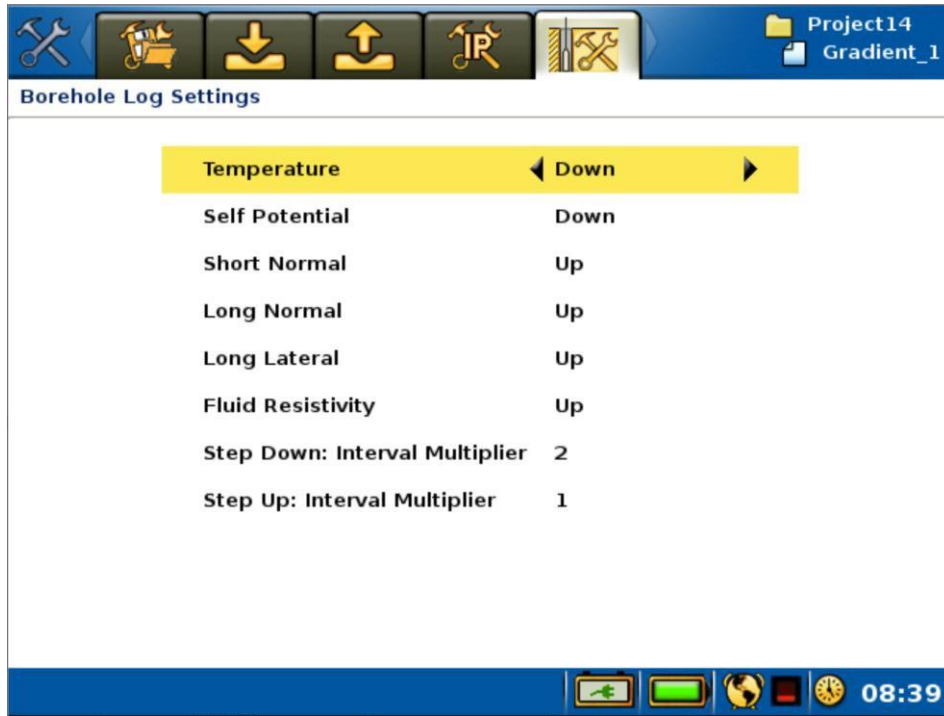


Figura 47 Página de configuración del registro de pozos

Las opciones disponibles en la página Configuración del registro de pozos (Figura 47) son las siguientes:

Temperatura	Este, y los siguientes cinco elementos del menú, representan los diferentes parámetros que se pueden registrar en el registro de pozos. Esta configuración define si se grabará cada uno de ellos y cuándo. Se pueden configurar en "No", "Arriba", "Abajo" y "Arriba y abajo".
Potencial propio	Normalmente se registra en la fase descendente, antes de cualquier flujo de corriente.
Corto Normal	Una medición de resistividad/IP de la geología circundante.
Largo normal	Una medición de resistividad/IP de la geología circundante.
Lateral largo	Una medición de resistividad/IP de la geología circundante.
Resistividad de fluidos	Una medida de resistividad del fluido dentro del pozo.
Paso a paso: Multiplicador de intervalo	El intervalo de medición predeterminado (definido como el valor "Z" cuando crear una <i>tarea</i> , consulte el Capítulo 3.7.2 <i>Tarea</i>) se puede dar una multiplicación factor para "Step Down" y "Step Up", respectivamente.
Aumentar: Multiplicador de intervalo	Esto permite diferentes intervalos de medición en el viaje descendente y ascendente del dispositivo de registro. Por ejemplo, si el "Espaciado mínimo de electrodos Z (m)" se estableció en 1 m y el multiplicador "Reductor" se establece en 2, los datos del pozo se registrarán cada 2 metros en el viaje descendente, pero cada metro en la fase de retorno, ascendente. El resultado de la multiplicación se llama distancia de

5.2.3 Crear nueva estación

Antes de tomar medidas en una nueva *Tarea*, es necesario crear una nueva Estación de medición (Figura 48); en el ejemplo, esta será la primera estación. Una estación de medición indica al instrumento dónde se encuentra la dispersión en el suelo, es decir, traduciendo las coordenadas relativas del archivo de dispersión a posiciones absolutas. La *estación* se refiere a la ubicación del primer electrodo en el primer cable del archivo de propagación activo, independientemente de si se han excluido electrodos o cables en la *página "Medición/Electrodos"*.

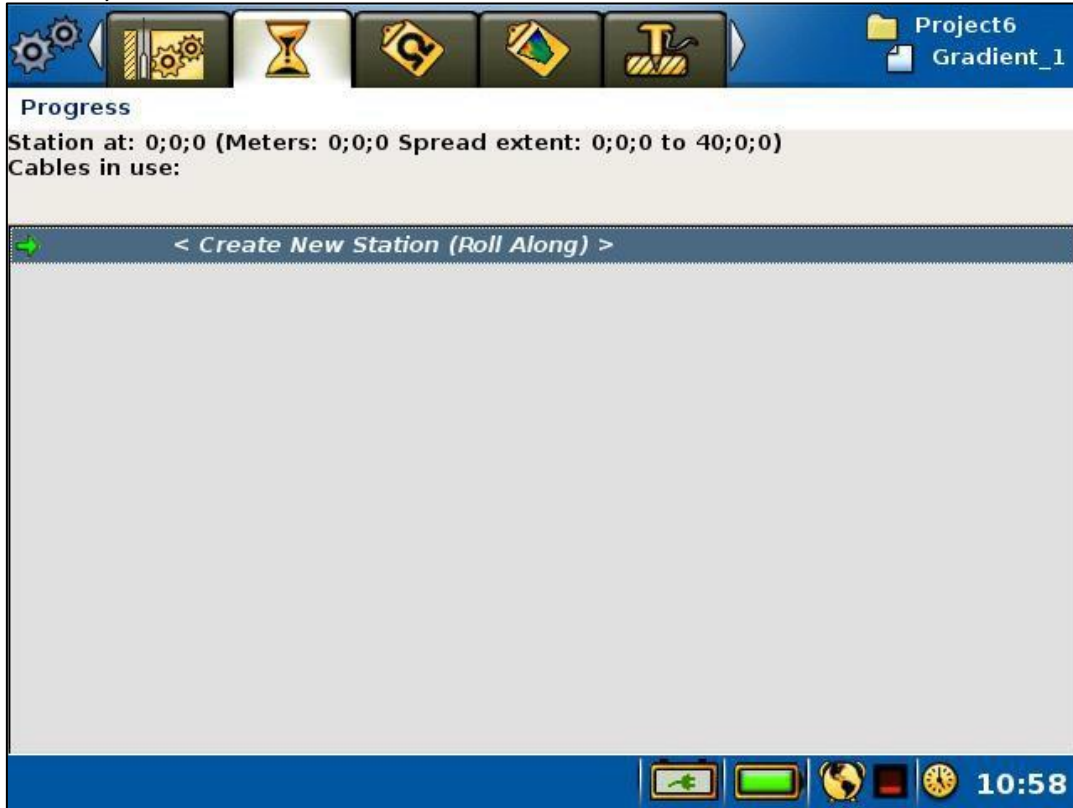


Figura 48 Crear nuevo comando de P.K. en la página de progreso de medición

La nueva posición de la estación se define en el cuadro de diálogo "Crear nueva estación" (Figura 49). Para acceder a este cuadro de diálogo, vaya a la *página "Medir/Progreso"* y pulse <OK> cuando la fila <Crear nueva estación (Roll Along)> esté resaltada.

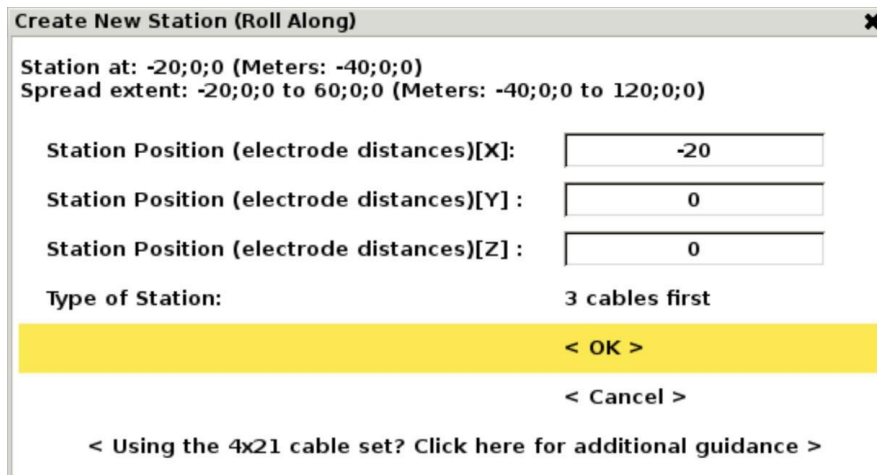


Figura 49 Cuadro de diálogo Crear nueva estación

¡Nota! Las coordenadas de la estación se introducen en la "posición relativa del electrodo" en lugar de la distancia absoluta, es decir, la extracción 1 es la posición del electrodo 0, la extracción 21 sería la posición del electrodo 20, la extracción 64 sería la posición del electrodo 63. Esto significa que la secuencia de posiciones de estación es la misma para cada levantamiento que utiliza un conjunto de cables dado e independiente del espaciado de electrodos utilizado. La distancia real es el producto de la posición y el espaciado de los electrodos.

La parte superior del cuadro de diálogo muestra detalles del diseño de la dispersión para las coordenadas introducidas actualmente, con la posición de la estación en la parte superior y la extensión total de la dispersión debajo. Esta información se muestra como posición relativa del electrodo, así como en distancia absoluta entre paréntesis. Las posiciones se pueden introducir manualmente o, alternativamente, hay disponibles varias estaciones predefinidas. Las estaciones preestablecidas no solo establecen la posición de la estación correctamente, sino que también excluyen automáticamente los electrodos de los cables que no están en uso (cuando corresponda). Los P.K. predefinidos se definen en el archivo de difusión. Para obtener más información sobre el estacionamiento para diferentes juegos de cables, consulte el Capítulo 6.5 *Imágenes eléctricas 2D*, Appenix B. *Procedimiento de levantamiento para juegos de cables comunes*, Apéndice C. *Archivos de secuencia de extensión y medición*, y/o las opciones de la *Guía de inicio rápido de Terrameter LS 2* disponibles en el sitio web de Guideline Geo.

5.2.4 Exclusión de cables y electrodos

Puede haber ocasiones en las que no haya suficiente espacio para usar todos los cables o electrodos dentro de una extensión, y es necesario usar solo un subconjunto de la extensión. En estos casos, es posible excluir usando la página "Medición / Electrodo" (Figura 5050).

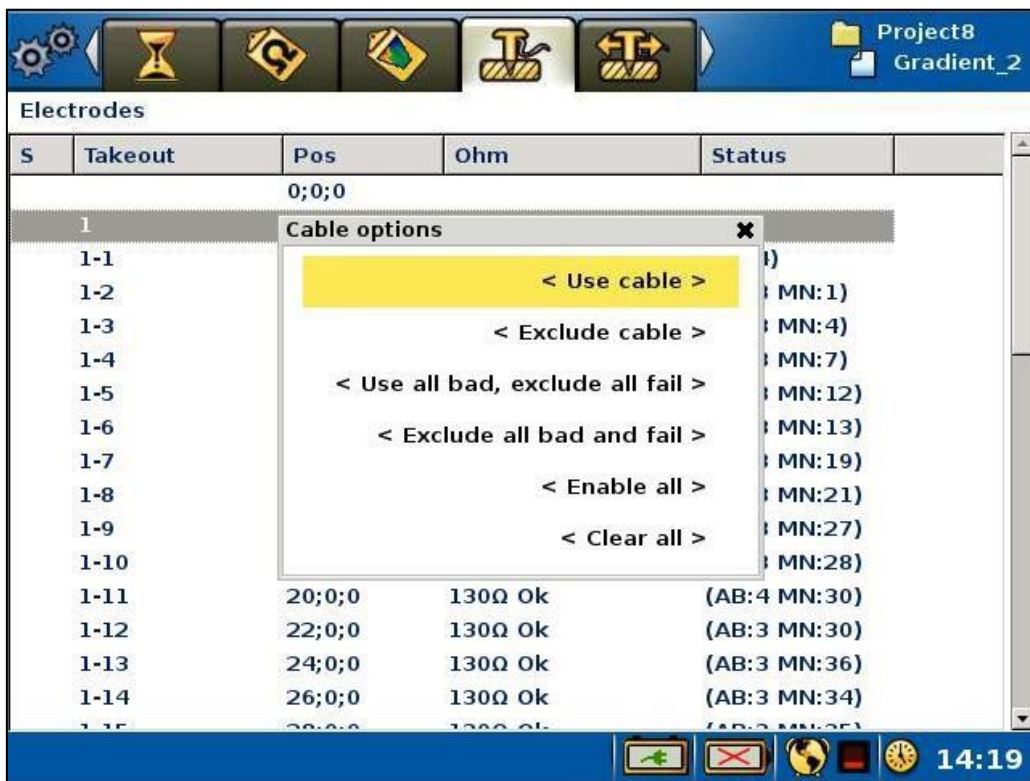


Figura 50 Menú emergente Excluir cable

Excluyendo un cable / electrodos (consulte también el Capítulo 6.10.2 *Prueba de contacto del electrodo*)

Mueva el resaltado al cable o electrodo requerido

Presione <Opciones> y se mostrará el menú de opciones

Resalte el elemento de menú <Excluir cable> / <Excluir electrodo>
(Figura 50)

Presione <OK>

6 PROCEDIMIENTOS DE MEDICION

6.1 General

Para obtener información general y teoría sobre imágenes geoeléctricas, consulte un libro de texto o tutorial de geofísica moderna. Esta sección se centra en los aspectos prácticos del uso del medidor de resistividad Terrameter LS 2 y sus accesorios en lugar de la teoría en profundidad de las mediciones de resistividad e IP.

¡Nota! La humedad y/o la suciedad en los conectores comprometerán la calidad de los datos e incluso pueden causar daños permanentes en los conectores o el instrumento. **Mantenga siempre las tapas protectoras limpias, secas y en su lugar siempre que sea posible. Interconecte las tapas protectoras para protegerse entre sí cuando los cables estén conectados (Figura 51).**



Figura 51 Conexión de las tapas antipolvo

6.2 Equipo esencial

Los siguientes equipos deben considerarse obligatorios para la adquisición de datos utilizando el sistema ABEM Terrameter LS 2:

- Para garantizar un funcionamiento adecuado durante las imágenes geoeléctricas con potencia media a alta, el Terrameter debe alimentarse con una batería externa, por ejemplo, una batería de plomo-ácido gelificada o una batería de automóvil (55 – 70 Ah).
- Cables extendidos de imágenes de electrodos múltiples y cantidad adecuada de empalmes de cables y puentes de cable.
- Cantidad adecuada de electrodos.

¡Verifique que las baterías internas y externas del Terrameter estén cargadas antes de ir al campo!

6.3 Equipo adicional recomendado

A menudo se requiere equipo adicional para la adquisición eficiente de datos de buena calidad. La siguiente lista es un intento de resumir el equipo adicional que se necesita con frecuencia:

- Cargador de batería y batería externa de repuesto.
- Un conjunto de walkie-talkies, o teléfonos móviles, si se utilizan cables con un espacio largo entre electrodos (por ejemplo, más de 2 metros entre cada extracción).
- Martillos de poliuretano (dos o más) para martillar electrodos.
- Botellas de plástico para agua, potencialmente con sal añadida y polímero que aumenta la viscosidad, para mejorar el contacto de los electrodos en suelo seco. Un polímero de lodo de perforación agregado al agua puede aumentar la viscosidad para evitar que se drene durante la medición en suelos permeables. Mezcle sal y polímero con agua hasta obtener una viscosidad adecuada, puede ser conveniente hacerlo en cubos antes de verter la mezcla en botellas de plástico de un tamaño conveniente.
- Una cantidad adicional de electrodos y puentes cuando se opera en áreas con tierra seca que dificulta el contacto, para permitir el uso de múltiples electrodos a la vez.
- Pintura en aerosol y clavijas para marcar las líneas de perfil.
- Cinta de topógrafo no metálica para medir la distancia desde la línea de perfil hasta la referencia o para medir el espaciado de los electrodos si se van a utilizar intervalos más pequeños que el espaciado de extracción normal.
- Equipo de nivelación y / o receptor GPS de buena calidad si es necesario registrar la topografía (depende del tipo de terreno).
- Cable(s) de electrodo remoto(s) si se va a utilizar el conjunto polo-polo o polo-dipolo.
- Un kit básico para mantener los conectores limpios y secos, por ejemplo, palillos de dientes, cepillo de dientes, paño sin pelusa y limpiador de contactos sin residuos.
- Multímetro de bolsillo con función de comprobación de continuidad para la detección de errores.

6.4 Configuración del hardware

Extienda los cables de los electrodos y conéctelos al cable del electrodo. Tenga cuidado de asegurarse de que se proporcione un contacto adecuado con los electrodos y que los puentes de cable que conectan los electrodos a los cables de los electrodos estén en buenas condiciones y conectados correctamente. Se recomienda girar o deslizar el conector hacia arriba y hacia abajo mientras se conecta, para eliminar la suciedad o el óxido en las superficies de contacto.

Conecte los cables de los electrodos a Terrameter LS 2, asegurándose de conectarlos en el orden correcto en relación con la disposición de cables utilizada. Consulte el Apéndice A. *Modos de medición* y Apéndice B. *Procedimiento de levantamiento para conjuntos de cables comunes* para una descripción más detallada de diferentes tipos de topografía / imágenes.

Conecte la fuente de alimentación externa si es necesario, es posible que el paquete de baterías incorporado solo sea suficiente para pequeños estudios de baja potencia. Encienda el instrumento pulsando el botón de encendido.

El botón del interruptor de seguridad debe soltarse antes de que pueda comenzar la medición para permitir la transmisión de corriente.

6.5 Tomografía eléctrica 2D

En la siguiente sección se describe el procedimiento general para la adquisición de imágenes eléctricas 2D con algunas referencias a determinados conjuntos de cables. Para obtener detalles específicos sobre el levantamiento 2D utilizando los juegos de cables más comunes disponibles con el ABEM Terrameter LS 2, consulte Appenix B. *Procedimiento de levantamiento para juegos de cables comunes*. Alternativamente, consulte las Guías de inicio rápido de ABEM disponibles para descargar desde el sitio web de Guideline Geo, ya sea a través de la sección de soporte del sitio o desde las páginas de productos LS 2. También es posible escanear el código QR en la pantalla de bienvenida del Terrameter LS 2 para acceder a recursos específicos para el estudio de resistividad.

6.5.1 disposición general de cables

Para comenzar, todos los cables de imágenes deben extenderse en la dirección del perfil, es decir, con los números de extracción aumentando en la misma dirección en que aumentan los números de coordenadas. Asegure el extremo libre del cable en el punto del extremo del número de coordenadas bajo del perfil deseado y camine el carrete hacia los puntos de números de coordenadas más altos (Figura 52). Es una buena regla tener los perfiles siempre de sur a norte o de oeste a este (en lugar de norte a sur o de este a oeste) para evitar confusiones cuando se presenten los resultados (a menos que un sistema de coordenadas existente exija lo contrario

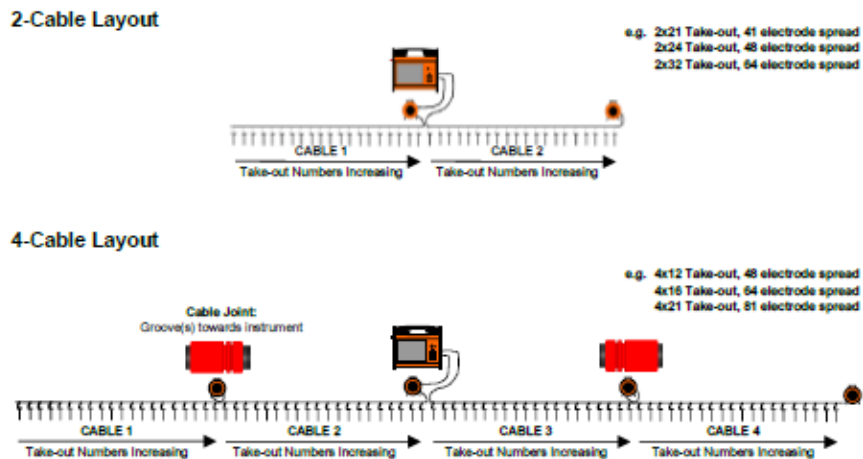


Figura 52 Disposición genérica de cables para diseños de 2 y 4 cables

6.5.2 Uniones de cables

Para todos los juegos de cables estándar de 4 secciones (4x12 electrodos, 4x16 electrodos, 4x21 electrodos) es necesario volver a conectar los cables exteriores (Cable 1 y Cable 4) a la instrumentación a través de los cables internos (Cable 2 y Cable 3). Esto se logra utilizando una *junta de cable* específica adaptada al tipo de cable en uso. Las uniones de cables son direccionales, pero tienen ranuras fresadas en el cuerpo para ayudar a encajarlas en la orientación correcta.

¡Nota! Las ranuras en las uniones de los cables siempre deben apuntar hacia el instrumento.

El número de ranuras en una unión de cable identifica con qué juego de cables está diseñado para trabajar. Una ranura indica que la unión del cable es para el juego de cables 4x21, dos ranuras para el juego de cables 4x16 y tres ranuras para el juego de cables 4x12 (Figura 53).

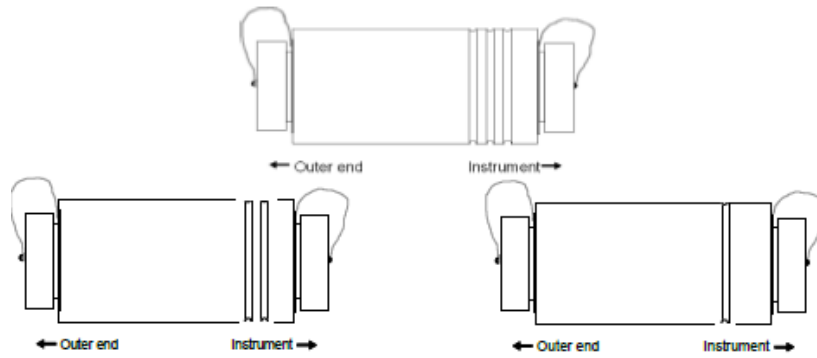
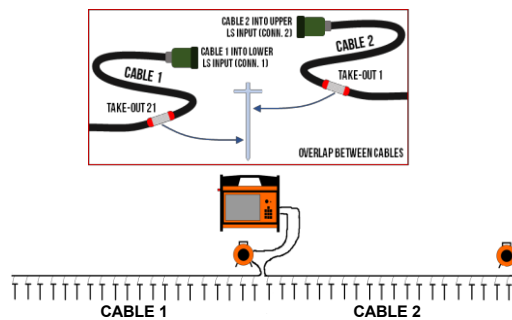


Figura 53 Empalmes de cables con dirección de conexión para juego de cables de extracción de 4 x 12 (arriba), juego de cables de extracción de 4 x 16 (izquierda) y juego de cables de extracción de 4 x 21 (derecha)

6.5.3 Superposición de salidas en el conjunto de cables de 21 salidas

La disposición de los cables y electrodos difiere ligeramente entre los 21 juegos de cables de extracción (2x21 y 4x21) y las otras configuraciones estándar (12, 16, 24 y 32 cables de extracción). Con los 21 cables de extracción, la extracción #21 en el cable 1 se superpone con la extracción #1 del cable 2. Esto se repite en cada unión de cables y en el centro del diseño (donde se encuentra el instrumento). Estas tomas superpuestas se conectan al mismo electrodo (ver Figura 54). En todos los demás juegos de cables, no hay superposición y el espacio entre la última extracción de un cable y la primera extracción del siguiente cable debe coincidir con el espacio de extracción de los cables.

Diseño de cables 2x21



NOTA: No hay superposición ni electrodos compartidos en los siguientes juegos de cables:

- 2x12 (24 electrodos)
- 2x16 (32 electrodos)
- 2x24 (48 electrodos)
- 2x32 (64 electrodos)
- 4x12 (48 electrodos)
- 4x16 (64 electrodos)

Diseño de cable 4x21

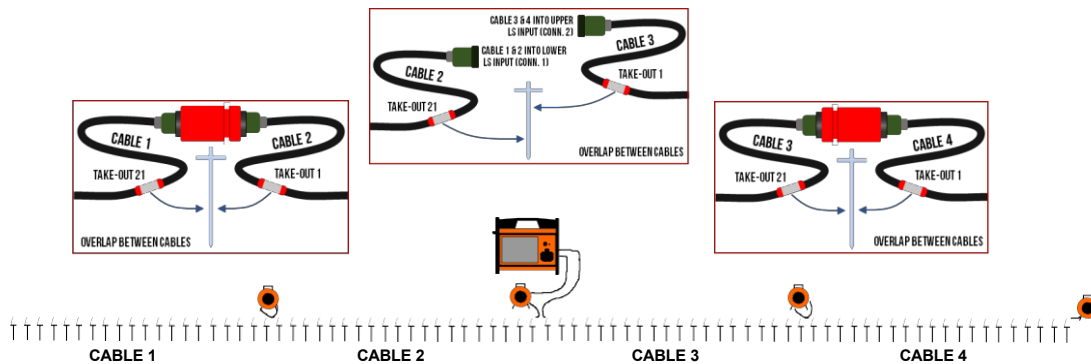


Figura 54 Superposición de cables y uso compartido de electrodos en 21 juegos de cables de extracción

El diseño superpuesto también significa que no es necesario medir físicamente la distancia entre cables, solo es necesario alinear la última y la primera extracción de cables sucesivos.

6.5.4 Conexión de electrodos, cables de extensión y el instrumento

Conecte los electrodos a todas las tomas activas. Si el suelo es blando y húmedo, los electrodos pueden empujarse al suelo con la mano y conectarse; sin embargo, a menudo se necesita martillar y humedecer para materiales de superficie más firmes y secos. Los electrodos deben ser verticales y no insertarse a más de 1/10 de la distancia entre electrodos (es decir, para electrodos espaciados de 1 metro, no deben martillarse a más de 10 cm de profundidad).

Verifique las superficies de contacto entre las tomas de electrodos, los puentes de cable y los electrodos en busca de suciedad y óxido, lo que puede reducir la calidad de los datos, y limpie si es necesario. Conecte los cables de los electrodos interior y exterior utilizando las uniones de los cables.

En un diseño de 2 cables, conecte el Terrameter LS 2 entre el cable 1 y el cable 2; El cable 1 va al conector 1 en el panel final del Terrameter LS 2, mientras que el cable 2 va al conector 2. Para configuraciones de 4 cables, conecte el instrumento entre los cables 2 y 3 con el cable 2 conectado al conector 1 en el panel final del Terrameter y el cable 3 en el conector 2.

¡Nota! El conector 1 es la *más baja* de las dos conexiones de cable extendido en el panel final del Terrameter LS 2 y el conector 2 es la *unidad superior*. Esto facilita el apriete del conector para la segunda mitad de la extensión, una vez que se ha conectado el primer conector.

6.5.5 Tipos y diseños de estaciones especializadas y de desplazamiento continuo

Una vez que se completa la recopilación de datos en la ubicación de propagación inicial, es posible extender la longitud de un perfil de encuesta realizando una o más maniobras de arrastre. Este es el proceso de mover un cable al extremo opuesto del perfil, mover el instrumento a lo largo de un cable para que esté, una vez más, en el medio de la extensión y crear una nueva estación para registrar la nueva posición. El instrumento solo recopila puntos de datos disponibles por la nueva posición del cable, no repite ninguno de los puntos de datos anteriores dentro de la zona de superposición (ver Figura 55, A). Este proceso se puede realizar con cualquier extensión de cable y, normalmente, se mueve un cable a la vez. Hay estaciones en el cuadro de diálogo "Crear nueva estación" diseñadas para acelerar la creación de estaciones rodantes, ingresando automáticamente la nueva posición correcta. La variante predeterminada es "1 cable hacia adelante", que asume que el cable más a la izquierda del instrumento se moverá al extremo derecho de la extensión y, por lo tanto, aumentarán las coordenadas de la estación. Normalmente habrá una opción para rodar en la dirección opuesta, llamada "1 cable hacia atrás".

La configuración 4x21 (81 electrodos) es el juego de cables "extendido" de ABEM, que se utiliza para crear una extensión más larga (y, por lo tanto, mediciones más profundas) sin agregar ninguna conmutación adicional. Para un espaciado de electrodos dado, mejora la profundidad teórica máxima en ~25% en comparación con un diseño normal de 64 electrodos.

Para lograr esto, solo las tomas impares en el cable 1 y el cable 4 están conectadas a la matriz de interruptores, que tiene una capacidad máxima para 64 electrodos activos. Para las mediciones más profundas, la pérdida natural de resolución con la profundidad significa que las conexiones faltantes no comprometen el conjunto de datos final. Sin embargo, para las mediciones cercanas a la superficie, es necesario utilizar el espacio mínimo de los electrodos a lo largo de todo el perfil. Por esa razón, la primera y la última estación de un perfil 4x21

ABEM Terrameter LS 2

están diseñadas específicamente para que un cable interior (Cable 2 o Cable 3) se utiliza al principio y al final de la línea de levantamiento, ya que estos cables tienen todos los electrodos activos.

Al terminar un perfil topográfico, sin cables ni electrodos adicionales, el instrumento debe moverse un paso hacia adelante para obtener toda la información cercana a la superficie. Los cables de electrodos activos serán efectivamente el Cable 2 y el Cable 3 (ver Figura 55, B) y debido a que solo está completando algunos puntos de datos cercanos a la superficie, solo un pequeño número de Es necesario tomar medidas.

Aunque parece engorroso, el proceso de comenzar con solo tres cables y terminar con dos, permite que el equipo de campo superponga el diseño y la recuperación del equipo con la recopilación de datos; es decir, no es necesario colocar todo primero y luego permanecer inactivo esperando que se complete la recopilación de datos. Más detalles sobre el procedimiento 4x21 se encuentran en Appenix B. Procedimiento de inspección para juegos de cables comunes.

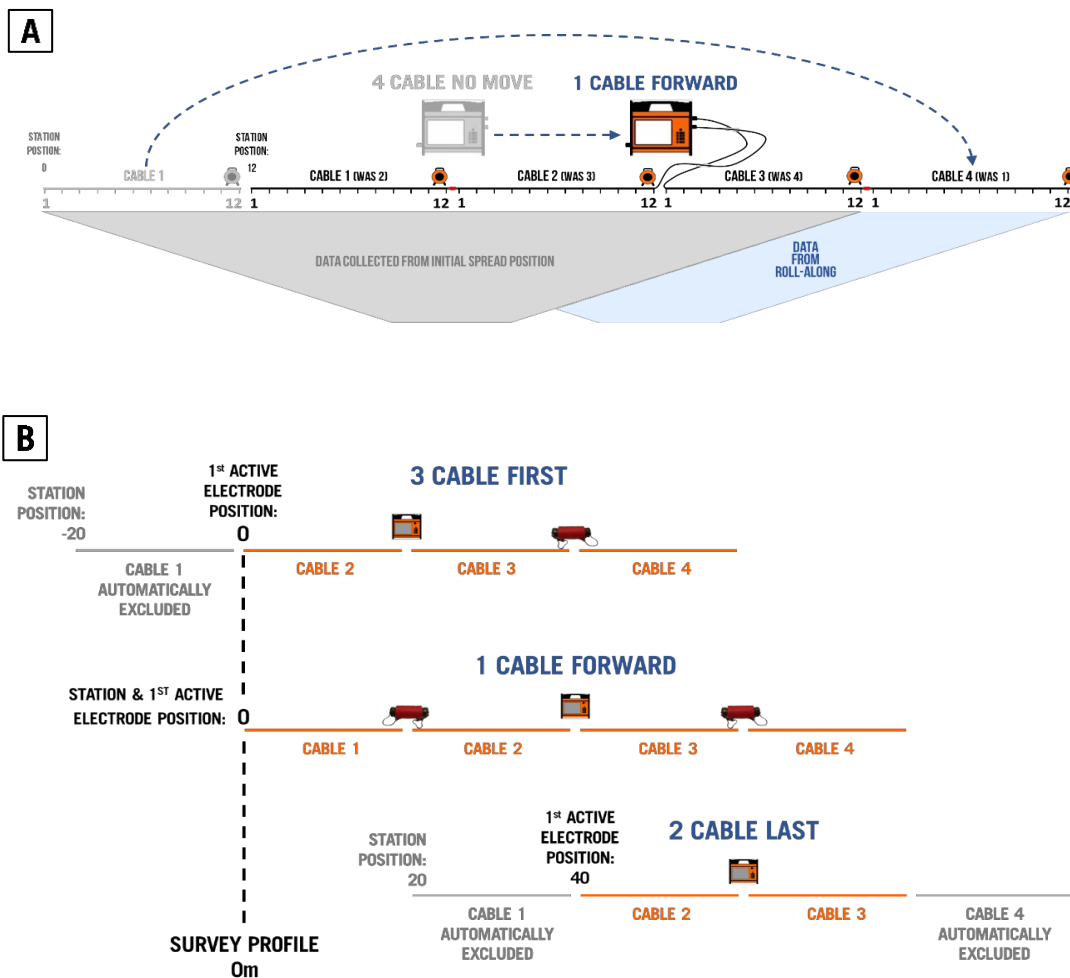


Figura 55 A: Procedimiento de roll-along en un conjunto de 4 cables y 12 cables de extracción con nombres de estación predefinidos del cuadro de diálogo Crear nueva tarea escritos en la parte superior; las características atenuadas representan elementos de la posición de dispersión inicial.

B: Procedimiento general de levantamiento para una cobertura de datos completa utilizando cables de extracción de 4 x 21; para agregar más roll-alongs, simplemente repita la etapa central "1 Cable Forward" que completa automáticamente los datos cercanos a la superficie cuando el Cable 4 se convierte en el Cable 3 durante el

proceso de laminación. Una vez que se hayan completado todos los roll-alongs, termine moviendo el instrumento entre los dos últimos cables y seleccionando la estación "2 Cable Last".

6.6 Tomografía 3D con varias líneas 2D (2.5 D)

Una forma sencilla de llevar a cabo un levantamiento 3D es medir una serie de perfiles 2D paralelos (y, opcionalmente, ortogonales) que luego se fusionan en un único conjunto de datos 3D antes de invertir ese archivo en un paquete de inversión 3D. Este método a menudo se conoce como levantamiento 2.5D y es probablemente el medio más común para generar conjuntos de datos 3D, ya que requiere mucho menos hardware y se puede lograr con protocolos de medición regulares. En muchos casos, la mejora en la calidad de los datos y la precisión del modelo proporcionada por el levantamiento 3D "verdadero" no garantiza el costo y el esfuerzo adicionales asociados con los grandes diseños 3D.

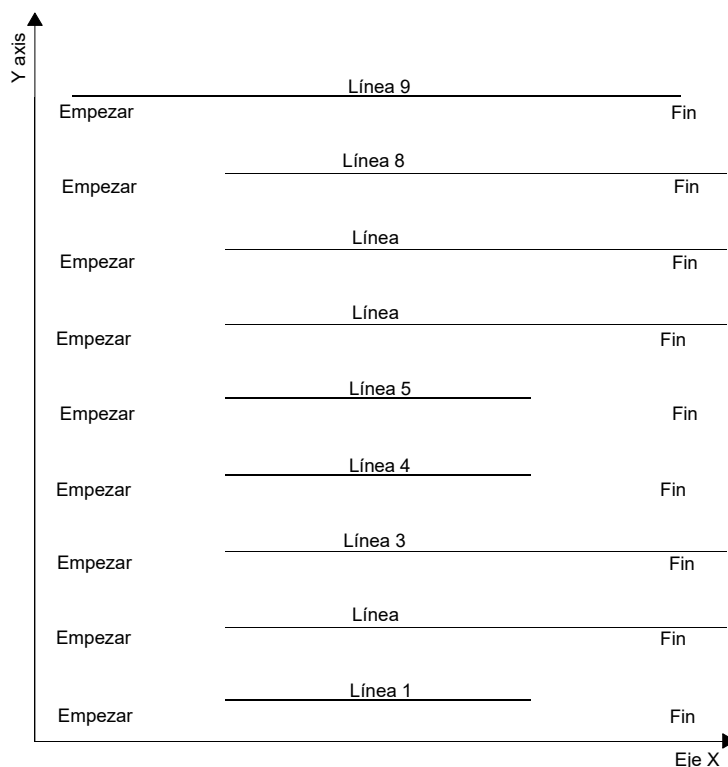


Figura 56 Este ejemplo muestra un levantamiento que consta de 9 líneas paralelas orientadas en la dirección X y desplazadas en la dirección Y.

A continuación se da una descripción condensada paso a paso, en la que se supone que la dirección del (primer) cable del electrodo se llama X y que la dirección perpendicular se llama Y (Figura 56). En esta figura, todas las líneas tienen su primer electrodo en la misma ubicación X (sin desplazamiento izquierda-derecha) y solo la ubicación Y difiere entre ellas. La descripción asume que Res3Dinv (de Geotomo / Aarhus Geosoft / Seequent) se utilizará para la inversión, pero la mayor parte del procedimiento debe ser aplicable al software de inversión alternativo.

1. Decida un diseño, es decir, el número de perfiles paralelos y, si es necesario, líneas transversales.
2. Decida qué configuración de electrodos utilizar. Como matriz general, Multiple El gradiente es una buena opción pero, si las estructuras verticales son probables, Dipolo-Dipolo podría ser mejor.
3. En el Terrameter LS 2, seleccione un spread y un protocolo adecuados de acuerdo con los puntos 1 y 2.

4. Extienda los cables de los electrodos a lo largo de la primera línea de inspección y conecte los electrodos. Conecte los cables de los electrodos al Terrameter LS 2 y comience a medir en la nueva tarea; Realice los movimientos de arrastre que sean necesarios.
5. Mientras se mide en una línea, se pueden hacer preparativos para la siguiente línea de investigación. **Idealmente, la distancia entre líneas no debe exceder el doble la separación de electrodos.** Usando una separación entre líneas que sea igual a La separación de electrodos aumentará la resolución. Si se requiere una resolución adicional, el proceso se puede repetir con los cables de electrodos desplegados en la dirección perpendicular (dirección Y).
6. Cuando termine la medición en la primera línea, desconecte los cables y electrodos y pasar a la segunda línea. Comience una nueva tarea y proceda a medir como se indicó anteriormente. Tenga en cuenta que los valores de posición de la estación solo deben ingresarse para la coordenada X. Deje Y y Z a cero, el desplazamiento Y se manejará en el procesamiento posterior (intercalación).
7. Continúe el proceso de medición en líneas X sucesivas hasta donde desee, luego complete cualquier línea transversal adicional.
8. Una vez completada la adquisición de datos, descargue todos los archivos de datos a una computadora a través de Terrameter LS Toolbox, filtra los resultados y expórtalos en el formato DAT utilizado por Res2Dinv.
9. Haga una copia del archivo "COLLATE_2D_TO_3D.TXT" (utilizado para enumerar y organizar un conjunto de perfiles 2D para intercalarlos en un único archivo 3D). El original se puede encontrar en el directorio del programa Res2Dinv y, en su nueva copia, cambie los nombres de los archivos (para entrada y salida) y las coordenadas, de acuerdo con la presente encuesta. La dirección de la línea en la Figura 56 es cero en todos los casos (Res2Dinv define X como 0 e Y como 1) y la dirección/signo de la línea también es cero (Res2Dinv define hacia adelante (es decir, L-R) como 0 y hacia atrás (es decir, R-L) como 1).
10. Abra Res2Dinv y use la opción *Archivo > Recopilar datos en formato Res3dinv* para fusionar los archivos. El progreso se informará en pantalla.
11. Inicie Res3dinv y ejecute una inversión en el archivo de datos recién fusionado.

6.7 Tomografía 3D mediante diseños de rejilla de electrodos

En algunos casos, sobre objetivos particularmente complejos o donde se requiere un modelo más preciso, el procedimiento 2.5D descrito anteriormente no es suficiente para los levantamientos 3D. En tales casos, se puede usar una cuadrícula de electrodos para generar un conjunto de datos 3D "verdadero" donde las mediciones se pueden tomar en todas las direcciones a través de la cuadrícula, en lugar de tomarse a lo largo de un solo eje, como es el caso del método 2.5D.

Dado que la matriz de relés incorporada de un solo Terrameter LS 2 puede conmutar 64 electrodos, el tamaño máximo de diseño sería una cuadrícula de electrodos de 8 x 8. Para los "verdaderos" levantamientos 3D, a menudo es necesario tener diseños de electrodos más grandes, por lo que uno o más selectores de electrodos externos (ES10-64C) deben conectarse al Terrameter LS 2.

Por lo general, todos los estudios 3D verdaderos utilizarán una dispersión y un protocolo personalizados según los requisitos del usuario para el diseño y la configuración de los electrodos (consulte el Apéndice C. *Archivos de secuencia* de propagación y medición para obtener más información sobre los archivos de propagación y protocolo).

A veces, con las mediciones 3D es necesario emplear configuraciones polo-dipolo o polo-polo,

ABEM Terrameter LS 2

ya que tienen relaciones mucho mejores de profundidad de medición en comparación con el ancho de dispersión. La desventaja es que se requieren uno o dos electrodos remotos conectados individualmente al panel final, y estos deben colocarse a una gran distancia de la rejilla principal de electrodos (~ 10 – 20 veces el ancho de la rejilla).

6.8 Estudio de tomografía marinas

Es posible realizar estudios de resistividad en o sobre el agua para mapear la geología debajo. Los ejemplos incluyen: topografía en un río para determinar la profundidad del lecho rocoso para planificar los cimientos de puentes; mapeo de la profundidad de sedimentos en embalses; estudios geológicos cercanos a la costa poco profundos. El estudio se puede realizar en agua dulce o salina, pero las aguas conductoras limitarán severamente la capacidad de penetrar en los depósitos geológicos más resistentes que se encuentran debajo.

Los estudios marinos no utilizan electrodos, sino que solo permiten que la corriente fluya desde las tomas de cables hacia el agua y el material debajo. Los estudios marinos normalmente requieren un cableado especial según el caso de uso:

- **Cables estándar:** aguas poco profundas, inmersión a corto plazo, uso ocasional, extracción de acero inoxidable enrollado con alambre.
- **Cables de doble uso:** hasta 40 m de profundidad de agua, inmersión prolongada, uso regular, extraíbles de acero inoxidable macizo ampliados, impermeabilización mejorada.
- **Cables marinos completos:** profundidades superiores a 40 m, inmersión prolongada, lechos rugosos, uso regular, extraíbles de acero inoxidable macizo más ampliados, fabricados con compuesto interno de bloqueo de agua y miembro de tensión de alta capacidad

Los cables de doble propósito son lo suficientemente livianos como para usarlos también en tierra, mientras que los cables completamente marinos suelen ser demasiado pesados y engorrosos para usarlos fuera del agua. Normalmente, todas las tomas se montan en una sola longitud de cable; Esto puede requerir un conector dividido en un extremo para conectarse a los dos conectores del instrumento (el otro extremo del cable generalmente está sellado).

El estudio se puede realizar con los cables flotando en la superficie o hundidos en el lecho (o cerca de él). La flotación de los cables hace que el despliegue y el procesamiento sean más sencillos, ya que la inversión "ve" la columna de agua como una capa más; sin embargo, hay una pérdida de energía significativa dentro de la columna de agua. Los cables hundidos proporcionan la mejor penetración del material del subsuelo, pero requieren información adicional sobre la profundidad y la resistividad del agua para poder modelar los patrones de corriente en la columna de agua sobre el cable de imágenes. Los spreads y protocolos regulares de "tierra firme" son adecuados para mediciones marinas estáticas (es decir, donde la posición del cable se fija durante la recopilación de datos, luego se mueve a la siguiente ubicación y se mantiene estática nuevamente durante la segunda fase de recopilación).

6.9 Tomografía de pozo

Las mediciones de pozos tienen algunos requisitos previos asociados:

- Los pozos no pueden estar secos; Se requiere fluido para poder transmitir corriente desde las tomas de cable al material circundante.
- Es importante determinar si los pozos están revestidos y, de ser así, con qué. Las carcasas metálicas son problemáticas ya que la corriente solo fluirá en la carpintería metálica, mientras que las carcasas de plástico sólido formarán una barrera aislante impenetrable contra la corriente.
- La tomografía de pozo requerirá cables de electrodos especializados en lugar de los cables de imágenes estándar utilizados para la medición de superficies. Estos cables tienen entradas más largas, están sellados en el extremo más alejado (a veces con un

ABEM Terrameter LS 2

ojo de conexión para agregar pesos), tomas de acero inoxidable sólido agrandadas, mejor impermeabilización y, si es necesario, un miembro de refuerzo dentro del núcleo del cable.

La tomografía de pozo se puede lograr utilizando solo extracciones de fondo de pozo o, alternativamente, combinada con electrodos de superficie para proporcionar puntos de datos adicionales para el software de inversión con el que trabajar. De cualquier manera, los archivos de protocolo y propagación personalizados deben diseñarse para adaptarse a la configuración de hardware particular en uso. Véase el Apéndice C. *Archivos de secuencia de propagación y medición* para obtener más información sobre los archivos de propagación y protocolo.

6.10 Realizando la adquisición de datos

La adquisición de datos se controla dentro del elemento de *menú "Medida"*, bajo el cual hay nueve *páginas: "Progreso", "Resultados de resistividad", "Pseudosección", "Electrodos", "Posiciones de electrodos", "Tabla VES", "Curva VES", "Curva de registro de pozo" y "Registro de pozo"*.

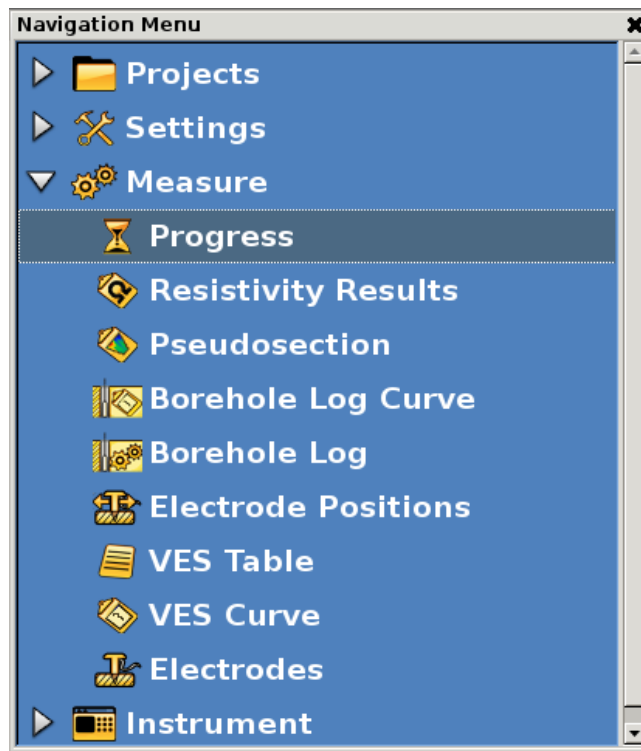


Figura 57 Menú de navegación con el elemento del menú Medida y el subelemento de progreso marcados

6.10.1 Iniciando la medición

□ Inicio de una medición

- Vaya a la *página "Medida/Progreso"*
- Si la fila superior dice < > PARADA DE EMERGENCIA, gire el interruptor de seguridad para liberarlo
- Mueva el resaltado a la fila <Comenzar a medir> (Figura 58)
- Presione <OK>

¡Nota! Si no se muestra <Iniciar medición> significa que aún no se ha definido la posición de la P.K. Seleccione <Crear nueva estación (Roll Along)> para registrar la posición de la estación.

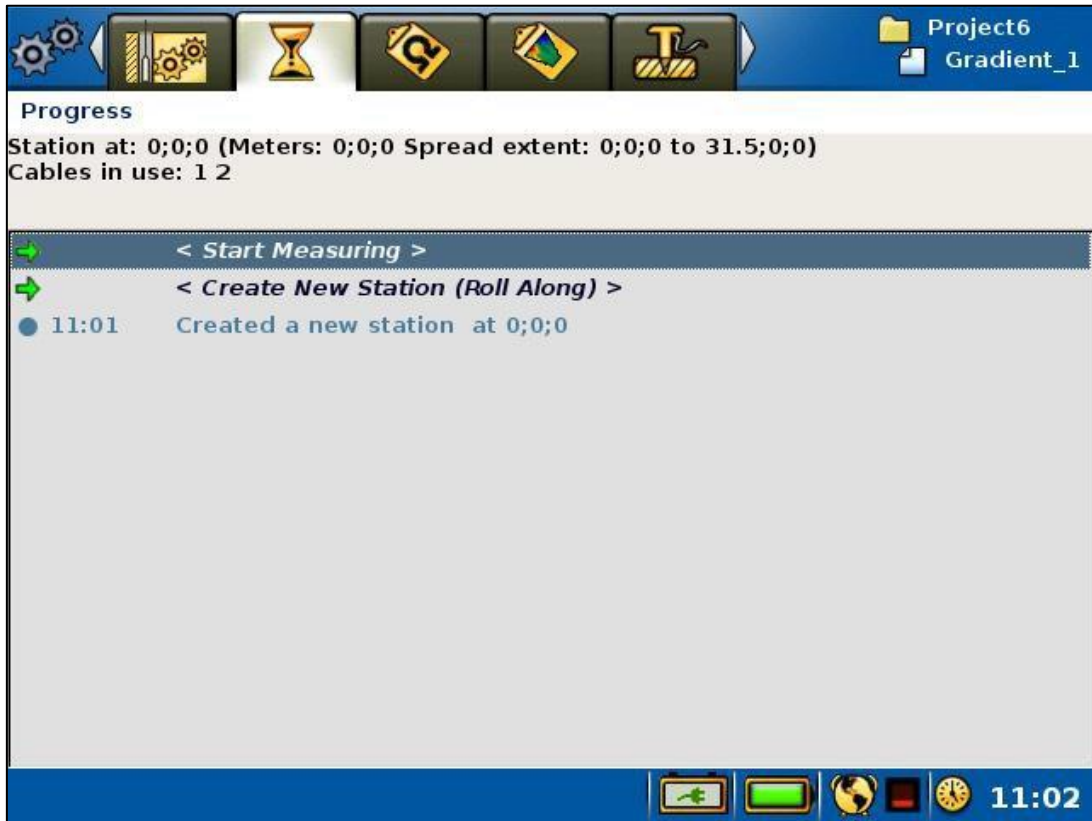


Figura 58 Comando Iniciar medición al medir el progreso Página

Si la configuración de medición implica la transmisión de corriente, es decir, si el modo de medición incluye resistividad o IP, se emite un mensaje de advertencia (Figura 59).

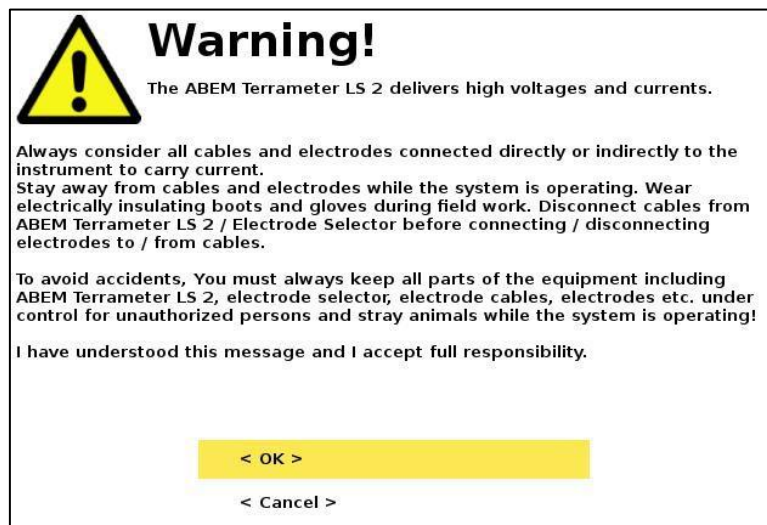


Figura 59 Cuadro de diálogo de advertencia de descarga eléctrica

6.10.2 Test de contacto de electrodos

El primer paso de la fase de adquisición de datos es la prueba de contacto del electrodo. Usando el método 'focus one' , cada electrodo se prueba por turno. Solo se prueban los electrodos necesarios para la siguiente fase de medición, por lo que el número de electrodos bajo prueba puede ser menor que el número total de electrodos en la propagación.

Si todos los electrodos están correctamente conectados, bien conectados a tierra y la resistencia de contacto es baja en comparación con los umbrales y la corriente seleccionados, pasarán. En este caso, el proceso de medición comenzará inmediatamente después de que finalice la prueba de contacto del electrodo.

Si algún electrodo registra un contacto deficiente, esto se informará en la lista de progreso y el software se detendrá y esperará las instrucciones del operador. Navegue a la *página "Medición / Electrodo"* (Figura 60) para ver los resultados detallados.

S	Takeout	Pos	Ohm	Status
		0;0;0		
1				
1-1		0;0;0	134Ω Ok	(AB:6)
1-2		0.5;0;0	130Ω Ok	(AB:6 MN:1)
1-3		1;0;0	130Ω Ok	(AB:6 MN:4)
1-4		1.5;0;0	145Ω Ok	(AB:6 MN:7)
1-5		2;0;0	164Ω Ok	(AB:6 MN:12)
1-6		2.5;0;0	130Ω Ok	(AB:6 MN:15)
1-7		3;0;0	135Ω Ok	(AB:6 MN:22)
1-8		3.5;0;0	130Ω Ok	(AB:6 MN:24)
1-9		4;0;0	144Ω Ok	(AB:6 MN:29)
1-10		4.5;0;0	168Ω Ok	(AB:7 MN:31)
1-11		5;0;0	138Ω Ok	(AB:6 MN:35)
1-12		5.5;0;0	138Ω Ok	(AB:6 MN:35)
1-13		6;0;0	136Ω Ok	(AB:6 MN:43)
1-14		6.5;0;0	146Ω Ok	(AB:6 MN:43)
1-15		7;0;0	130Ω Ok	(AB:6 MN:45)

Figura 60 Estado del contacto del electrodo Página

Tenga en cuenta cualquier electrodo que tenga marcas de "Malo", "Fallo" o "Sin contacto" en la columna "Ohmios".

Warning! Always push the emergency stop button prior to handling electrodes

Localice los electrodos problemáticos y, primero, verifique que los cables de puente estén firmemente conectados al electrodo y la extracción. A continuación, asegúrese de que los electrodos estén bien conectados a tierra (martillar más profundo, reposicionar ligeramente, agregar agua, duplicar electrodos, etc.), luego suelte el botón de parada y reinicie las mediciones. Esto volverá a probar automáticamente todos los electrodos "Malo", "Fallo" o "Sin contacto"; NO volverá a probar los electrodos que ya han pasado. Después de volver a realizar la prueba, el instrumento comenzará la encuesta o producirá otro mensaje fallido. En caso de que otro falle, repita el proceso de localizar electrodos deficientes e intentar mejorar su conexión a tierra. Vuelva a probar los electrodos después de cada mejora. Repita el proceso, hasta que pase la prueba de contacto del electrodo.

Es aconsejable comenzar con un umbral de prueba bajo (es decir, 1000 Ω) porque si todos los electrodos pasan, se debe garantizar un buen contacto. Sin embargo, si la mayoría de los electrodos son "malos", pero tienen valores de resistencia de contacto similares, esto indicaría que la tierra es generalmente más resistiva; considere aumentar el umbral, reiniciar la medición y buscar los valores atípicos en los nuevos resultados de la prueba de contacto.

En algunos casos, puede ser necesario excluir o "forzar el uso" de electrodos individuales. Esto se puede hacer a través del menú emergente (al que se accede presionando la tecla OPT) manualmente o eligiendo una opción automática, por ejemplo, excluyendo todos los electrodos "Defectuosos". También es posible excluir un cable completo a través del menú emergente. Los electrodos excluidos tendrán una "X" junto a ellos en la primera columna; aquellos que se vean obligados a usarse a pesar de no pasar la prueba de electrodos tendrán una "U" al lado. Al excluir electrodos, use la columna "Estado" para ver el impacto que tendrá en el conjunto de datos final; el recuento "AB" es cuántas veces se usará ese electrodo para la inyección de corriente, "MN" es cuántas veces medirá el voltaje.

6.10.3 Información de progreso

El progreso de la medición se muestra en la página "Medición/Progreso" (Figura 61)



Figura 61 Página de progreso

La parte superior de la página "Medición/Progreso" muestra la ubicación y la extensión de la extensión del cable (en la posición relativa del electrodo y la distancia absoluta), y cuáles de los cables aún están activos. Los indicadores de "Cables en uso" se actualizan en tiempo real e indican qué cables se necesitan para recopilar los puntos de datos restantes en la estación de medición actual. Una vez que un cable desaparece de esta lista, se puede mover o guardar.

La parte izquierda de la *barra de estado* en la parte inferior de la pantalla muestra el progreso en términos de cuántas mediciones se han escrito en el disco en comparación con el número total de mediciones que se necesitaron recopilar desde el último inicio de la medición.

Cuando se hayan recopilado todos los puntos de datos disponibles de una posición determinada de la estación, la *barra de estado* mostrará "¡Medición realizada!" y la fila <Detener medición> se reemplazará con la notificación "No hay puntos de datos para medir" (Figura 62).



Figura 62 Ejemplo de medición lista

Todos los eventos significativos que ocurren durante el proceso de medición se enumeran en el registro en la *página "Medida/Progreso"*. Es importante verificar las diferentes partes de la página de *progreso* durante la medición. Los eventos registrados también se guardan en la base de datos del proyecto, se pueden leer en Terrameter LS Toolbox y se exportan como parte del formato de archivo TXT (consulte el Capítulo 7.2.2 *Exportar una tarea como un archivo TXT (texto)*).

Un tipo de evento que puede ocurrir y registrarse en este registro es un error de medición. Estos eventos normalmente activarían un cuadro de *diálogo Error de medición* durante la recopilación de datos. Para obtener más información sobre este manejo de errores, consulte el Capítulo 6.13 *Errores de medición*.

6.10.4 Opciones de visualización de datos

Los datos se pueden ver y analizar durante la recopilación de datos en más de un formato. El más diagnóstico y útil para el control de calidad en la medición son los resultados de la tabla que se muestran en la *página "Resultados de medición / resistividad"* (Figura 63). Como esta pestaña está adyacente a la página "Medir/Progreso", es fácil cambiar hacia atrás y hacia adelante entre las dos durante la medición utilizando las combinaciones de teclas <Examinar> y <Mayús>+<Examinar>.

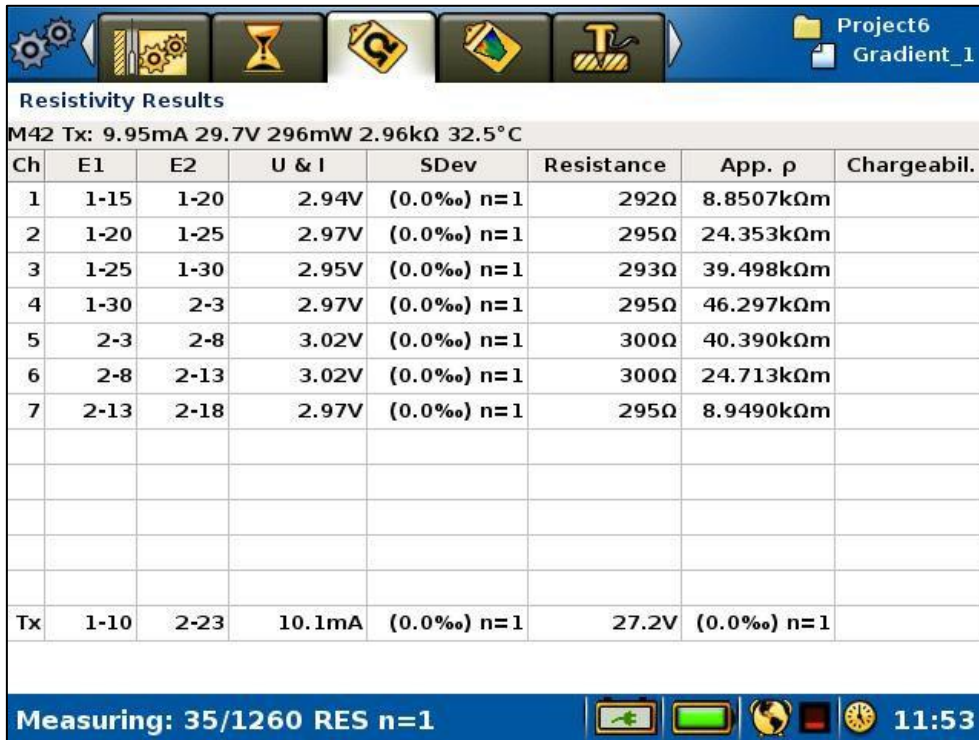


Figura 63 Resultados de resistividad Página

El número de medición ("M42") y los valores clave de la señal transmitida se muestran en el encabezado, inmediatamente debajo del título de la *página*. Estos son los valores de configuración del transmisor para esta medición, determinados por una breve inyección de prueba realizada al comienzo del ciclo de medición y limitados por la configuración del transmisor definida por el usuario.

¡Nota! El número de medida no se restablece al crear un nuevo *Tarea* o cambiar entre *Tareas*, se incrementa continuamente dentro de un *Proyecto*.

Un ciclo de medición puede presentar resultados de cualquier cosa entre uno y doce de los canales de entrada, más el canal transmisor-monitoreo (Tx). El número real de mediciones depende del número de canales de entrada activos en la licencia del instrumento, el diseño del hardware y las configuraciones de electrodos que se utilizan en el protocolo.

Los datos del canal de entrada incluyen, de izquierda a derecha: número de canal, ubicaciones de los electrodos para el par de voltaje (cable no. – N° de electrodo), tensión medida, desviación típica normalizada (coeficiente de variación), resistencia, resistividad aparente y, en su caso, capacidad de carga. Tenga en cuenta que la desviación estándar normalizada se puede mostrar en porcentaje (%) o permil (‰).

El canal transmisor, Tx (fila inferior), representa la corriente de salida y el voltaje de salida medidos finales, que pueden ser ligeramente diferentes de los valores predichos devueltos por la prueba de configuración corta. Esto es especialmente cierto en el caso del voltaje que varía para mantener una corriente constante durante la medición. La tabla muestra, de izquierda a derecha: canal Tx, ubicaciones de electrodos para el par de corriente, corriente de salida, desviación estándar normalizada para la corriente, voltaje de salida y desviación estándar normalizada para el voltaje. Nuevamente, la desviación estándar normalizada se puede presentar en porcentaje (%) o permil (‰).

Una vista de datos alternativa disponible en el instrumento es la pseudosección, como se puede ver en la *página "Medida/Pseudosección"* (Figura 64).

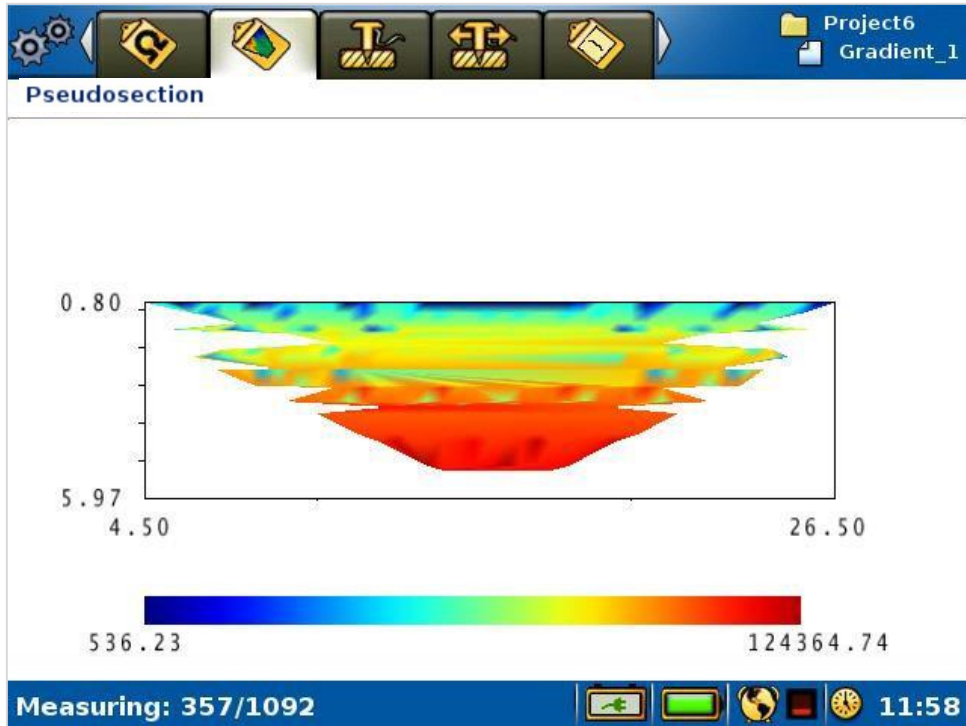


Figura 64 Página de pseudosección

6.10.5 Pausando y parando la adquisición de datos

- Pausar o detener la medición

- Mueva el resaltado a la fila <Dejar de medir> (Figura 61)
- Presione <OK> o <Reproducir-Pausa>

La función de pausa espera a que se complete el ciclo de medición activo antes de activarse. Como tal, pueden pasar unos segundos antes de que se muestre el cuadro de diálogo de pausa de medición (Figura 65). Desde este cuadro de diálogo es posible reanudar o detener el proceso de adquisición de datos.

- Mover el resaltado a la fila adecuada
- Presione <OK>

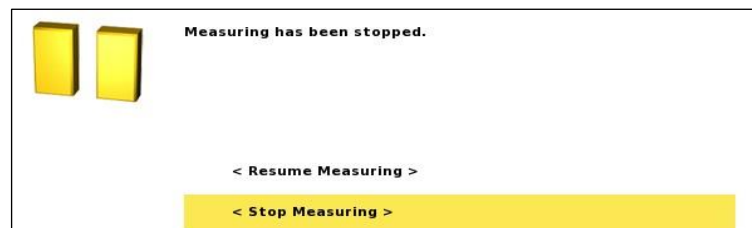


Figura 65 Cuadro de diálogo de pausa de medición

El botón Stop en el panel final de Terrameter LS 2 proporcionará una parada más rápida de la actividad. No se muestra ningún cuadro de diálogo al detenerse de esta manera. Par reanudar, suelte el botón Detener y pulse

<Reproducir-Pausa> o vaya a la página "Medir/Progreso" y seleccione <Comenzar a medir>.

6.10.6 Borrando, recuperar y volver a medir datos

Si se detecta un problema con la adquisición de datos, el proceso de medición se puede detener y los datos se pueden eliminar de nuevo a un punto definido por el usuario, lo que permite volver a medir los puntos de datos.

□ Eliminación de datos

- Detener una medición en curso (6.10.5 Pausar y detener la adquisición de datos)
- Resalte la fila en la lista de progreso correspondiente al punto desde el cual se deben volver a medir los datos
- Presione <Opciones>
- Resalte "<Eliminar medidas después de Mxxxx>" (donde Mxxxx representa un ID de medición) (Figura 66)
- Presione <OK>

< Delete measurements after M2071 >

Figura 66 Menú de opciones Eliminar puntos de datos

Esta acción eliminará los puntos de datos y creará una nueva entrada en la lista de progreso, "Deleted 'Measurement Mxxx,...,Mxxx n=xxx'" (Figura 67). La sección "Mxxx" muestra el intervalo de ID de medición que se eliminaron y el valor "n" es el número de puntos de datos eliminados (recuerde que un solo ID de medición puede tener hasta 12 puntos de datos asociados).



Figura 67 Ejemplo de puntos de datos eliminados

□ Recuperación de datos

- Detener una medición en curso (6.10.5 *Pausar y detener la adquisición de datos*)
- Resalte la opción "Medidas eliminadas..." fila de la lista de progreso que representa el punto a partir del cual se deben recuperar los datos
- Presione <Opciones>
- Resalte "<Recuperar 'Medidas Mxxx,...,Mxxx n=xxx'>" (Mxxxx representa un identificador de medición) (Figura 68)
- Presione <OK>

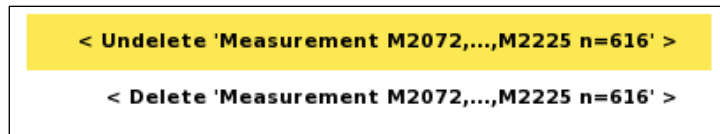


Figura 68 Menú de opciones Recuperar/Eliminar puntos de datos

El comando también creará una nueva entrada, esta vez llamada "Undeleted 'Measurement Mxxx,...,Mxxx n=xxx'", con los mismos números que la entrada eliminada (Figura 69).



Figura 69 Ejemplo de puntos de datos no eliminados

Si los puntos de datos se van a eliminar al final de una medición (con la página "Medición/Progreso" que muestra "No hay puntos de datos para medir"), las mediciones se pueden iniciar nuevamente cuando se hayan eliminado algunas entradas de datos.

6.11 Sondeo eléctrico vertical

El sondeo eléctrico vertical, VES, se puede llevar a cabo utilizando un conjunto de cables VES estándar y moviendo manualmente cuatro electrodos. Los cuatro electrodos se conectan, a través de cables, a los conectores C1, C2, P1 y P2 en el panel final LS 2. En consecuencia, la página "Medida / Electrodo" para una tarea VES se verá similar a la que se muestra en la Figura 70.

Se dice que el instrumento LS está en modo VES cuando la *tarea activa* es una tarea VES, es decir, la *tarea* fue creada con un protocolo VES.

S	Takeout	Pos	Ohm	Status
		0;0;0		
LS Panel				
C1		2;0;0	(0)	(AB:1)
C2		-2;0;0	(0)	(AB:1)
P1		0.1;0;0	(0)	(MN:1)
P2		-0.1;0;0	(0)	(MN:1)

Figura 70 La página de electrodos en modo VES

Las posiciones de los electrodos están predefinidas en un protocolo de medición y, por lo tanto, las coordenadas de los electrodos se guardarán automáticamente junto con los datos medidos. Los protocolos de medición deben escribirse en un formato especial (consulte el Apéndice C. Archivos de secuencia de medición y propagación , 11.4 Archivos de protocolo en formato XML para VES).

En el modo VES habrá principalmente cuatro *páginas* involucradas:

- La *página* "Medir/Progreso" (Figura 72) se utilizará para iniciar y detener las mediciones como de costumbre. La elección de cuál de las posiciones predefinidas de los electrodos medir también se puede configurar desde esta *página*.
- La *página* "Posiciones de medición/electrodos" (Figura 73) muestra una lista de todos los posiciones de electrodos predefinidas en la *tarea activa*. Las posiciones de los electrodos pueden se configurará manualmente (y se creará una nueva posición temporal del electrodo) desde esta *página*.
- La *página* "Medición/Curva VES" (Figura 79) muestra una curva de sondeo de las mediciones realizadas hasta el momento en la *tarea activa*.
- La *página* "Tabla de medidas/VES" (Figura 80) muestra una tabla revisable de la mediciones realizadas hasta ahora en la *tarea activa*.

6.11.1 Administrar la posición de electrodos

Las posiciones de los electrodos para una tarea VES se manejan de manera diferente según el tipo de matriz. La más común es la matriz de Schlumberger y, para esta disposición de electrodos, las posiciones se dan como distancias "MN/2" y "AB/2", donde MN es la distancia entre P1 y P2, y AB es la distancia entre C1 y C2). Estos se ingresan en un archivo de protocolo VES como distancias absolutas y no se requiere multiplicador, por lo que las tres coordenadas (X, Y y Z) están atenuadas en el cuadro de diálogo "Crear nueva tarea" para VES.

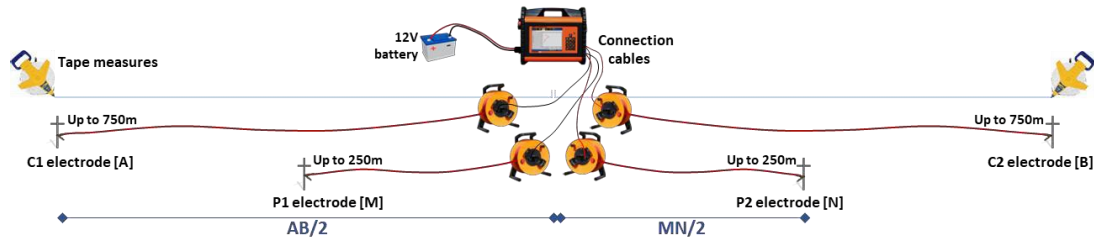


Figura 71 Esquema de un diseño VES (Schlumberger)

En el modo VES, con un protocolo Schlumberger seleccionado, se mostrará una línea con una posición de electrodo "MN/2 y AB/2" en la página de *progreso* (Figura 72). Esta es la posición activa del electrodo y se puede cambiar usando las flechas izquierda y derecha. De este modo, es posible recorrer todas las posiciones de electrodos disponibles que están predefinidas en el archivo de protocolo; no es necesario realizar mediciones en todos los intervalos.

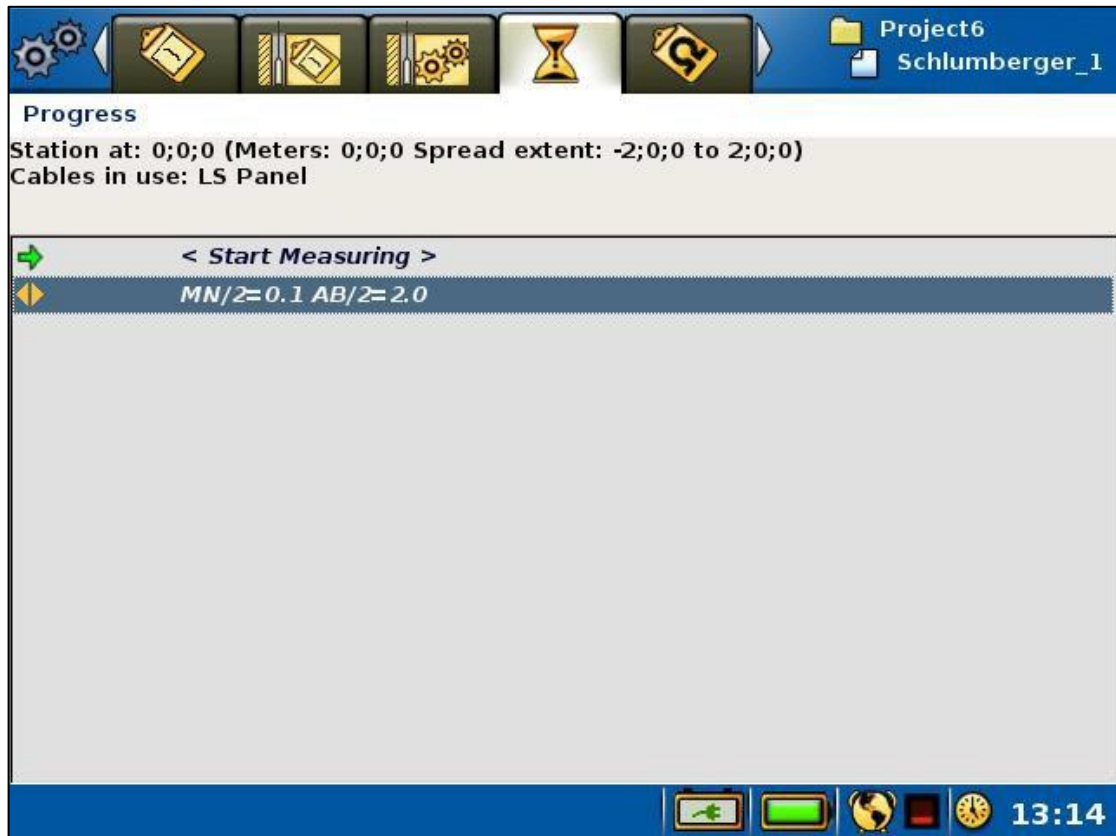


Figura 72 La página de progreso en modo VES

- Cambiar la posición activa del electrodo desde la página de *progreso*

- Resalte la fila "MN/2= x AB/2= x" en la lista de progreso
- Presione <Izquierda> y/o <Derecha>

Es posible crear nuevas posiciones de electrodos personalizadas en la página "Posiciones de medición / *electrodos*" (ver más abajo) que luego pasan a formar parte de la lista predefinida. A continuación, se pueden seleccionar como la posición activa del electrodo de la misma manera que las posiciones predefinidas del electrodo, utilizando las teclas de flecha izquierda y derecha.

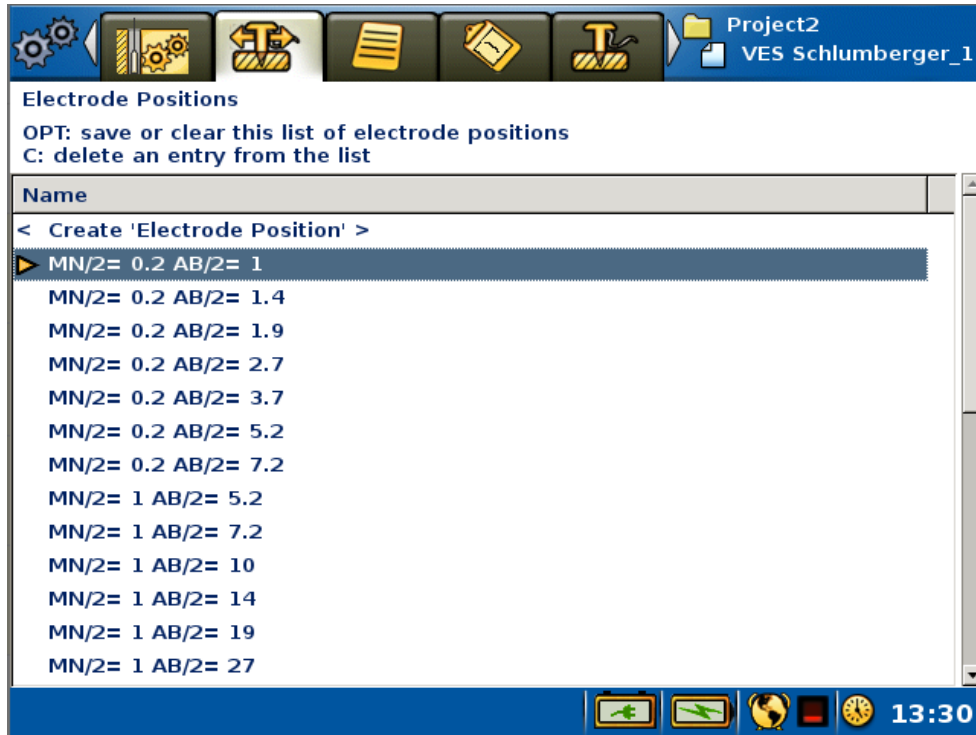


Figura 73 Página de posiciones de electrodos en modo VES. Barra de resaltado (azul) y marcador de posición del electrodo activo (amarillo) ambos en la segunda fila

La *página Posiciones de electrodos* (Figura 73) enumera todas las posiciones de electrodos del archivo de protocolo. La flecha amarilla se coloca en la línea que corresponde a la posición del electrodo activo. Esta posición del electrodo es la que se muestra en la segunda fila de la página de *progreso* (Figura 72). La *página de posiciones de electrodos* estará vacía cuando el instrumento no esté en modo VES.

- Cambiar la posición activa del electrodo desde la *página Posiciones de electrodos*

- Resalte la posición requerida del electrodo en la lista
- Presione <OK>

Se puede crear una nueva posición de electrodo personalizada para su uso durante la sesión de medición.

¡Nota! Las posiciones de electrodos personalizadas no se guardan en la lista de forma predeterminada y se perderán al apagarse o si *se cambia el proyecto* o la *tarea activos*. Para conservarlos, utilice la opción de guardar o cree un archivo de protocolo VES personalizado para cargarlo en el instrumento.

□ Creación de una nueva posición del electrodo

- Vaya a la página "Posiciones de medición/electrodos" (Figura 73)
- Resalte la primera fila <Crear 'Posición del electrodo'>
- Presione <OK>, se mostrará el cuadro de diálogo Crear posición del electrodo (Figura 74)
- Introduzca las posiciones de los electrodos de corriente (A y B) y de potencial (M y N). Las posiciones de los electrodos se dan como la distancia desde el punto medio de la dispersión del electrodo.
- Elija la configuración correcta (Sí o No) para "B Remote" y "N Remote" (utilizado para levantamientos poste-poste y polo-dipolo).

Si "B Remote" o "N Remote" se establece en "Sí", entonces cualquier número especificado para "B[m]" o "N[m]" serán ignorados.

- Presione <Abajo> para resaltar el comando OK y presione <OK>

La nueva posición del electrodo se mostrará como primera en el "Posiciones de los electrodos" y se convertirá en la posición activa automáticamente (Figura 75).

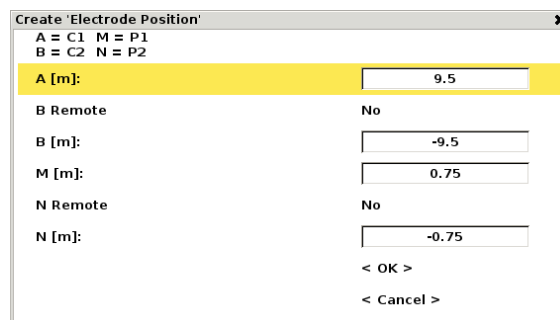


Figura 74 Cuadro de diálogo Crear posición del electrodo

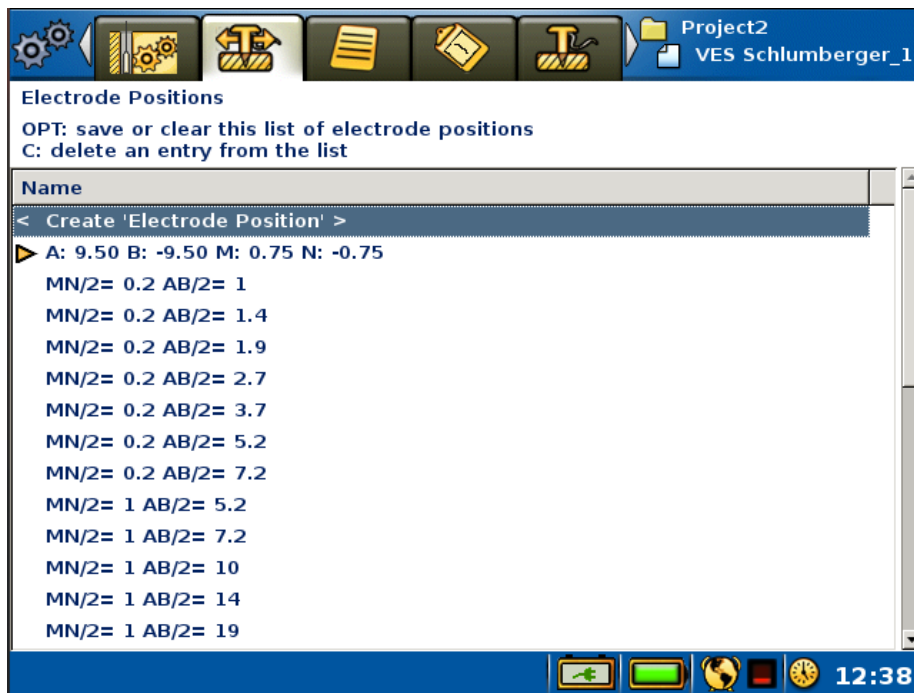


Figura 75 Resultado del uso del cuadro de diálogo Crear posición del electrodo

- Eliminación de una entrada de la *lista* Posiciones de electrodos

- Resalte la posición requerida del electrodo en la lista
- Presione <C> y confirme

- Eliminar todas las entradas o guardar la *lista de posiciones de electrodos* como un nuevo protocolo

- Presione <OPT> para abrir el cuadro de diálogo Guardar (Figura 76)
- Seleccione < > Borrar lista y presione <OK> O
- Edite el nombre del protocolo, según sea necesario
- Seleccione < Guardar > y pulse <Aceptar>

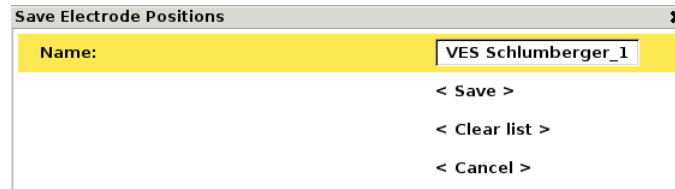


Figura 76 Cuadro de diálogo Guardar posiciones de electrodos VES

6.11.2 Realizando una medición SEV

- Inicio de una medición VES

- Elija una posición de electrodo utilizando uno de los métodos descritos anteriormente
- Asegúrese de que los electrodos se hayan movido a la posición física correcta y verifique que el equipo de campo y otras personas estén libres de electrodos y cables
- Si la selección de la posición activa del electrodo se realizó desde la *página de posiciones de electrodos*, vuelva a la *página de progreso*; la forma más rápida de hacerlo es presionar <Reproducir/Pausa>
- Resalte el comando < Iniciar medición > en la parte superior de la lista de progreso
- Presione <OK>
- Ahora se mostrará la advertencia de seguridad previa a la medición y la medición comenzará una vez que se acepte el contenido de ese mensaje

Warning! Do not press <OK> until it is verified that no person or animal is touching any part of the electrode cables, connectors or electrodes

La Figura 77 muestra la *página de progreso* durante una medición de VES. La medición puede pausarse, detenerse y reanudarse como se describe en el Capítulo 6.10.5 *Pausa y detención de la adquisición de datos*.

¡Nota! Si alguna persona o animal se acerca a la disposición del electrodo durante la medición, es aconsejable detener la transmisión de corriente inmediatamente con el botón rojo de parada en el panel final del instrumento

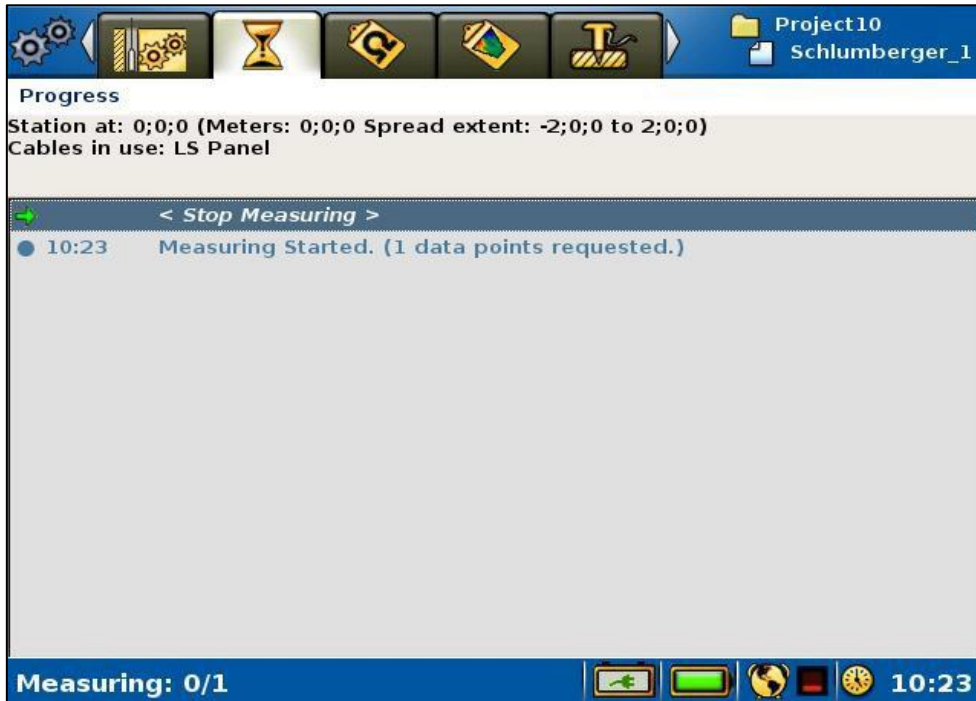


Figura 77 Página de progreso en modo VES durante la medición en curso

Cuando la medición esté lista, la *barra de estado* mostrará "¡Medición realizada!" y la fila de parada de medición se reemplazará con una declaración "No hay puntos de datos para medir" (Figura 78).



Figura 78 Parte de la página de progreso en modo VES después de medir un punto de datos

□ Medición del siguiente punto de datos

- Asegúrese de que la fila "MN/"= x AB/"= x" esté resaltada
- Presiona <Derecha>
- Presione <Arriba>
- Presione <OK>

6.11.3 Curva de sondeo SEV

En el modo VES se mostrará una curva de sondeo en un diagrama logarítmico doble en la página de *la curva VES* (Figura 79). La profundidad de enfoque (penetración de profundidad mediana) estará en el eje vertical y la resistividad aparente en el eje horizontal. El marcador de los puntos de datos individuales cambiará de forma cuando cambie el espaciado de MN.

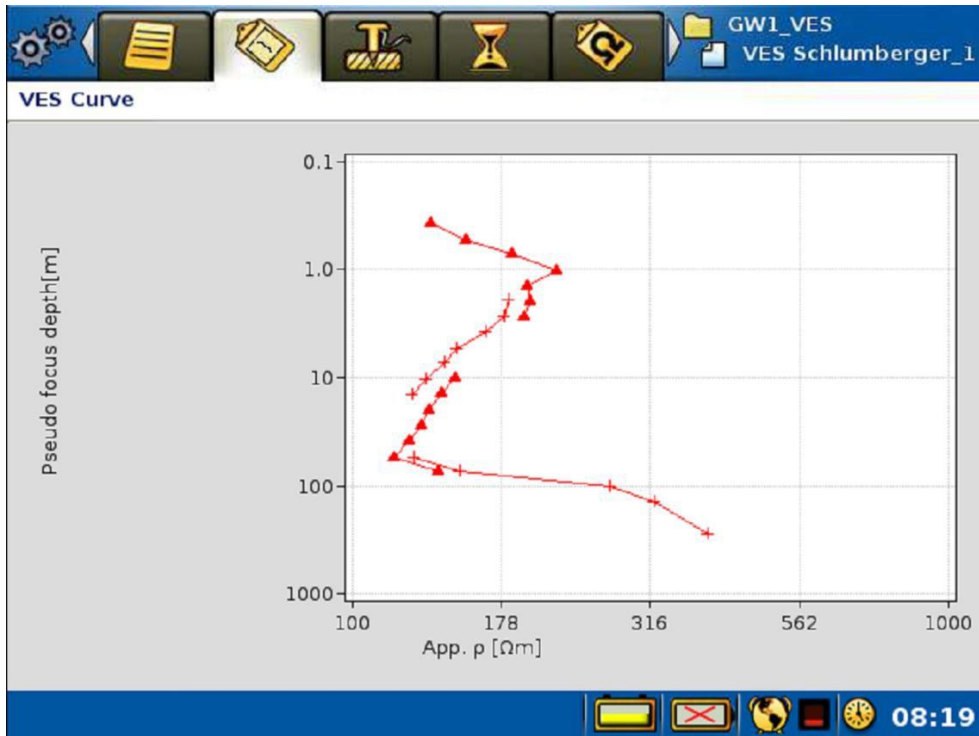


Figura 79 Ejemplo de página de curva VES

6.11.4 Tabla de SEV

La tabla VES enumera todos los puntos de datos recopilados en la *tarea activa*, con la medición más reciente primero. Usando las teclas de flecha <Arriba> / <Abajo> se desplazará por los resultados; La pantalla se actualizará automáticamente con el siguiente conjunto de valores de datos cuando se desplace más allá de la parte inferior de la lista inicial.

ID	A	B	M	N	U	SDev	App p	Chargeability
41	149.0	-149.0	5.2	-5.2	3.77mV	2.7%	122.41Ωm	0.3%
40	140.0	-140.0	5.2	-5.2	4.01mV	3.4%	117.39Ωm	0.8%
37	100.0	-100.0	5.2	-5.2	8.11mV	2.4%	124.72Ωm	0.9%
36	72.0	-72.0	5.2	-5.2	16.1mV	3%	130.49Ωm	0.7%
33	52.0	-52.0	5.2	-5.2	59.4mV	2%	134.79Ωm	1.1%
32	37.0	-37.0	5.2	-5.2	125mV	0.8%	141.09Ωm	1.3%
29	27.0	-27.0	5.2	-5.2	169mV	1%	149.35Ωm	1.6%
28	37.0	-37.0	1.0	-1.0	14.1mV	0.6%	126.22Ωm	1.9%
25	27.0	-27.0	1.0	-1.0	27.9mV	2%	133.20Ωm	1.5%
24	19.0	-19.0	1.0	-1.0	60.6mV	1%	143.11Ωm	1.0%
21	14.0	-14.0	1.0	-1.0	117mV	1%	149.79Ωm	1.5%
20	10.0	-10.0	1.0	-1.0	259mV	2%	168.05Ωm	1.7%
17	7.2	-7.2	1.0	-1.0	575mV	2%	191.55Ωm	1.3%
16	5.2	-5.2	1.0	-1.0	1.07V	2%	182.70Ωm	1.6%
13	7.2	-7.2	0.2	-0.2	120mV	2%	203.07Ωm	1.0%

Figura 80 Ejemplo de página de tabla VES

6.12 Registro de pozo con el Terrameter Log 300

El Log 300 es un sistema de registro plug-and-play para toda la familia de productos Terrameter. El Terrameter Log está diseñado para talar a una profundidad de 300 metros.

Este sencillo accesorio de registro permite delinear los límites de la formación, lo que puede ayudar a informar sobre las diferencias en la infiltración, la porosidad y la permeabilidad mediante mediciones de potencial propio y resistividad. En circunstancias favorables, los límites del flujo de agua se pueden detectar midiendo los cambios de temperatura. Además, la resistividad del agua se puede medir in situ para que se pueda hacer una estimación de los sólidos disueltos totales (TDS). Las zonas de alta salinidad pueden localizarse y sellarse mediante revestimiento y cementación.

6.12.1 El hardware



Figura 81 Terrameter Log 300 con marco de mochilero

El Terrameter Log 300 (Figura 81) consiste en un cable de fondo de pozo de 300 m de largo con una sonda de registro y un marco de mochilero. Montado en el marco hay una unidad electrónica, así como conectores para la *referencia de potencial / retorno de corriente* y un conector para acoplar al Terrameter. Los conectores están en el reverso del marco del mochilero (Figura 82).



Figura 82 Conectores en el reverso del marco de mochilero

El cable de fondo de pozo tiene siete conductores aislados de nailon y una cubierta de poliuretano. Se incorpora un miembro de tensión de Kevlar, que proporciona una capacidad de deformación de 4000 Newton. El cable está marcado a intervalos de 1 m, comenzando en el hombro de la sonda de registro. Se encuentran tres gatos cilíndricos 5,6 m, 1,2 m y 0,4 m de altura desde el hombro de la sonda.

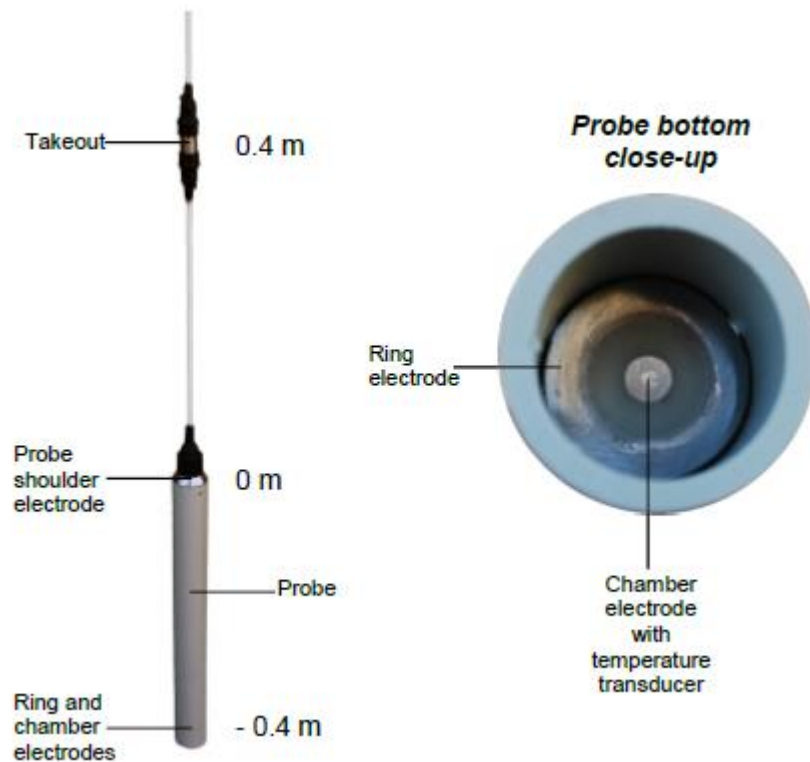


Figura 83 Sonda de registro con primer plano de la parte inferior de la sonda

El extremo superior de acero inoxidable (hombro) de la sonda de registro sirve como electrodo de 0 m (Figura 83). El extremo interior inferior de la sonda, la cámara, tiene un electrodo de anillo (el electrodo de -0,4 m) y un electrodo en el centro (el electrodo de la cámara). El electrodo central también contiene el transductor de temperatura. El extremo de la cámara se coloca en ángulo para mejorar la circulación del fluido en la cámara a medida que se mueve la sonda. Tres orificios en la pared de la cámara permiten que escape el aire, asegurando así un buen contacto del electrodo con el fluido.

Un cable multifunción (33 0020 11) conecta el Terrameter Log 300 al puerto AUX de los instrumentos Terrameter. El Terrameter LOG 300 está completamente gobernado desde el Terrameter.

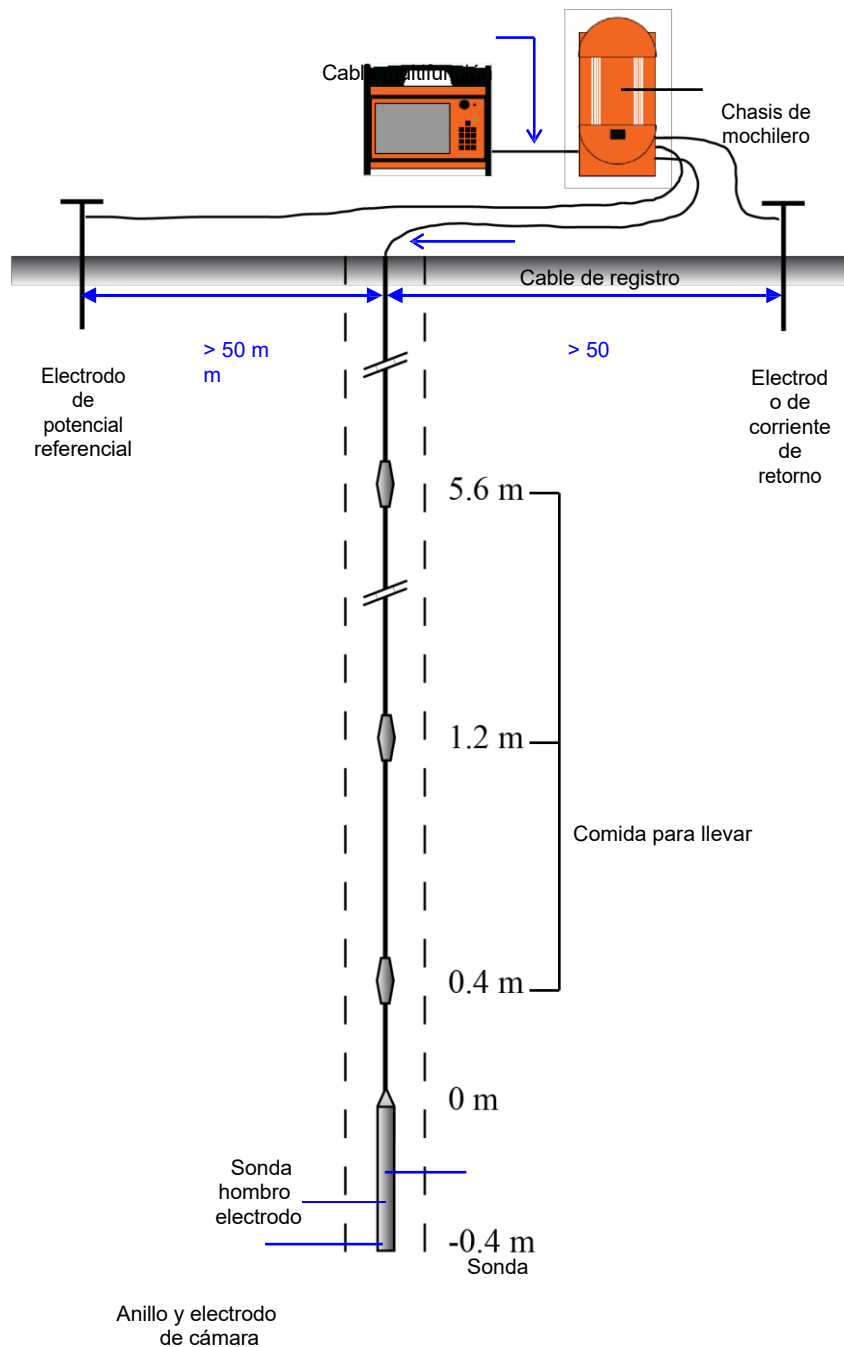


Figura 84 Descripción general del cableado y disposición de los electrodos

El conector de *corriente de retorno* debe conectarse a un electrodo de corriente de retorno (es decir, electrodo de acero inoxidable ABEM) colocado a no menos de 50 m del pozo que se va a inspeccionar.

El conector de *referencia de potencial* debe conectarse a un electrodo de potencial de electrodo de referencia de acero inoxidable ABEM) a no menos de 50 m del pocillo y en la dirección opuesta al electrodo de corriente de retorno.

¡Nota! Aunque existe una función de prueba para probar la conexión a tierra de estos electrodos remotos, se debe tener mucho cuidado al instalarlos para garantizar una conexión eléctrica confiable con la tierra.

Inmediatamente después del encendido, el Log 300 realizará una autocomprobación, que tarda unos segundos. Durante la autocomprobación, se escucharán unos pocos clics de la unidad electrónica en el marco de mochilero.

¡Nota! Durante la operación de registro no debe haber conexiones a los terminales C1-C2 y P1-P2 en Terrameter LS 2.

6.12.2 Vista rápida: Una sesión normal de registro de pozos

Una breve introducción a una sesión normal de registro de pozos con referencias a los capítulos relevantes:

1. Configurar el hardware (consulte 6.12.1)
2. Hacer una prueba de electrodos (ver 6.12.5.2)
3. Verifique el nivel del agua (ver 6.12.5.4)
4. Ejecute una rutina de despolarización (consulte 6.12.5.3)
5. Temperatura de preparación y SP que se medirán en la fase de registro descendente (véase 5.2.2)
6. Resistividad de configuración e IP que se medirán en la fase de registro ascendente (véase 5.2.2)
7. Realizar un registro descendente (temperatura y SP registrados) (ver 6.12.5.5)
8. Realizar el registro (resistividad e IP registrados) (ver 6.12.5.5)
9. Guarde los datos grabados como LAS y realice rutinas de posprocesamiento (consulte 6.12.6)

6.12.3 Acerca de los modos de medición de registros de pozos

El Terrameter LS 2 utiliza el concepto de "modos de medición" para facilitar diferentes operaciones durante una sesión de registro de pozos. Se cubren tres tipos diferentes de operación:

- Preparación (prueba de electrodos, despolarización, verificación de nivel)
- Registro hacia abajo y hacia arriba (hacia abajo, hacia arriba)
- Medición de un solo valor, una para cada tipo de medición (temperatura, tensión SP, normal corto, normal largo, lateral largo, resistividad del fluido).

Un resumen de los modos de medición:

Hacia Abajo	Registro descendente donde se registran valores de hasta seis tipos de medición diferentes para cada paso
Hacia arriba	Registro ascendente donde se registran valores de hasta seis tipos de medición diferentes para cada paso
Prueba de	Prueba de los electrodos de registro C y P remotos

Despolarizar	Ecuiliza los potenciales del transmisor acumulados antes de las mediciones de SP
Comprobación de nivel	Encuentra el nivel del agua
Temperatura	Solo se mide la temperatura para el nivel actual de la sonda
Voltaje SP	Solo se mide el voltaje SP para el nivel de la sonda de corriente
Corto Normal (Res & IP)	Solo se mide la normal corta para el nivel de la sonda actual
Normal largo (Res e IP)	Solo se mide la normal larga para el nivel de la sonda actual
Lateral largo (Res e IP)	Solo se mide el lateral largo para el nivel de sonda actual
Resistividad de	Solo se mide la resistividad del fluido para el nivel de la sonda de

6.12.4 Acerca de los tipos de mediciones de registros de pozos

6.12.4.1 Temperatura y voltaje SP

Normalmente, la temperatura y el SP se registran en el primer recorrido hacia el pozo, en el agua sin agitar y sin efectos de polarización que residan en las mediciones de resistividad.

Cuando se asume una alta precisión para estudios de gradiente de temperatura, se debe dejar suficiente tiempo para permitir que la sonda alcance el equilibrio térmico con el fluido circundante. Mueva la sonda ligeramente hacia arriba y hacia abajo varias veces mientras espera que se establezca el equilibrio. El registro de temperatura debe ser el primer registro en cada estación, ya que se requiere agua intacta.

Para reducir la polarización de los electrodos, atribuible a mediciones previas de resistividad o almacenamiento prolongado en el aire, los electrodos deben despolarizarse antes de que comience el registro de SP.

¡Nota! La resistividad o IP no deben medirse durante una ejecución de registro de SP.

6.12.4.2 Normal corta

La corriente se inyecta a través del electrodo del hombro (0 m). El voltaje de respuesta correspondiente se mide entre la referencia de potencial de tierra y el electrodo de anillo en la parte inferior de la sonda. El Terrameter LS 2 mostrará la resistividad del medio circundante.

6.12.4.3 Normal larga

La corriente se inyecta a través de la extracción de 1,2 m mientras que el potencial se mide en el electrodo de anillo en la parte inferior de la sonda. El Terrameter LS 2 mostrará la resistividad del medio circundante.

6.12.4.4 Lateral largo

La corriente se inyecta a través de la extracción de 5,6 m, mientras que el potencial se mide entre el electrodo de anillo en la parte inferior de la sonda y la extracción de 0,4 m.

El Terrameter LS 2 realizará automáticamente las conversiones necesarias y mostrará el resistividad del medio circundante, medida con la configuración "Long Lateral".

6.12.4.5 Resistividad de fluidos

La corriente se inyecta a través del electrodo de anillo, mientras que el potencial se mide entre el electrodo del hombro (0 m) y el electrodo de la cámara. La resistividad del fluido se calcula, se presenta en la pantalla y se guarda en el Terrameter LS 2. En el caso de pozos de diámetro pequeño, se necesita una corrección. En la siguiente tabla se enumeran los factores de corrección que se utilizarán. El cálculo se realiza manualmente en el posprocesamiento.

Diámetro del pozo en	Factor de
50 - 60	1.08
60 - 70	1.06
80 - 90	1.03
90 - 100	1.01

6.12.4.6 Resistividad de fluidos y estimación de TDS

Como el Terrameter Log 300 se puede utilizar para medir la resistividad de un fluido, esto permite una estimación de los sólidos disueltos totales (TDS) en el fluido. Esto se usa a menudo como un medio para estimar la calidad del agua.

La resistividad es una función de la temperatura del agua, y debe especificarse una temperatura estándar (normalmente 25°C) para informar de la resistividad o conductividad. Para la resistividad, las fórmulas de conversión aproximadas para obtener la resistividad a temperaturas estándar comunes son las siguientes:

$$\rho_{18} = \rho_T (0,62 + 0,021 T)$$

$$\rho_{20} = \rho_T (0,58 + 0,021 T)$$

$$\rho_{25} = \rho_T (0,48 + 0,021 T)$$

donde T es la temperatura medida del fluido en °X (en la gama 5 - 50 °X para que la conversión sea válida) y ρ_T es la resistividad del fluido medida a esa temperatura.

La concentración de iones que se encuentran comúnmente en el agua subterránea a menudo se informa en peso en partes por millón (ppm). Un "ppm" define una parte, en peso, del ion a un millón de partes, en peso, de agua; es numéricamente equivalente a miligramos por litro. TDS también se informa como ppm. El TDS para un promedio de muestras de agua subterránea natural se estima como:

$$\text{TDS}_{\text{ppm}} = 6400/\rho_{25} \quad \text{Dónde } \rho_{25} \text{ está en } \Omega\mu \text{ a una temperatura estándar (25 ° C}$$

aquí) A veces se prefiere la conductancia para la estimación de TDS (en lugar de resistencia,

su

recíproco) ya que aumenta con el contenido de sal. La conductancia se mide en Siemen (es decir, Ω^{-1} , representado por S y a veces denominado mho), pero a efectos comparativos los resultados suelen indicarse como conductividad eléctrica (CE), que se mide en S/m. Dado que la mayoría de las aguas subterráneas tienen conductividades de mucho menos de 1 S/m (y dado que este método se usa a menudo para determinar el TDS del agua subterránea), a menudo es más conveniente usar mS/m.

6.12.5 Operando el sistema de registro de pozos

Suponiendo una familiaridad básica con el Terrameter LS 2 (consulte el Capítulo 3 *La interfaz de usuario*), estos serían los pasos para configurar una sesión de registro de pozos:

1. Cree un nuevo *proyecto*.
2. Crea una nueva *tarea*:
 - a. Seleccione el *pliego de SASLOG*. El protocolo se establecerá en *Registro de pozos*.
 - b. Ajuste el espaciado de electrodos Z a la distancia mínima deseada entre cada medición que se realizará en el pozo.
3. Configure los parámetros deseados para el registro de su pozo en las diferentes *páginas de configuración* (consulte el Capítulo 5.2.2 *Configuración de adquisición de datos*). Por ejemplo, si tanto la resistividad como la IP son deseado, elija el modo de medición *RES, IP* o el modo *RES, IP100*. Use la *página "Configuración/Configuración de registro de pozos"* para definir qué tipos de medición registrar durante las partes hacia abajo y hacia arriba de una sesión de registro de pozos.
4. Para el registro normal de pozos (consulte el Capítulo 6.12.2 *Vista rápida: una sesión normal de registro de pozos*) se recomienda que cada sesión se inicie con estas funciones, si corresponde, y en este orden:
 5. Prueba de electrodos
 6. Comprobación de nivel
 7. Despolarizar

La *página "Registro de medición/pozo"* (Figura 85) es donde se realiza la mayor parte de la interacción del usuario para las sesiones de registro de pozos.

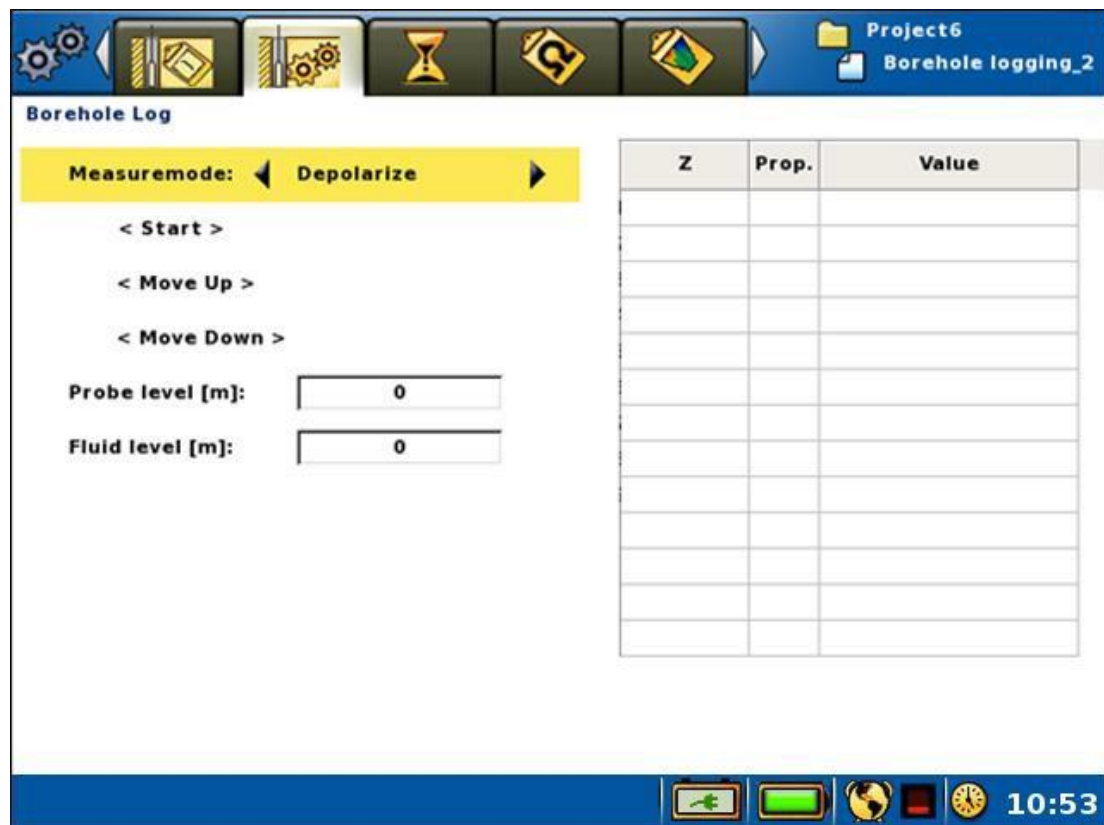


Figura 85 *Página de registro de pozos con Despolarizar seleccionado*

Las interacciones básicas para la *página "Registro de medición/perforación"* se describen en el siguiente subcapítulo, y los capítulos siguientes describen los diferentes modos de medición.

6.12.5.1 Interacción básica del usuario con la sonda de registro de pozo

Estas interacciones son comunes a todos los modos de medición y, por lo tanto, sólo se describirán en detalle aquí y pueden suponerse para los siguientes subcapítulos.

□ Selección de un modo de medición

- Resalta la fila "Modo de medición"
- Presione <Izquierda> y/o <Derecha> hasta que se seleccione el modo requerido

□ Inicio de una medición

- Resalta la fila "<Inicio>"
- Presione <OK>

□ Detener una medición

- Resalta la fila "<Stop>"
- La fila <Inicio> cambiará a <Detener> cuando una medición esté en curso
- Presione <OK>

□ Aumentar o disminuir manualmente el nivel de la sonda según la distancia al *paso* (consulte la página 44)

- Resalte la fila "<Subir >" o "<Bajar >"
- Presione <OK>
- El nivel de la sonda aumentará o disminuirá según la distancia de paso definida por el usuario (el *espaciado mínimo de electrodos Z* multiplicado por el multiplicador de intervalo de paso hacia arriba o hacia abajo)

□ Edición manual del nivel de sonda

- Resalte la fila de *nivel de sonda*
- Presione <OK>
- Se mostrará el emulador de teclado numérico
- Introduzca un nivel de sondeo personalizado, consulte el Capítulo 3.6.2 *Los emuladores de teclado*

□ Edición del nivel de fluido

- Resalte la fila Nivel de *líquido*
- Presione <OK>
- Se mostrará el emulador de teclado numérico
- Introduzca el nivel de fluido deseado, consulte el Capítulo 3.6.2 *Los emuladores de teclado*

¡Nota! Los modos de medición *Down* y *Up* actualizan automáticamente el nivel de la sonda después de cada medición, listo para la siguiente lectura. Por lo tanto, cuando las lecturas cambian de *registro DOWN* a *UP*, será necesario aumentar un intervalo antes de medir para repetir la lectura tomada en la última medición *DOWN*. Esta será la posición correcta para la primera de las mediciones hacia arriba.

La fila <Start> cambiará (Figura 86) si se ha presionado el botón *del interruptor de seguridad* (la posición de bloqueo seguro). En este caso, no pasará nada si se selecciona la fila de *parada de emergencia* y se pulsa <OK>.

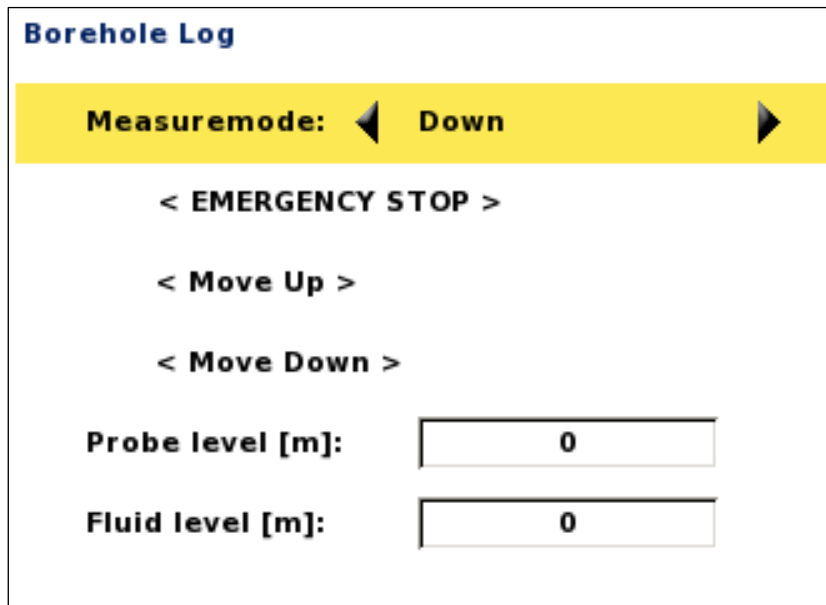


Figura 86 Aviso de parada de emergencia en extracto de la página de registro del pozo

Para todos los modos de medición en los que se transmitirá corriente, se mostrará una advertencia, consulte el Capítulo 6.10.1 *Inicio de la medición*.

Warning! Read the warning text (Figure 59) carefully before accepting to start the measuring process and carry out the data acquisition accordingly!

6.12.5.2 Prueba de electrodos

Warning! Current will be transmitted through the probe as well as the C and P electrodes during the electrode test. Ensure all operatives are clear of the probe and remote electrodes for the duration of the test.

□ Ejecución de una prueba de electrodos

- Seleccione el *modo* de prueba de electrodo
- Iniciar una medición
- Siga las instrucciones del primer cuadro de diálogo (Figura 87)
- Presione <OK>
- Cuando se hayan probado los electrodos, el resultado se mostrará con el segundo o tercer cuadro de diálogo respectivamente (los valores de resistencia diferirán)
- Presione <OK> para finalizar la prueba

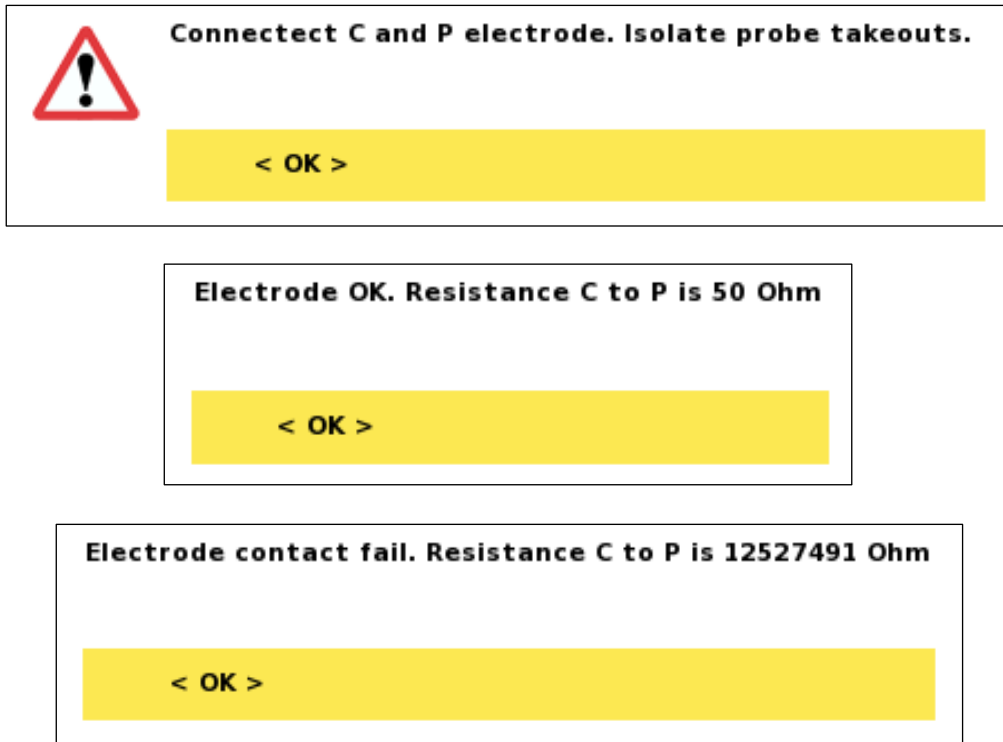


Figura 87 Cuadros de diálogo de prueba de electrodos

6.12.5.3 Despolarizar

Este proceso elimina las cargas sesgadas que pueden haberse acumulado en los electrodos. Esto es especialmente importante cuando se trata de tomar mediciones precisas de SP. Tenga en cuenta que la despolarización tarda aproximadamente 10 minutos.

- Ejecutar la rutina de despolarización

- Selecciona el *modo* Despolarizar
- Iniciar una medición
- Siga las instrucciones del primer cuadro de diálogo (Figura 88)
- Después de cinco minutos, se mostrará el segundo cuadro de diálogo
- Después de cinco minutos más, la despolarización se completará

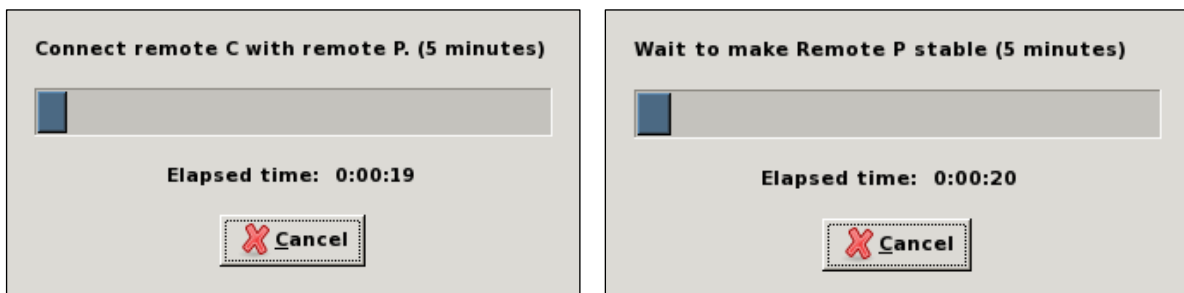


Figura 88 Los dos diálogos de despolarización

6.12.5.4 Comprobación de nivel de agua

□ Ejecutar una comprobación de nivel

- Seleccione el *modo* Comprobar nivel
- Iniciar una medición
- El primer diálogo (Figura 89) indica al usuario que baje la sonda al pozo

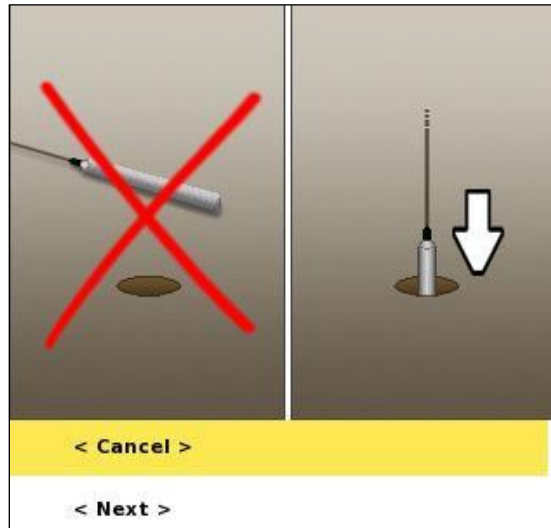


Figura 89 Cuadro de diálogo de nivel de primera comprobación

- Resalte la fila <Siguiete> y presione <Aceptar>
- Se muestra un cuadro de diálogo de indicador de nivel (Figura 90). La imagen en el cuadro de diálogo cambiará automáticamente dependiendo de si se detecta agua o no, mostrando respectivamente que la sonda debe bajarse o subirse para determinar con mayor precisión el nivel del agua.
- Repita el descenso y la subida de la sonda con incrementos de distancia cada vez más pequeños hasta que el nivel del agua sea lo suficientemente correcto.
- Resalte la fila <Siguiete> y presione <Aceptar>
- Edite el nivel de fluido con la marca del metro en el cable de registro

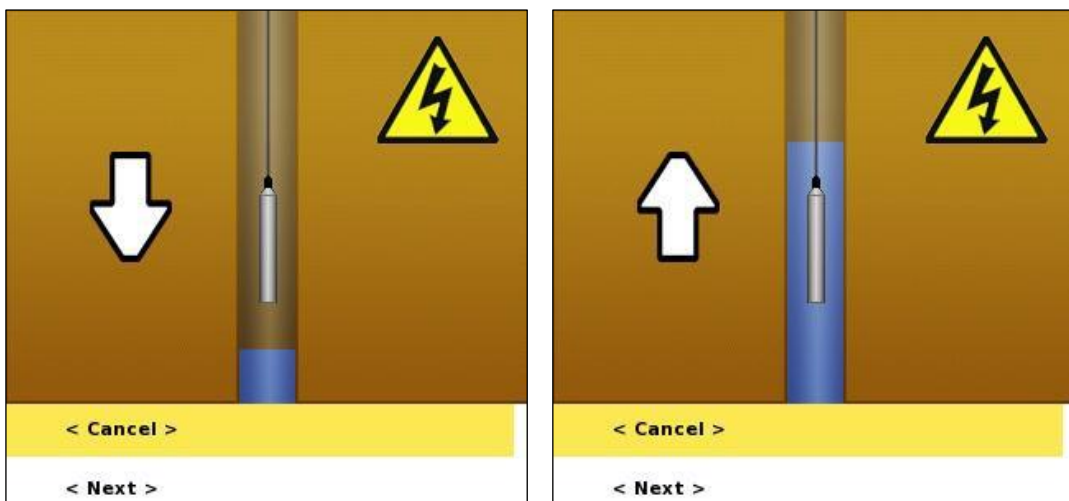


Figura 90 Cuadro de diálogo Indicador de nivel

6.12.5.5 Modos de medición hacia abajo y hacia arriba

Estos están diseñados para ser los modos de medición "normales" para el registro de pozos, utilizados para la mayoría de las mediciones. Estos modos ayudan a automatizar una sesión de registro actualizando automáticamente el nivel de *la sonda* para la siguiente medición, indicando al usuario a qué profundidad bajar o subir la sonda.

□ Registro de ejecución DOWN

- Seleccione el *modo* Abajo
- Tomar una medida
- Tenga en cuenta el nuevo nivel de *sonda* y **baje** la sonda en consecuencia
- Repita estos dos últimos pasos hasta alcanzar la profundidad máxima deseada

□ Ejecución del registro UP

- Selecciona el *modo* Arriba
- Tomar una medida
- Tenga en cuenta el nuevo nivel de *sonda* y **aumente** la sonda en consecuencia
- Repita los dos últimos pasos hasta llegar a la posición final. Recuerde, si el registro UP va a comenzar a la misma profundidad que finalizó el registro DOWN, la profundidad de la sonda debe editarse primero, ya que el software habrá movido la posición de profundidad hacia abajo un paso automáticamente después de que se haya realizado el último registro DOWN.

Los resultados se muestran en la tabla del lado derecho de la *página* (Figura 91).

The screenshot shows the 'Borehole Log' software interface. On the left, there are controls for 'Measuremode' (set to 'Up'), buttons for '< Start >', '< Move Up >', and '< Move Down >', and input fields for 'Probe level [m]: -58' and 'Fluid level [m]: -19.5'. On the right, a table displays measurement data with columns for depth (Z), property (Prop.), and value.

Z	Prop.	Value
-61.0m	Fluid	19.475Ωm
-60.0m	SN	524.32Ωm
-60.0m	LN	294.41Ωm
-60.0m	LAT	178.03Ωm
-60.0m	Fluid	20.553Ωm
-59.0m	SN	483.99Ωm
-59.0m	LN	245.16Ωm
-59.0m	LAT	139.09Ωm
-59.0m	Fluid	18.804Ωm
-58.0m	SN	508.30Ωm
-58.0m	LN	221.19Ωm
-58.0m	LAT	8.1357Ωm
-58.0m	Fluid	19.964Ωm

Figura 91 Página de registro de pozos: tabla llena de valores medidos

6.12.5.6 Modos de valor único

Estos modos facilitan la realización de mediciones de un solo valor, cuando corresponda. Por ejemplo, cuando es posible que sea necesario medir los valores una vez más.

- Registro de pozos de un solo valor en ejecución

- Seleccione el modo de valor único deseado
- Iniciar una medición
- El valor medido se mostrará en la tabla

¡Nota! <Subir > y <Bajar > se pueden usar antes y/o después de realizar una medición de un solo valor.

6.12.6 Trabajando con datos de registro de pozo

El Terrameter LS 2 tiene una *página* donde los datos de registro del pozo se pueden ver como curvas; esta es la *página* "Medición / Curva de registro de pozo" (Figura 92).

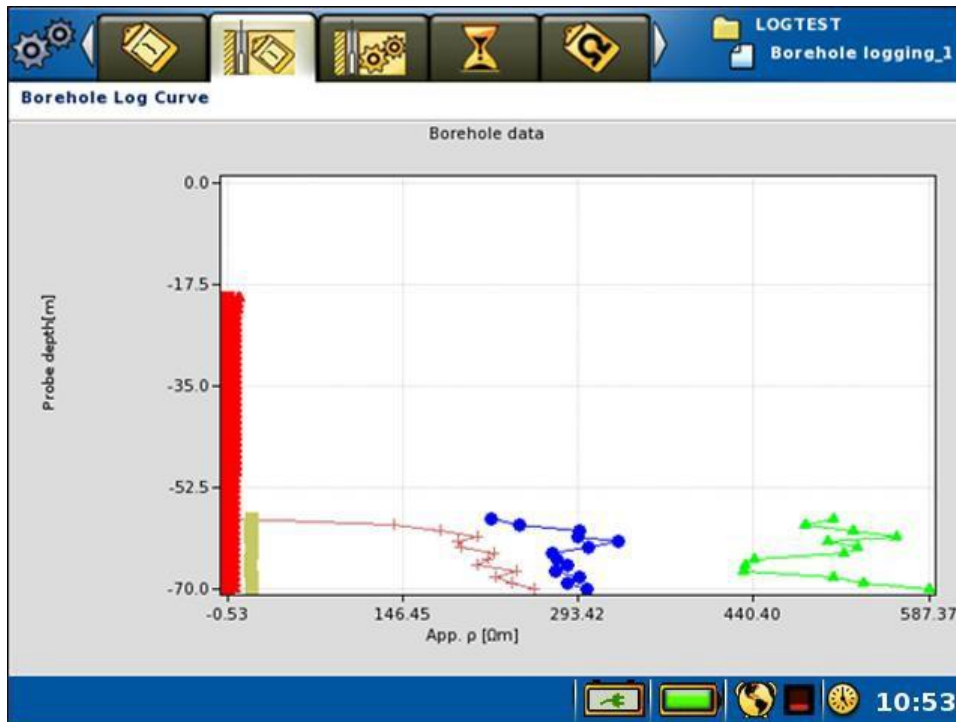


Figura 92 Página de la curva de registro del pozo

Leyendas utilizadas para las curvas:

Variable	Icono
Temperatura	Cuadrados rojos
Voltaje SP	Triángulos verdes
Corto Normal	Círculos azules
Largo normal	Cruces marrones
Lateral largo	Cuadrados de color
Resistividad de	Triángulos rojos

El formato de datos más utilizado para las mediciones de pozos es LAS (Log ASCII Standard). Normalmente se recomienda descargar primero el software Terrameter LS Toolbox y exportar al formato deseado desde allí; sin embargo, el Terrameter LS 2 tiene una opción para exportar datos de registro en formato LAS a una memoria USB (consulte el Capítulo 7.2.4 *Exportar una tarea como un archivo LAS*).

No es necesario ejecutar la inversión en los datos del pozo, se pueden utilizar los valores brutos registrados. Una variedad de software dedicado puede trazar datos de pozos a partir de archivos de formato LAS, lo que permite la creación de diagramas de registro interpretativos. Para una presentación más básica, se puede utilizar un software de hoja de cálculo / gráficos de uso general (por ejemplo, Microsoft Excel, Google Sheets o Golden Software Grapher) para el trazado de datos. Esto puede requerir alguna edición del archivo de datos, por ejemplo, eliminar la parte del archivo antes de la sección de datos.

Puede encontrar más información sobre el formato de archivo LAS en el siguiente sitio web <http://www.cwls.org/products/#products-las>.

6.13 Errores de medición

Pueden ocurrir varios errores o advertencias diferentes durante la medición. En este capítulo se explica el tratamiento general de estos errores y advertencias, así como información adicional sobre algunos ejemplos específicos.

Se mostrará un cuadro de *diálogo Error de medición* cuando ocurra un problema durante un ciclo de medición. La Figura 93 muestra un ejemplo.

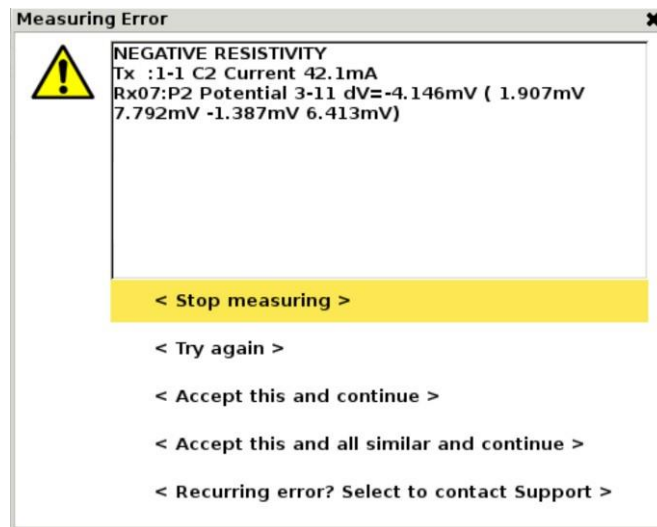


Figura 93 Ejemplo de diálogo Error de medición

El diseño del cuadro de diálogo es siempre el mismo. El cuadro de la mitad superior de la ventana contiene información general sobre el evento, con una serie de detalles sobre la medición en la que se produjo el error y, a veces, cuando corresponde, sugerencias para la resolución de problemas. Para los detalles de medición, se pueden dar cuatro valores:

- **Tx:** enumera los electrodos involucrados en la transmisión de corriente
- **Carga estimada:** la carga medida por el transmisor de corriente entre el par Tx
- **Corriente:** la corriente transmitida medida por el transmisor de corriente
- **Código de estado:** el número de código de estado, así como uno o más textos descriptivos

En la parte inferior del cuadro de diálogo hay cinco comandos enumerados. Estos comandos son los siguientes:

- **Dejar de medir:** la medición se detiene. Funciona igual que el comando stop en el *Página de progreso*.
- **Inténtelo de nuevo:** la medición se reinicia desde el punto de datos con errores. El cuadro de diálogo de error se mostrará de nuevo si el error persiste.
- **Acepte esto y continúe:** el punto de datos se marca como fallido y la medición se reanuda con el siguiente punto de datos. El cuadro de diálogo de error se mostrará nuevamente para el mismo tipo de error que ocurra más adelante.
- **Acepte esto y todos los similares y continúe:** El punto de datos se marca como fallido y la medición se reanuda con el siguiente punto de datos. El cuadro de diálogo de error **no** se volverá a mostrar para el mismo tipo de error que se produce más adelante en esta medición.
- **¿Error recurrente? Haga clic aquí para ponerse en contacto con el servicio de asistencia:** se abre una ventana con un código QR que generará automáticamente un correo electrónico proforma para soporte.

La Figura 94 tiene algunos ejemplos adicionales de la información de diferentes errores de medición.

```
No contact. Can not transmitt current.
Tx :1-20 2-20
Estimated load: 1.5039kΩ
Current:235mA
Status code:
TX status 0x3000040Too high power loss, Working
point valid, Tx in progress
```

```
Transmitter stopped due to unexpected high
power loss. Probable causes: A sudden drop in
resistance or a highly inductive load. Try to reduce
the maximum current.
Tx :2-11 2-21
Estimated load: 1.5040kΩ
Current:234mA
Status code:
TX status 0x0040Too high power loss
```

Figura 94 Ejemplos de mensajes de error de medición

A continuación se muestra una selección de mensajes posibles:

Parada de emergencia	Se ha presionado el interruptor de parada de seguridad en el panel final
Fuente de alimentación baja voltaje	Verifique el estado de la batería interna y/o externa. Tenga en cuenta que una batería de plomo-ácido de 12 V, sin carga, que muestra 12,0 V en un El medidor de prueba regular tiene una carga de alrededor del 25%. Una batería de plomo-ácido saludable y completamente cargada debe mostrar 12,6 V - 13,2 V
¿Resistencia de carga demasiado alta o sin contacto?	El contacto entre LS y electrodo (s) puede ser malo. Verifique todas las conexiones y cables O El contacto entre los electrodos y la tierra puede ser malo. Utilice uno de los métodos comunes para mejorar la resistencia de contacto, es decir, regar los electrodos (con agua salada si es necesario), martillar los electrodos más profundamente, usar múltiples electrodos, usar un medio conductor como arcilla o un gel de electrolitos, agregar electrodos de placa, etc.

Resistividad negativa	<p>Intentar repetir la medición a menudo solucionará el problema. Sin embargo, hay varias razones por las que se registran valores de resistividad negativos persistentes. Estos incluyen: mal contacto con los electrodos, batería agotada, mala configuración de los instrumentos, escombros y/o servicios públicos enterrados, factores ambientales o cables/conectores/relés dañados. Puede obtener más información en este artículo:</p> <p>https://www.guidelinegeo.com/help-articles/negative-resistivity-por-qué-estoy-obteniendo-valores-de-resistividad-</p>
El transmisor se detuvo debido a un Alta pérdida de potencia. Causas probables: Una caída repentina de la resistencia o una carga altamente inductiva. Intenta reducir la corriente máxima	<p>Medición detenida para evitar que el transmisor se dañe y/o evitar una mala calidad de los datos debido a la rápida variación de los datos.</p> <p>corriente/voltaje de salida. Esto puede suceder en áreas donde hay muchos desechos metálicos o servicios públicos debajo, o muy cerca de, la propagación del electrodo. Pruebe la acción propuesta o aumente el "Margen de variación de carga" en la página de configuración del <i>transmisor</i>.</p>
Transmisor inhibido por la señal de seguridad del hardware de la CPU principal	<p>Posible problema con la generación de la salida de corriente necesaria. Vuelva a intentar las mediciones y póngase en contacto con el soporte técnico si el problema persiste.</p>
Transmisor de alta temperatura (sobrecalentamiento)	<p>Intente sombrear el instrumento con un paraguas / sombrilla para mantener el instrumento alejado de la luz solar directa. La placa acanalada en el panel del extremo izquierdo del instrumento es la placa de clasificación, intente que el aire se mueva a través de él o evento aníquiele un paño</p>
El transmisor se detuvo debido a un error inesperado	<p>Vuelva a intentar la medición inicialmente; Si el problema persiste, póngase en contacto con el servicio de asistencia.</p>
Error en la configuración del transmisor	<p>Posible problema con la inicialización del transmisor para la inyección de corriente. Vuelva a intentar la medición y póngase en contacto con el soporte técnico si el problema persiste.</p>
El relé esperado encendido está desactivado	<p>Hay muchos relés mecánicos en la matriz de conmutación y, a veces, uno puede atascarse o terminar en un estado incorrecto. Reiniciar el instrumento "ejercitará" los relés y debería resolver el problema. Si la advertencia se repite regularmente, comuníquese con el soporte</p>
Error de lectura de datos A/D	<p>El digitalizador en uno de los canales de medición no funciona correctamente. Intente medir nuevamente, si el problema persiste comuníquese con el soporte</p>
ES10-64 no está listo	<p>Normalmente, una interrupción temporal en la comunicación entre los Terrameter y el ES10-64C. El instrumento normalmente vuelve a intentar la conexión automáticamente y continúa. De lo contrario, vuelva a intentar manualmente la medición y si el problema</p>
Excepción de software	<p>Normalmente un error con el firmware o el software de usuario. Intento medición de nuevo y/o un reinicio. Póngase en contacto con el</p>

6.14 Forma de onda completa

Internamente, el instrumento registra datos con la frecuencia de muestreo seleccionada en la página "Configuración/Configuración del receptor". Estos datos se filtran y promedian para proporcionar la corriente, los voltajes, la resistencia y la capacidad de carga medidos que se muestran y guardan. Los datos completos de la forma de onda no *tienen que guardarse* para la mayoría de los proyectos, pero la opción de hacerlo está disponible para permitir un análisis detallado, o un procesamiento muy avanzado, de las señales recibidas posteriormente.

Los gráficos de datos de forma de onda completa permiten identificar y comprender, por ejemplo, la presencia de ruido excesivo de la red de líneas eléctricas, ruido telúrico, perturbaciones de la señal causadas por el acoplamiento de cables y similares. Esto puede ser útil como entrada para optimizar el proceso de adquisición de datos, especialmente para mediciones IP que son más sensibles al ruido que las mediciones de resistividad.

En el Capítulo 5.2.2 *Configuración de adquisición* de datos se describe cómo se activa o desactiva esta función. Tenga en cuenta que activar la función significa guardar grandes cantidades de datos, formados a partir de un gran número de archivos individuales, que pueden llenar el disco y tardarán mucho tiempo en transferirse del instrumento a un PC. No se recomienda intentar copiar un *proyecto* que contenga datos de forma de onda completos en un disco USB, ya que llevará mucho tiempo.

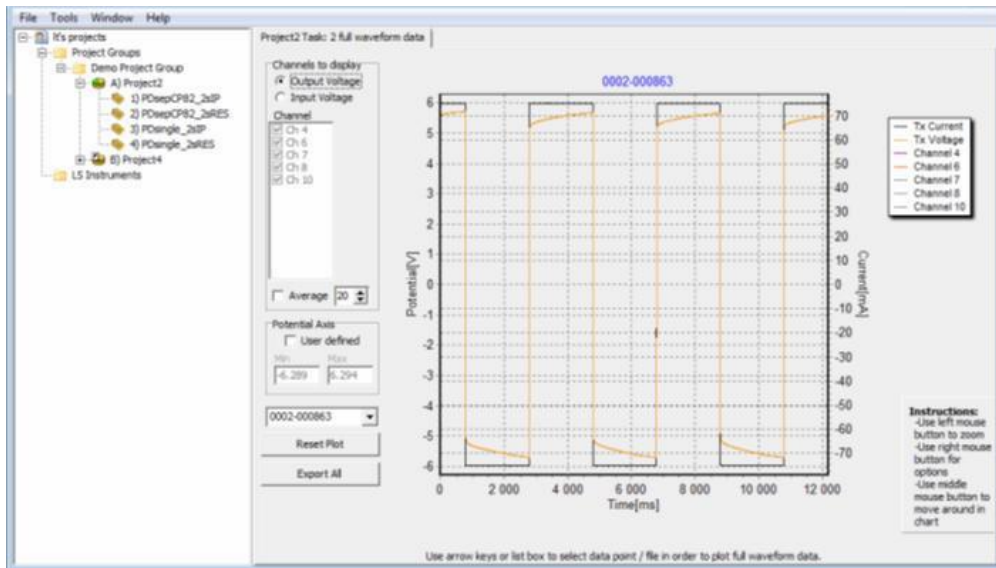


Figura 95 Datos completos de forma de onda vistos en Terrameter Toolbox

6.15 Modo de ciclo de trabajo del 100 %

Los instrumentos ABEM Terrameter, como la mayoría de los sistemas de resistividad de campo/IP, utilizan el método del dominio del tiempo para recopilar datos IP. Este método ha utilizado tradicionalmente lo que se denomina un ciclo de trabajo del 50 %, lo que significa que los períodos de medición se dividen en dos partes iguales. Durante la primera parte, el tiempo de ON, la corriente se transmite al suelo para cargarlo. Durante la segunda parte, el tiempo de apagado, no se realiza ninguna transmisión de corriente, sino que el instrumento mide cómo decae el voltaje a medida que se descarga la tierra. Durante el tiempo de encendido se miden los datos de resistividad y durante el tiempo de apagado se miden los datos de IP.

Con el Terrameter LS 2 es posible medir IP utilizando un ciclo de trabajo del 100%. Esto significa que no hay tiempo de apagado y que la corriente siempre se transmite al suelo. En lugar de medir IP cuando el suelo se está descargando, IP ahora se medirá durante la primera parte del tiempo de encendido mientras se carga el suelo. Con este nuevo modo de medición, tanto los datos de resistividad como los datos IP se medirán durante el tiempo de encendido, y no se necesita el tiempo de apagado.

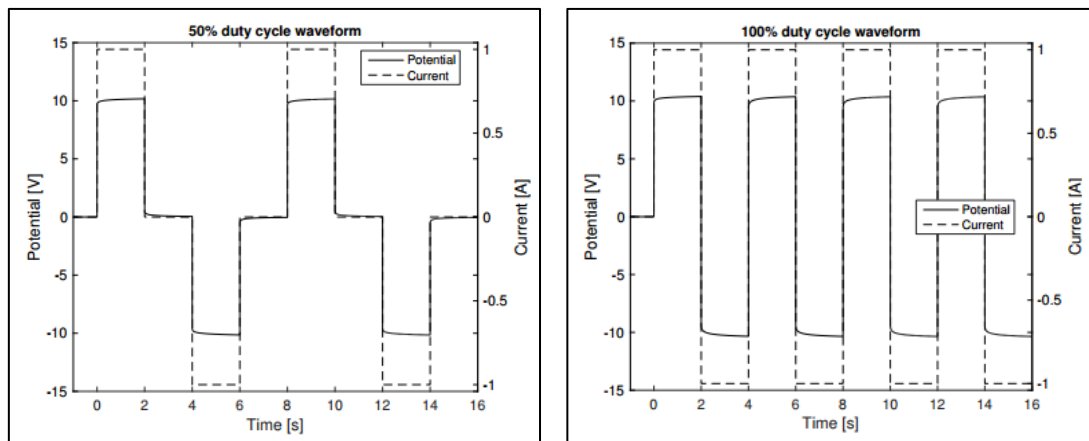


Figura 96 Mediciones IP tradicionales del 50% del ciclo de trabajo (izquierda) frente a mediciones del ciclo de trabajo del 100% durante el mismo período de tiempo

Las principales ventajas de utilizar el modo de ciclo de trabajo al 100% son:

- Utilizando un ciclo de trabajo del 100 %, los datos IP se pueden recopilar dos veces más rápido que cuando se utiliza el ciclo de trabajo «estándar» del 50 %.
- Como la relación señal/ruido es dos veces mayor con el nuevo método, se mejorará la calidad de los datos IP.
- La eliminación exponencial de la tendencia SP (introducida con el modo de ciclo de trabajo del 100%) hace que los cálculos de IP sean más precisos.

Estos son factores importantes que pueden limitar la necesidad de transmisores externos de alta potencia en algunos entornos.

Para obtener más información sobre el modo de medición IP del ciclo de trabajo del 100%, consulte el Capítulo 9.4 *Polarización Inducida (IP): Modo de medición "RES, IP100"*

7 ACTIVIDADES DESPUES DE LA MEDICION

7.1 Re empacando el sistema LS

Limpiar y volver a empaquetar el equipo correctamente le dará a su instrumento una vida útil más larga. A continuación, hemos tratado de especificar áreas clave para el mantenimiento de este instrumento.

- Verifique que todos los equipos se recojan del campo; Una lista de verificación básica es un medio simple de realizar un seguimiento de todo el equipo.
- Limpie cada parte a fondo, si es necesario lavándola y secándola; Verifique los conectores para ver si suciedad y objetos extraños.
- Guarde siempre el instrumento seco en su paquete de viaje original.
- Si las condiciones eran particularmente húmedas, o si ha lavado el instrumento, deje las tapas antipolvo del instrumento y los accesorios fuera por un tiempo (una vez que el equipo esté en un lugar seco) para asegurarse de que los conectores estén completamente libres de humedad antes de almacenar el equipo.
- Se recomienda almacenar el instrumento con una batería interna cargada para maximizar la longevidad de la batería.

7.2 Exportar datos medidos

Para permitir el análisis y el procesamiento de los datos registrados, se pueden exportar desde el instrumento de varias maneras. Las opciones son exportar directamente a una memoria USB conectada al Terrameter, que se describe en los siguientes subcapítulos, o mediante el uso del paquete de software Terrameter LS Toolbox (a través de una conexión Ethernet o Wi-Fi), consulte el Apéndice

Descripción general Terrameter LS Toolbox.

¡Nota! Se recomienda encarecidamente a los usuarios que siempre transfieran la base de datos del *proyecto* y la almacenen para su uso futuro. Puede resultar que se desee más información de la que proporcionan los formatos de exportación estándar. Además, en caso de que se requiera asistencia del departamento de soporte de Guideline Geo, es probable que se le solicite que envíe el archivo de la base de datos del *proyecto*, ya que contiene información esencial para un diagnóstico eficiente del instrumento.

7.2.1 Exportar tarea como un archivo DAT

Los datos se pueden exportar como un archivo DAT (formato compatible con Res2Dinv) a una PC a través de una memoria USB conectada al puerto USB del Terrameter, para su análisis, procesamiento y presentación.

□ Exportar como archivo DAT

- Vaya a la página "Proyectos/Lista de tareas"
- Resalte la *tarea* a exportar
- Presione <Opciones>
- Resalte <Exportar tarea como DAT> (Figura 97)
- Presione <OK>



Figura 97 Menú de opciones de tareas

Confirme que desea exportar al dispositivo de memoria USB (Figura 98).

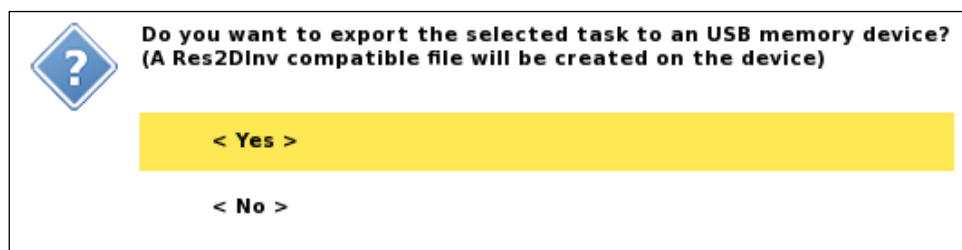


Figura 98 Cuadro de diálogo de confirmación de exportación de tareas a DAT

¡Nota! Si no hay ningún dispositivo de memoria USB insertado o hay un problema con el dispositivo, las opciones de exportación aparecerán atenuadas.

7.2.2 Exportar tarea como un archivo TXT

□ Exportar como archivo TXT

- Vaya a la página "Proyectos/Lista de tareas"
- Resalte la *tarea* a exportar
- Presione <Opciones>
- Resalte <Exportar tarea como TXT> (Figura 99)
- Presione <OK>



Figura 99 Menú de opciones de tareas

Confirme que desea exportar al dispositivo de memoria USB (Figura 100).

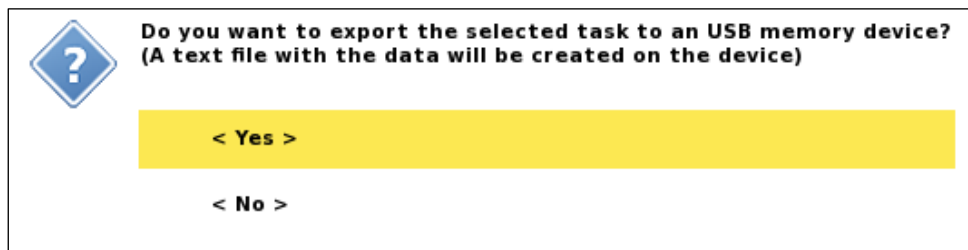


Figura 100 Diálogo de confirmación de exportación de tareas a TXT

7.2.2 Exportar tarea como un archivo USF

USF es el acrónimo de Universal Sounding Format, que es un formato de archivo estándar de la industria adecuado para datos VES.

□ Exportar como archivo USF

- Vaya a la página "Proyectos/Lista de tareas"
- Resalte la *tarea* a exportar
- Presione <Opciones>
- Resaltado <Exportar tarea como USF> (Figura 101)
- Presione <OK>

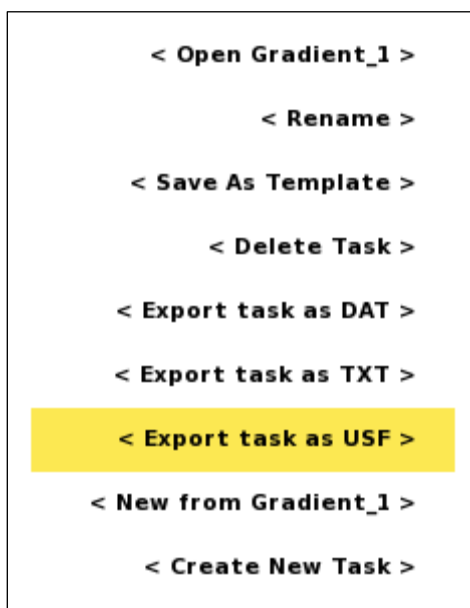


Figura 101 Menú de opciones de tareas

Confirme que desea exportar al dispositivo de memoria USB (Figura 102).

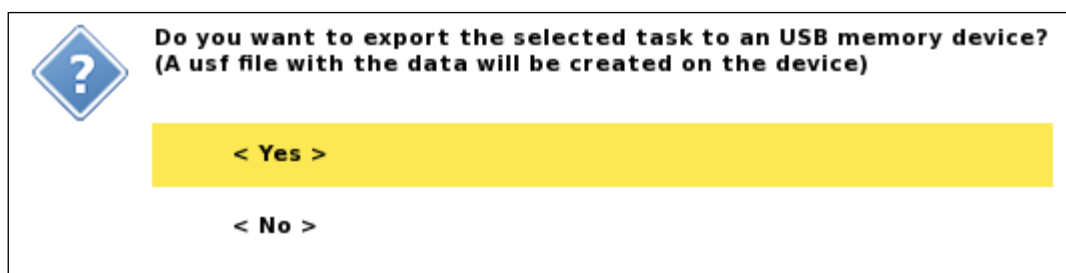


Figura 102 Diálogo de confirmación de la tarea de exportación a USF

7.2.4 Exportar tarea como archivo LAS

LAS es el acrónimo de "Log ASCII Standard", que es un formato de archivo reconocido por la industria adecuado para los datos de registro de pozos.

□ Exportar como archivo LAS

- Vaya a la página "Proyectos/Lista de tareas"
- Resalte la *tarea* a exportar
- Presione <Opciones>
- Resalte <Exportar tarea como LAS> (Figura 103)
- Presione <OK>



Figura 103 Menú de opciones de tareas

Confirme que desea exportar al dispositivo de memoria USB (Figura 104).

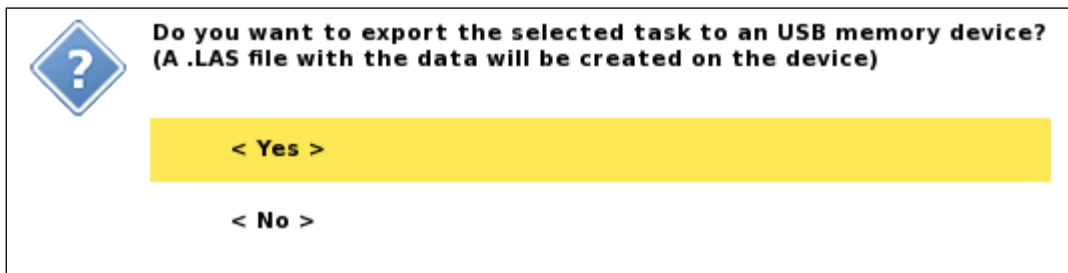


Figura 104 Exportar tarea al cuadro de diálogo de confirmación de LAS

7.2.5 Exportar proyecto

Un *proyecto completo* se puede exportar a una memoria USB o unidad de disco. Esto copiará la base de datos del *proyecto* que luego se puede leer en el paquete de software Terrameter LS Toolbox. Si se adquirieron tareas que incluyen datos completos de forma de onda, también se copiarán todos los archivos asociados con esto.

¡Nota! La exportación *de proyectos* con datos de forma de onda completa puede llevar varios minutos, o incluso decenas de minutos para proyectos más grandes, y a menudo es una mejor opción copiar los datos a través de Terrameter LS Toolbox y una conexión Ethernet o Wi-Fi en su lugar.

□ Exportar un *proyecto*

- Vaya a la página "Proyectos/Lista de proyectos"
- Resaltar el *proyecto* a exportar
- Presione <Opciones>
- Resaltado <Proyecto de exportación> (Figura 105)
- Presione <OK>

Confirme que desea exportar al dispositivo de memoria USB (Figura 106).



Figura 105 Menú de opciones del proyecto

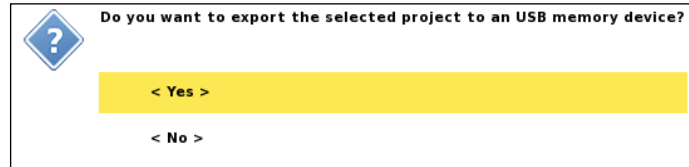


Figura 106 Cuadro de diálogo de confirmación del proyecto de exportación

7.3 Borrar proyecto

□ Eliminar un proyecto

- Vaya a la página "Proyectos/Lista de proyectos"
- Resalte el *proyecto* que desea eliminar
- Presione <Opciones>
- Resaltar <Eliminar proyecto> (Figura 107)
- Presione <OK>

Confirme que desea eliminar el *proyecto* (figura 108).

Warning! This will delete all data in the *Project* permanently! Be sure to have a back-up



Figura 107 Menú de opciones del proyecto

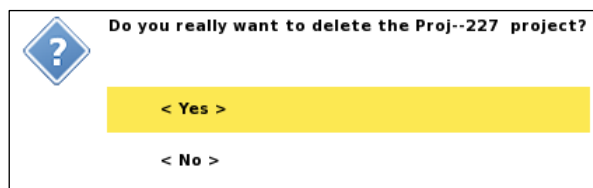


Figura 108 Cuadro de diálogo de confirmación de eliminación

8 PROBANDO, DIAGNOSTICANDO Y ENCONTRANDO UNA FALLA

El Terrameter LS 2 tiene autocomprobación y calibración incorporadas de las funciones principales, incluidas las placas de entrada, el transmisor y el interruptor de relé. Los resultados de las pruebas se registran automáticamente con fines de control de calidad y cualquier mal funcionamiento se informa al operador. La temperatura y el voltaje de la fuente de alimentación se monitorean y registran constantemente.

8.1 Auto prueba

Se puede llevar a cabo una autopruueba que ejecutará mediciones a través de circuitos de referencia internos para determinar que los canales de grabación y el transmisor funcionan correctamente. La prueba se realiza de la siguiente manera:

1. Desconecte todos los cables de electrodos u otros dispositivos conectados al panel de entrada.
2. Navegue a la *página "Configuración / Receptor"* y configure:
 - "Modo" a "RES" (otras configuraciones no son importantes)
3. Navegue a la *página "Configuración / Transmisor"* y configure:
 - "Prueba de electrodo" a "No"
 - "Voltaje máximo" a "600"
 - "Corriente mínima" a "1mA"
 - La "Corriente máxima" debe seleccionarse de acuerdo con la calidad de la fuente de alimentación disponible . Si la potencia de salida es limitada (es decir, la fuente de alimentación de oficina Terrameter LS 2 incluida), es aceptable funcionar con, por ejemplo, 50 mA. Si se dispone de una fuente de energía adecuada (por ejemplo, una batería de 12 voltios o un adaptador de corriente ABEM opcional), se pueden seleccionar valores de corriente de hasta 2500 mA y se logrará una autopruueba más completa.
4. Cree una nueva *tarea* y seleccione el spread "LS interno" y el protocolo "Autotest".
5. Inicie el procedimiento de medición.
6. Las mediciones de voltaje se toman con cada canal de medición a través de los voltajes de referencia incorporados, que se han elegido para activar los diferentes rangos de medición. Además, las mediciones de resistencia se realizan a través de 1,5 ohmios incorporados y resistencias de 33 kOhm.
7. Una vez completada la medición, los resultados se pueden exportar como un archivo de texto para su inspección. Los valores nominales de cada canal se muestran en el archivo de texto con la columna "nota" que indica a qué prueba se refiere cada línea. Tenga en cuenta que las resistencias de prueba no son resistencias de precisión y las desviaciones en el rango del 10% del valor nominal son normales.

Warning! Do not run a self test using the office power supply; a 12V battery or the ABEM Power Adapter (10-006021) are recommended.

8.2 Prueba de continuidad de cables

Se utiliza una prueba de continuidad del cable para verificar que no haya roturas a lo largo de los hilos individuales de alambre dentro de los cables extendidos. Las roturas pueden causar problemas al intentar inyectar corriente y/o producir lecturas negativas.



Altos voltajes estarán presentes en todas las conexiones de electrodos durante la prueba, asegúrese que nada ni nadie está tocando los cables durante la prueba de continuidad

La prueba de continuidad se puede realizar de la siguiente manera:

1. Conecte un extremo de un cable de distribución de electrodos al "Conector 1" y el otro extremo al "Conector 2" (no es posible en la edición VES MAX). Asegúrese de que los extractores de electrodos no se toquen entre sí ni con nada más.
2. Cree una nueva *tarea* y seleccione la propagación "CableTest" y el protocolo "Prueba de continuidad del cable".
3. Navegue a la *página* "Configuración / Transmisor" y configure la corriente de salida máxima en 20 mA.
4. Asegúrese de que "Prueba de electrodo" esté configurado en "No".
5. Inicie el procedimiento de medición. Si el cable es bueno, debería ser posible tomar todas las mediciones en el protocolo. Si hay algún problema de transmisión de corriente, hay un problema con el cable.

¡Nota! Todos los núcleos de un conjunto de cables dado deben devolver una resistencia similar; El valor absoluto será el resultado de la longitud y la temperatura del cable.

6. Repita el procedimiento para todos los cables de electrodos.
7. Una vez completada la medición, los datos se pueden descargar en LS Toolbox para su inspección y exportar en formato de texto como documentación de control de calidad. Alternativamente, el archivo se puede exportar a texto directamente desde la *página* "Lista de tareas".

8.3 Prueba de aislamiento del cable

Se utiliza una prueba de aislamiento de cables para verificar que no haya contacto entre los hilos individuales de alambre dentro de los cables extendidos o entre los pines de los conectores. Esta conexión no deseada puede deberse a roturas en el aislamiento alrededor de los hilos, humedad o suciedad entre los pines, o quemaduras en los conectores por cortocircuitos debido a esa humedad / suciedad.



Altos voltajes estarán presentes en todas las conexiones de electrodos durante la prueba, asegúrese que nada ni nadie está tocando los cables durante la prueba de insulación

Se puede realizar una prueba de aislamiento cables de la siguiente manera:

1. Los cables de electrodos que se van a probar deben conectarse al "Conector 1" o al "Conector 2" en el panel final del instrumento. Se pueden probar uno o dos cables de electrodos al mismo tiempo. Si se van a probar dos cables (Figura 109), se debe conectar un cable a cada uno de los conectores (1 y 2).



Figura 109 Dos cables conectados para la prueba de aislamiento de cables

¡Nota! Solo un extremo de los cables que se están probando debe conectarse al instrumento. El otro extremo debe dejarse libre.

2. Si solo se va a probar un cable, el uso del "Conector 1" escribirá los resultados de la prueba en la parte superior de la lista de electrodos (ver más abajo).
3. Asegúrese de que no haya nada más conectado al cable y que las tomas de los electrodos no se toquen entre sí ni con nada más, incluido el personal.
4. Cree una nueva tarea y seleccione la propagación "CableTest" y el protocolo "Prueba de aislamiento de cable".
5. Navegue a la página "Configuración / Transmisor" y asegúrese de que "Prueba de electrodo" esté configurado en "Sí".
6. Inicie el procedimiento de medición, que comenzará con la prueba de contacto del electrodo.
7. Vaya a la página "Medición/Electrodos" para verificar el resultado de la prueba. Si el cable está bien, **no debe** haber contacto en ninguno de los electrodos a lo largo de los cables; es decir, el texto en la columna Ohm debe decir "*Sin contacto*" para todos los electrodos. Si hay alguna conexión (consulte la Figura 110), hay un problema con el cable.
8. Al desconectar los cables y volver a ejecutar la prueba, es posible evaluar el aislamiento de los conectores del panel de instrumentos. El resultado debe indicar "*Sin contacto*" en todas las mediciones para que la prueba sea exitosa.

S	Takeout	Pos	Ohm	Status
	CableTest	0;0;0		
1				
1-1		0;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-2		2;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-3		4;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-4		6;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-5		8;0;0	8.09 0 Ok	(AB:1 MN:1)
1-6		10;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-7		12;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-8		14;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-9		16;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-10		18;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-11		20;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-12		22;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-13		24;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-14		26;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)
1-15		28;0;0	*No contact*	(AB:1 MN:1)

Figura 110 La página de electrodos que muestra el resultado de un cable defectuoso

8.4 Prueba de unión de cables

Hay dos pruebas de unión de cables que se pueden realizar. Estas pruebas probarán la continuidad y el aislamiento. Tenga en cuenta que estas pruebas requieren que las uniones de los cables se conecten a los cables de imágenes, por lo que puede ser importante probar esos cables primero.



Durante esta prueba habrá altos voltajes en las tomas de electrodos. Asegúrese de que nadie ni nada toque los cables del electrodo durante la prueba de aislamiento del cable.

Se utiliza una prueba de continuidad de la unión del cable para verificar que no haya roturas dentro de las conexiones internas de la unión del cable.

Se puede realizar una prueba de continuidad de la unión del cable de la siguiente manera:

1. Conecte el extremo de extracción de un cable de imagen con un número bajo en el conector 1 del panel de instrumentos. Conecte el extremo de extracción con números altos de un segundo cable de imagen en el conector 2 del panel de instrumentos.
2. Conecte la unión del cable entre los dos cables de imagen. Asegúrese de que el conector esté conectado a los cables de tal manera que el extremo ranurado apunte hacia el conector 1, como que se muestra a continuación.



Figura 111 Configuración correcta de una unión de cable para pruebas

3. Cree una nueva *tarea* y seleccione la extensión "CableTest" y el protocolo "Prueba de unión de cables".
4. Navegue a la *página* "Configuración / Transmisor" y establezca la corriente de salida máxima en 20 mA y configure la prueba del electrodo en "No".
5. Inicie el procedimiento de medición. Si el cable y la unión del cable funcionan correctamente, el instrumento debería poder realizar todas las mediciones dentro del protocolo. Si hay cualquier problema de transmisión de corriente Hay un problema con la unión del cable.
6. Pruebe la continuidad de otras uniones de cable intercambiando la unión del cable y repitiendo la prueba como se describe anteriormente.

También es posible realizar una prueba de aislamiento de la junta del cable y se utiliza para comprobar que no hay contacto entre las conexiones individuales dentro de la unión del cable o entre los pines de los conectores. Esta conexión no deseada puede deberse a roturas en el aislamiento alrededor de los hilos, humedad o suciedad entre los pines, o quemaduras en los conectores por cortocircuitos debido a esa humedad / suciedad. El procedimiento para una prueba de aislamiento de juntas de cables es el siguiente:

1. Ejecute una prueba de aislamiento de cables en un cable de imágenes como se describe en el Capítulo 8.3 *Prueba de aislamiento de cables*.
2. Si la prueba de aislamiento del cable pasa, entonces es posible usar este cable para probar la unión del cable. Para hacer esto, tome el extremo libre del cable y conecte la junta del cable. El extremo ranurado de la junta del cable debe apuntar hacia el instrumento.
3. Reinicie el procedimiento de prueba de aislamiento de cables con la misma configuración. Tenga en cuenta que si usted acaba de ejecutar la prueba de aislamiento del cable, la configuración será correcta.
4. Vaya a la *página* "Medición/Electrodos" para verificar el resultado de la prueba. Si el cable El aislamiento de la junta es **que no debe** haber contacto en ninguno de los electrodos a lo largo de los cables; es decir, el texto en la columna Ohm debe decir "*Sin contacto*" para todos los electrodos. Si se muestra alguna conexión (consulte la Figura 110), hay un problema con la unión del cable.

8.5 Diagnostico remoto

El Terrameter LS 2 se puede conectar a ABEM para realizar diagnósticos remotos a través de una VPN (red privada virtual). Para conectar el instrumento a nuestra VPN, necesita una LCP / IP LAN (Red de área local) estándar basada en Ethernet que esté conectada a Internet. El instrumento está conectado a la LAN con un cable RJ-45. Es aconsejable conectar el instrumento a la red antes de encenderlo.

Si la LAN tiene un servicio DHCP, el instrumento adquirirá un número de IP y lo más probable es que la otra configuración de red requerida del servidor DHCP cuando se inicie el servicio de red. Tenga en cuenta que el servidor DHCP debe permitir direcciones MAC no registradas. Si no lo hace, la dirección MAC del instrumento debe estar registrada en él. Póngase en contacto con el administrador de la red local si es necesario. Para encontrar el MAC del instrumento, consulte la *página "Instrumento/Red"*.

Restricciones: El router o firewall de LAN no debe bloquear el tráfico saliente en el puerto 1194 y debe permitir que el tráfico entrante que se inicia desde el interior de la LAN se devuelva al instrumento. Además, si la LAN está usando NAT, no debe usar la red IP privada 10.17.23.x ya que la VPN la usará. La mayoría de las LAN de oficina cumplirán con estas especificaciones.

Si no está familiarizado con la terminología de esta sección y tiene problemas con la conexión, póngase en contacto con el administrador de red local.

El instrumento intenta establecer automáticamente una conexión de red segura con el servidor de soporte de ABEM. Esto tendrá éxito si el instrumento tiene una conexión de red que permita la comunicación VPN con la oficina de ABEM www.abemoffice.com y el puerto 1194.

Una conexión exitosa agregará una línea tun0 en la página de información de red:

```
eth0 : 192. 168. 10. 64
tun0 : 10. 17. 23. 26 La dirección "tun0" se proporciona a un Terrameter desde el
servidor de soporte
```

Tenga en cuenta: Algunos países/empresas tienen reglas de firewall que bloquean el acceso a este tipo de servicio.

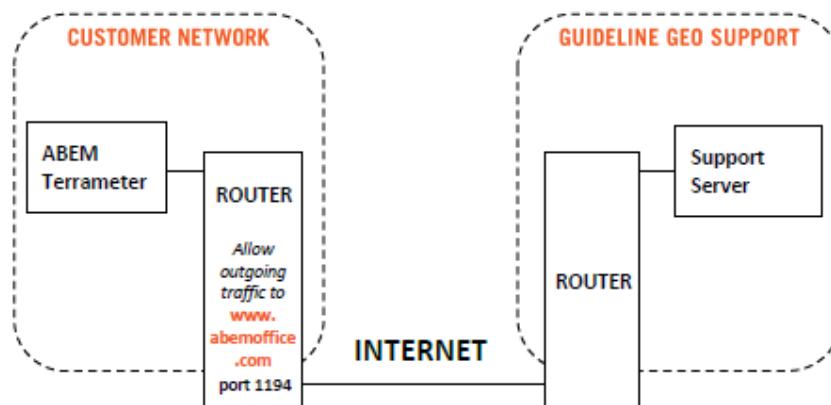


Figura 112 Diagnóstico remoto a través de VPN

8.6 En caso de mal funcionamiento

En caso de mal funcionamiento, realice las pruebas correspondientes como se describe en este manual. Si no es posible encontrar la causa del problema, envíe una descripción de los problemas por correo electrónico a support@guidelinegeo.com. Cualquier comunicación con el departamento de soporte debe incluir el tipo de instrumento, el número de serie y, si es posible, el número de pedido original de ABEM. Esté preparado para que los ingenieros de soporte puedan solicitar una copia de la base de datos del proyecto desde el momento del problema (para obtener detalles sobre cómo descargarla, consulte el Apéndice D. *Descripción general de Terrameter LS Toolbox*), o para que el instrumento se conecte a Internet para realizar pruebas; siga las instrucciones del Capítulo 8.5 Diagnóstico remoto.

En caso de que ocurra una falla que no se pueda resolver en el sitio, se proporcionarán instrucciones sobre cómo devolver el instrumento. El flete a Guideline Geo debe pagarse por adelantado. Para daños o reparaciones fuera de los términos de la garantía ABEM, Guideline Geo presentará un presupuesto antes de realizar cualquier trabajo de reparación.

Asegúrese de completar correctamente la tarjeta de registro de garantía (incluida con el equipo) y devolverla a Guideline Geo de inmediato. Esto nos ayudará a procesar cualquier reclamo que deba hacerse bajo la garantía. También nos ayudará a mantenerlo informado sobre cualquier actualización de software y firmware disponible a través de nuestra página de descargas. ABEM agradece su respuesta y comentarios en cualquier momento, pero háganos saber su nombre y dirección, y el número de serie del instrumento.

9 APÉNDICE A. MODOS DE MEDICIÓN

En la adquisición de datos SP, resistividad e IP, es esencial suprimir varios tipos de ruido de fuentes como la polarización de electrodos, las corrientes telúricas, las redes de distribución eléctrica y la industria. El Terrameter LS 2 está equipado con convertidores AD sigma-delta que tienen un filtrado de paso bajo incorporado y una excelente supresión de ruido. Sin embargo, el filtrado de paso bajo no se puede utilizar en su forma estándar para las mediciones de IP, ya que colorearía fuertemente los datos de IP de primera hora. En cambio, el procesamiento de señales patentado se utiliza para suprimir el ruido y, al mismo tiempo, resolver las señales de decaimiento de IP tempranas. Se utilizan las siguientes definiciones de parámetros:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Frecuencia de la	Se configurará para que coincida con la red eléctrica local (50 Hz o 60 Hz)
Tiempo de	Retardo desde el encendido de la corriente hasta que comienza la medición (por ejemplo, 300 ms)
Tiempo de	Tiempo de integración (por ejemplo, 500 ms = 25 muestras @ 50 Hz)
Número de ventanas IP	Número de ventanas de tiempo dentro de las cuales se utiliza la integración de la señal para registrar la capacidad de cobro (por ejemplo, 10)
Tiempo de	Retardo desde el apagado de la corriente hasta que comienza la medición IP (por ejemplo, 10 ms)
Tiempo de integración	Tiempo de integración de la señal para una ventana de tiempo IP determinada (por ejemplo, 20 ms / 0,02 s), las ventanas posteriores deberían, idealmente, tener períodos más largos.

Los ciclos de medición utilizados en la resistividad de CC y la topografía IP en el dominio del tiempo eliminan los cambios cero al tomar el promedio de los datos medidos en pulsos de corriente positivos y negativos. Además, los ciclos de medición están intrínsecamente diseñados para minimizar los errores debidos a la variación de los potenciales de fondo durante el ciclo de medición.

9.1 Auto potencial (SP)

Las mediciones de autopotencial se realizan simplemente integrando voltajes de entrada durante el intervalo de tiempo de adquisición especificado y, si se selecciona, apilando y promediando los resultados. Se debe tener cuidado de seleccionar la frecuencia base y el tiempo de adquisición para lograr un promedio y una supresión de ruido suficientes.

En áreas que probablemente se vean afectadas por el ruido de 16 2/3 Hz del suministro de energía ferroviaria (algunas áreas del norte de Europa), es esencial seleccionar un tiempo de adquisición que sea un múltiplo de 60 milisegundos para suprimir dicho ruido puramente a través del proceso de promedio, ya que no hay un filtrado incorporado para esta frecuencia de ruido sinusoidal. Esto también se aplica a la resistividad y la adquisición de datos IP.

El estudio de autopotencial debe realizarse utilizando electrodos no polarizadores para eliminar los voltajes (relativamente grandes en comparación con los efectos SP) generados al empujar electrodos de acero hacia el suelo. Con los electrodos no polarizantes, el elemento metálico sólido del electrodo está rodeado por un fluido conductor o compuesto que es el que entra en contacto con la tierra y permite medir el voltaje.

9.2 Resistividad: Modo de medición RES

En el caso de la medición de resistividad, el ciclo de medición consta de un pulso de corriente positivo, doble negativo y nuevamente positivo (Figura 113). Al promediar los voltajes medidos, se elimina cualquier desplazamiento cero y toda deriva lineal durante el ciclo de medición.

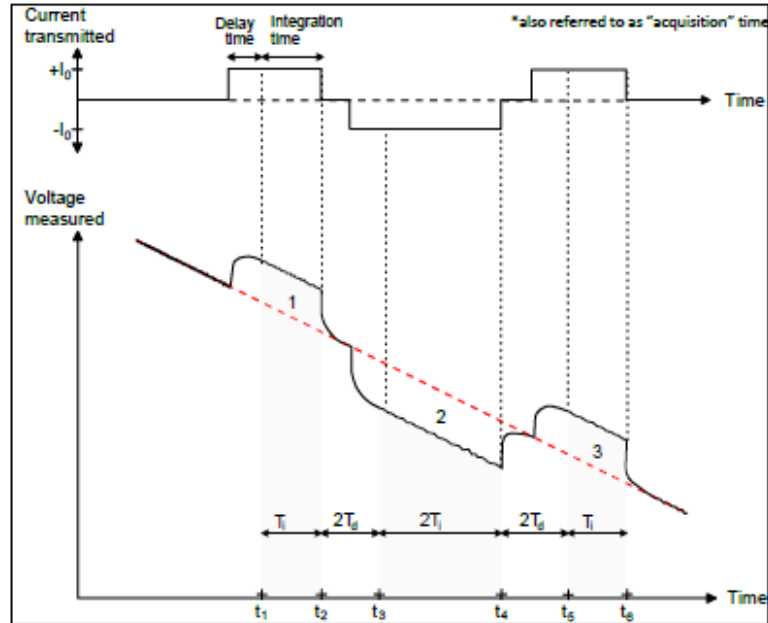


Figura 113 Definiciones de tiempo de ciclo de medición de resistividad, según Krill (Krill P. 1979. JRM2 - ett jordresistansmätande instrument. Informe AE1-79, Departamento de Física, Universidad de Lund)

9.3 Polarización inducida (IP): Modo de medición RES - IP

En el caso de IP en el dominio del tiempo, generalmente se emplea una medición de pulso de corriente positiva y otra negativa. Por lo general, se sincronizan simétricamente, pero como mínimo, el tiempo de apagado de IP debe ser igual al tiempo de encendido actual. A continuación, es necesario medir los niveles de tensión de fondo antes y después de los pulsos de corriente y los períodos de registro de IP, y utilizarlos para eliminar la deriva durante el ciclo de medición (Figura 114). Si no lo hace, puede provocar un aumento de magnitud en los errores de medición dentro de los datos de resistividad.

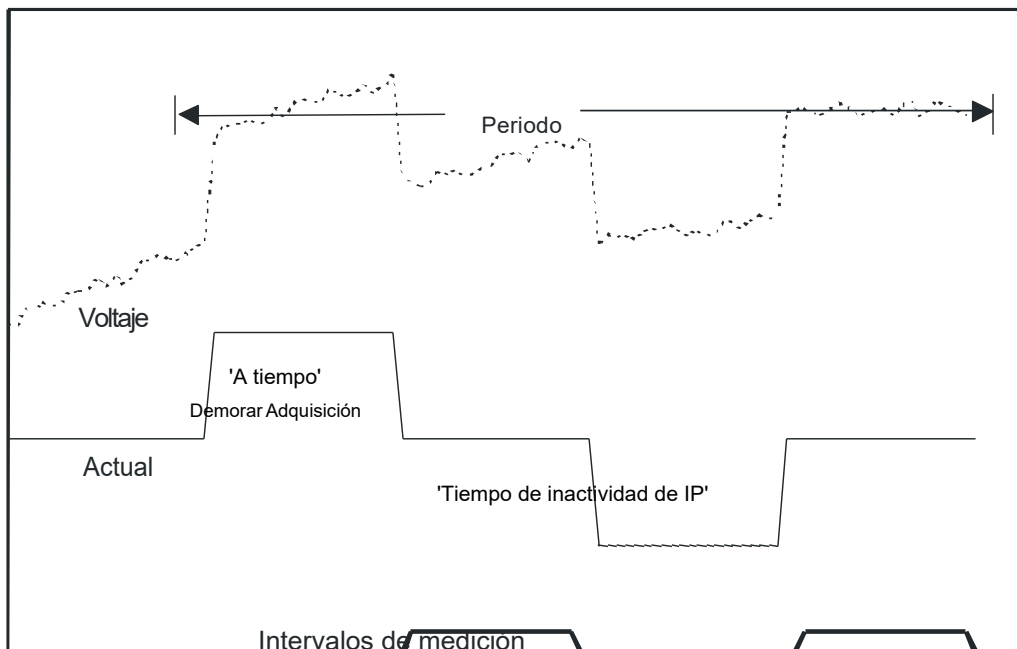


Figura 114 Definiciones de temporización del ciclo de medición IP

9.4 Polarización inducida (IP): Modo de medición RES – IP 100

El ABEM Terrameter LS 2 fue el primer medidor de resistividad comercial del mundo en incorporar el innovador y eficiente modo de medición IP del ciclo de trabajo del 100%. Esta forma de medición de IP elimina el "tiempo de apagado" y, en su lugar, extrae los efectos IP de las fases de cambio de corriente entre pulsos de corriente positivos y negativos (o negativos y positivos). Esto proporciona un mayor efecto IP para grabar y mediciones más rápidas que brindan más oportunidades para apilar los resultados, todo lo cual da como resultado una mejor relación señal / ruido.

Las siguientes páginas presentan el contenido de un libro blanco, escrito por Guideline Geo, para acompañar el lanzamiento de la función "IP100" en 2016.

9.4.1 Extracto del documento: Mediciones de IP eficientes en tiempo utilizando un ciclo de trabajo del 100 %

El ABEM Terrameter LS anterior, como la mayoría de los instrumentos de resistividad de campo/IP, utiliza el método de dominio del tiempo para recopilar datos IP. Este método ha utilizado tradicionalmente lo que se denomina un ciclo de trabajo del 50 %, lo que significa que los períodos de medición se dividen en dos partes iguales. Durante la primera parte, el tiempo de ON, la corriente se transmite al suelo para cargarlo. Durante la segunda parte, el tiempo de apagado, no se realiza ninguna transmisión de corriente, sino que el instrumento mide cómo decae el voltaje a medida que se descarga la tierra. Durante el tiempo de encendido se miden los datos de resistividad y durante el tiempo de apagado se miden los datos de IP.

Con los terrámetros ABEM actuales es posible medir IP utilizando un ciclo de trabajo del 100%. Esto significa que no hay tiempo de apagado y que la corriente siempre se transmite al suelo. En lugar de medir IP cuando el suelo se está descargando, IP ahora se medirá durante la primera parte del tiempo de encendido mientras se carga el suelo. Con este nuevo modo de medición, tanto los datos de resistividad como los datos IP se medirán durante el tiempo de encendido, y no se necesita el tiempo de apagado. Al eliminar el requisito de un período de OFF, ahora es posible medir IP dos veces más rápido que con el método IP tradicional.

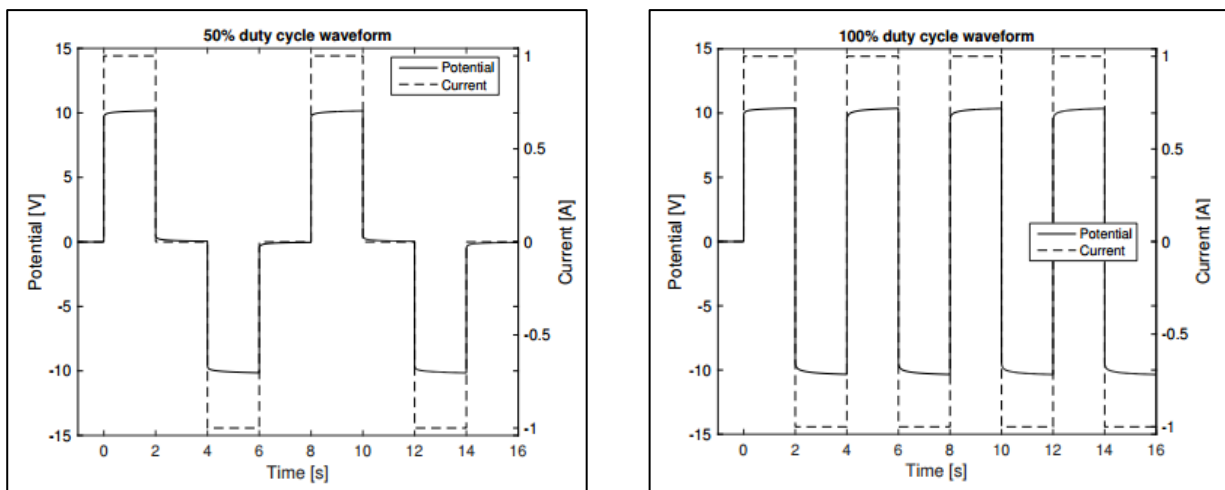


Figura 115 A la izquierda, se puede ver una medición del ciclo de trabajo del 50 % utilizando dos pilas (repeticiones). A la derecha hay una medición del ciclo de trabajo del 100 % utilizando el mismo tiempo de encendido que el ejemplo del 50 %, pero ahora se pueden medir ocho pulsos en el mismo tiempo en el que solo se lograron 4 pulsos con el ciclo de trabajo del 50 %.

9.4.2 Extracto del documento: Mayor calidad de los datos mediante la superposición de la señal

Durante las mediciones de resistividad e IP, la polaridad de transmisión de corriente se cambia para eliminar los efectos SP (potencial espontáneo) de tierra, que de otro modo podrían causar una compensación en los valores de voltaje registrados.

Para IP que utiliza un ciclo de trabajo del 50 %, un ciclo consistirá en un tiempo de encendido positivo, un

tiempo de apagado, un tiempo de encendido negativo y un tiempo de apagado. Se supone que el suelo se ha descargado completamente después del tiempo de apagado, por lo que, después de cada interruptor de polaridad, el efecto de carga comienza desde cero. Los valores de voltaje en el decaimiento IP suelen ser muy pequeños y, en algunas situaciones, pueden ser difíciles de diferenciar del ruido de fondo.

El IP que utiliza el ciclo de trabajo del 100 % no tiene tiempo de apagado, y un ciclo consistirá en un tiempo de encendido positivo, un tiempo de encendido negativo y un tiempo de encendido positivo. Esto significa que en el interruptor de polaridad (positivo a negativo y negativo a positivo) la tierra se descargará y cargará al mismo tiempo. Al superponer la descarga y la carga (sumando los dos efectos), el resultado es una mayor respuesta IP. Con esta mayor respuesta IP, aumenta la relación señal/ruido (SNR), lo que produce una mejor calidad de los datos, ya que es más fácil diferenciar el decaimiento IP del ruido de fondo.

9.4.3 Extracto del documento: Eliminación exponencial del SP de done para incrementar la precisión

Los efectos de SP no corregidos pueden introducir errores en el cálculo de la resistividad y los datos IP. Por esa razón, los medidores de resistividad/IP normalmente usan lo que se llama eliminación de tendencia SP lineal. Esto significa que antes y después de cada pila de medición, se toman muestras de SP y se puede detectar cualquier cambio en los valores de SP. Si el valor de SP ha cambiado, el efecto SP se eliminará utilizando las dos muestras de SP del inicio y el final del ciclo de medición para crear una tendencia de fondo lineal que se utiliza para estimar el nivel cero al integrar los resultados.

La eliminación de la tendencia lineal del SP funciona muy bien si los cambios del SP son pequeños o varían a un ritmo constante. Pero si los cambios de SP no son lineales o de mayor tamaño, la eliminación de la tendencia lineal de SP no será ideal y dará como resultado una diferencia entre el valor de resistividad / IP integrado y real. Las señales IP medidas suelen ser muy pequeñas, y la introducción de este error en el valor IP calculado puede tener un gran efecto en la fiabilidad del modelo final. En el nuevo modo de medición IP, se ha implementado una eliminación exponencial de la tendencia SP. Esto significa que los cambios de SP no lineales se pueden medir con mucha más precisión y se incorporarán en la resistividad y la integración de IP para obtener un resultado más preciso.

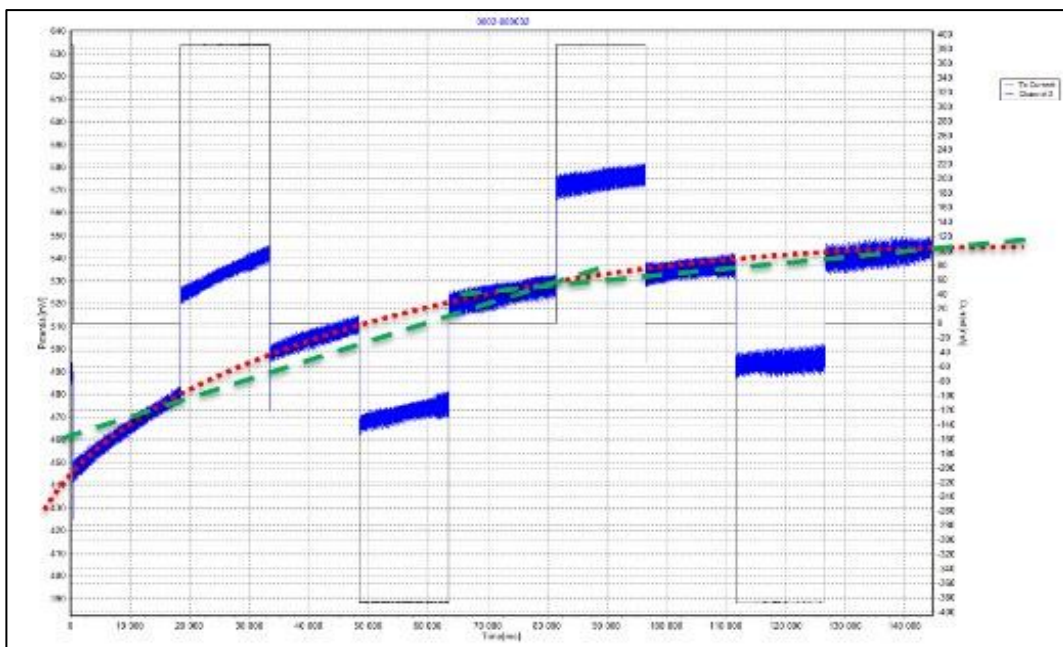


Figura 116 Datos completos de forma de onda que muestran (en azul) el voltaje de entrada medido, fuertemente afectado por los efectos SP no lineales. La línea discontinua verde representa cómo habría funcionado una eliminación de tendencia de SP lineal para estimar el nivel cero y hay una clara diferencia entre la variación real de SP y el efecto SP calculado, especialmente en la primera parte de la medición. La línea de puntos roja representa una eliminación exponencial de la tendencia SP, lo que produce un ajuste mucho mejor al efecto SP real

9.4.4 Extracto del documento: Filtros de canal de entrada optimizados para IP

Los canales de entrada de los terrámetros ABEM actuales se han cambiado para proporcionar un mayor ancho de banda para los datos IP. El nuevo diseño del filtro permite la inclusión de más componentes IP de baja y alta frecuencia en los cálculos que el Terrameter LS anterior. Esto significa que el Terrameter LS 2 puede comenzar a medir los decaimientos de IP antes después del apagado de la corriente, y que las mediciones mejoran durante tiempos de IP muy largos.

9.4.5 Extracto del documento: Parámetros de IP adicionales y procesamiento disponibles en Aarhus Workbench

Tradicionalmente, los datos de PI se han procesado e invertido como un conjunto integral de datos de PI. Esto significa que incluso si se han utilizado varias ventanas IP para aumentar la información de decaimiento al medir, el software de modelado manejará los datos como si solo se usara una ventana IP muy larga. Esto limita severamente el alcance de la evaluación de la calidad, así como las posibilidades de procesamiento e interpretación. Esta "simplificación" de la decadencia de IP también puede afectar negativamente al resultado final en términos de precisión del modelo.

Utilizando Aarhus Workbench con los módulos ERT/IP, se analizarán todos los datos de decaimiento, utilizando todas las ventanas IP. Esto brinda una visión y comprensión mucho mejor de la calidad de los datos. El decaimiento de IP se representa gráficamente, mostrando cada ventana de IP. En el procesamiento de datos es posible excluir una curva de decaimiento completa o, si solo se ven afectadas partes del decaimiento de IP, se pueden excluir ventanas de IP individuales mientras que aún se pueden usar segmentos buenos.

En todos los demás programas informáticos de modelización de datos IP en el dominio del tiempo, el resultado IP sólo puede representarse como imputabilidad. Para IP en el dominio de la frecuencia (a veces llamado IP espectral) se han utilizado dos parámetros adicionales, C y Tau, para ajustar la señal IP y modelar los datos. Estos parámetros solo han estado disponibles anteriormente a partir de datos IP en el dominio de la frecuencia, pero Aarhus Workbench es actualmente el único software disponible comercialmente que ofrece esta capacidad para datos IP en el dominio del tiempo mediante el uso de la parametrización de Cole-Cole. Las aplicaciones de los valores de Tau y C son actualmente objeto de mucha investigación, pero los usos potenciales incluyen la obtención de información adicional sobre la geología, como el tamaño de grano y la conductividad del fluido.

9.4.6 Extracto del documento: Ventajas de usar IP al 100 % del ciclo

Las tres mayores ventajas son:

- Utilizando un ciclo de trabajo del 100 %, los datos IP pueden recopilarse dos veces más rápido que cuando se utiliza el derecho «estándar» del 50 % ciclo.
- Como la relación señal/ruido es dos veces mayor con el nuevo método, la calidad de los datos IP será mucho mejor que antes.
- La eliminación exponencial de la tendencia SP hace que los cálculos de IP sean más precisos.

Estos son factores importantes que refuerzan el argumento de que los transmisores externos de alta potencia no siempre son necesarios.

Las ventajas de Aarhus Workbench ERT/IP para datos IP

- Mejor control de calidad ya que se puede ver todo el decaimiento de la IP
- Mejores posibilidades de procesamiento, ya que se pueden excluir secciones individuales (ventanas IP) si es necesario
- Utiliza el análisis Cole-Cole o de ángulo de fase constante para un mejor modelado IP
- Dos parámetros IP adicionales, C y Tau (si se utiliza la parametrización Cole-Cole)

Para aprovechar al máximo las ventajas del nuevo modo de medición en el ABEM Terrameter LS 2, Aarhus Workbench es una gran herramienta. El otro software de inversión disponible comercialmente no puede procesar y modelar datos IP de la misma manera.

9.4.7 Extracto del documento: Referencias

La propiedad intelectual que utiliza el ciclo de trabajo del 100% junto con el procesamiento adicional son métodos y procesos que han sido desarrollados por la Universidad de Aarhus y la Universidad de Lund. El trabajo realizado por Guideline Geo consiste en implementar partes de los nuevos métodos en el ABEM Terrameter LS 2. Para obtener más información y trabajos de investigación, consulte las publicaciones de la Universidad de Aarhus y la Universidad de Lund.

Olsson, P-I. (2016). *Optimización de la adquisición de datos de polarización inducida por el dominio del tiempo y el contenido de información espectral*. Lund

<http://lup.lub.lu.se/record/96ceed10-1a56-4696-8438-06e38e53ce69>

Olsson, P. I., T. Dahlin, G. Fiandaca y E. Auken. Medición de la polarización inducida espectral en el dominio del tiempo en el tiempo de encendido: disminución del tiempo de adquisición y aumento de la relación señal-ruido. *Revista de Geofísica Aplicada*, 2015, 123, 6. 2015.

http://www.hgg.geo.au.dk/ref_manager/OLSSON2015.pdf

Olsson, P-I., Fiandaca, G., Larsen, J. J., Dahlin, T. y Auken, E. (2016). Duplicar el espectro de polarización inducida en el dominio del tiempo mediante la eliminación de ruido armónico, la corrección de deriva, la eliminación de picos, la compuerta cónica y la estimación de la incertidumbre de los datos. *Revista Geofísica Internacional*, 207(2), 774-784. DOI: 10.1093/gji/ggw260

<http://lup.lub.lu.se/record/c787b051-c55c-46e7-bbc1-c1c3feb1fbc8>

Para obtener una lista completa de publicaciones, consulte los sitios web de la Universidad de Aarhus y la Universidad de Lund.

10 APÉNDICE B. PROCEDIMIENTO DE MEDICION PARA CONJUNTOS DE CABLES COMUNES



La corriente y el voltaje transmitidos pueden poner en peligro la vida. El botón rojo de parada debe activarse mientras se trabaja con cables y electrodos conectados. Antes de comenzar CUALQUIER medición, asegúrese de que los cables y electrodos topográficos no se manipulen ni toquen. Mantenga todos los conectores secos y limpios. El mal manejo y mantenimiento de los conectores son las principales causas de fallas en los cables. Siempre interconecte las tapas antipolvo retiradas para mantenerlas limpias y secas durante las mediciones (derecha).



10.1 Descripción general de disposiciones de 2 cables, 4l electrodos (2x21)

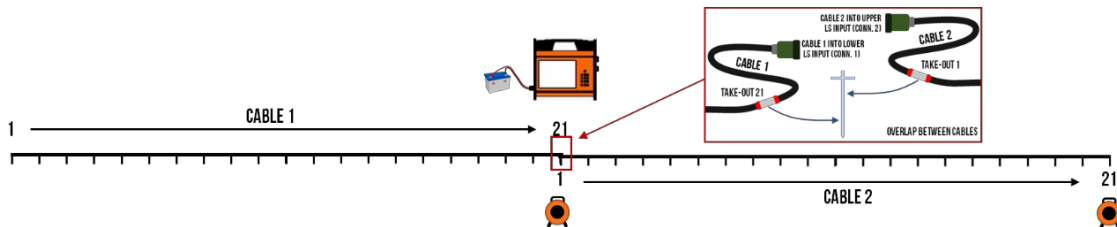


Figura 117 Esquema de una configuración de 41 electrodos, 2 cables; tenga en cuenta que los 21 cables de extracción utilizan una superposición entre cables, donde comparten un solo electrodo

10.1.1 Configuración para 2 cables, 4l electrodos

- Si los cables se usan en su espacio de extracción completo, coloque los cables primero, superponiendo la última y la primera extracción (solo se hace con 21 cables de extracción, consulte la Figura 117), luego use las tomas para colocar los electrodos.
- Si se requiere un espaciado de electrodos alternativo, mida una línea recta a lo largo del suelo para colocar electrodos a lo largo del perfil topográfico. Luego coloque la extracción 1 del cable 1 adyacente al primer electrodo en la propagación. Camine por el carrete de cable 1 a lo largo de la línea de levantamiento hasta que todas las tomas del cable estén alineadas con un electrodo.
- Los electrodos deben clavarse verticalmente en el suelo a lo largo de una profundidad de no más de 1/10 del espacio entre electrodos.
- Coloque la comida para llevar 1 del cable 2 junto a la comida para llevar 21 del cable 1; Las dos tomas compartirán el mismo electrodo, creando una superposición entre los cables. Cuando los cables se utilizan a su distancia total entre electrodos, esto elimina la necesidad de una cinta métrica para colocar el siguiente cable.
- Los números de comida para llevar siempre deben aumentar a lo largo del perfil.
- Finalmente, coloque el Terrameter LS 2 y la batería externa en el medio de la línea de levantamiento, entre el Cable 1 y el Cable 2.
- Coloque el cable 1 en el conector 1 y el cable 2 en el conector 2 en el panel del extremo del instrumento.

¡Nota! Si el espaciado de electrodos requerido es mucho menor que el espacio de extracción de cables, evite enrollar y superponer excesivamente el cable de repuesto entre las tomas.

10.1.2 Crear proyecto y tarea para 2 cables, 4l electrodos

ABEM Terrameter LS 2

- Desde la *página "Bienvenida"*, use la tecla <Examinar> para navegar a la *página "Lista de proyectos"* (una pestaña a la derecha).
- Seleccione <Crear nuevo proyecto>. La *página "Lista de tareas"* se abre automáticamente.
- Seleccione <Crear nueva tarea>. Una ventana emergente solicitará selecciones para la configuración de tareas.
- Spread: Selecciona "2x21".
- Protocolo: Elija la matriz de electrodos requerida.
- A continuación, ingrese "Espaciado mínimo de electrodos X [m]".
- Seleccione <Aceptar> para salir de la ventana emergente y pasar automáticamente a la configuración.

10.1.3 Iniciar medición para 2 cables, 41 electrodos

- Seleccione <Crear nueva estación (Roll-Along)>.
- "Posición de la estación" es el primer electrodo en la extensión completa, incluidos los cables que no están en uso; el valor representa la "posición relativa del electrodo" en lugar de la distancia (es decir, la extracción 1 es la posición del electrodo 0, la extracción 21 es la posición del electrodo 20, la extracción 41 es la posición del electrodo 40). Esto significa que la secuencia de "Posiciones de la P.K.» es la misma para cada levantamiento con un conjunto de cables dado, independientemente del espaciado. La distancia real es un producto de la posición y el espaciado de los electrodos; compruebe que los valores de "Extensión de propagación" (que se muestran encima de la tabla) reflejen la longitud correcta de la línea de prospección.
- Seleccione "2 cables sin moverse" y salga de la ventana emergente seleccionando < Aceptar >.
- Inicie la medición, tomando nota y aceptando todas las advertencias presentadas.
- Cuando se complete la medición, aparecerá un mensaje de "Medición realizada" tanto en la página "Progreso" como en la página la barra de estado.
- En esta etapa, es posible "rodar" volviendo a la ventana "Crear nueva estación" y aceptando la opción "1 cable hacia adelante". En el suelo, el cable 1 y todos sus electrodos deben moverse al extremo más alejado del cable 2, y el instrumento debe reposicionarse en el medio de la nueva posición de extensión del cable (Figura 118 Roll-along en juego de cables de 2x21).

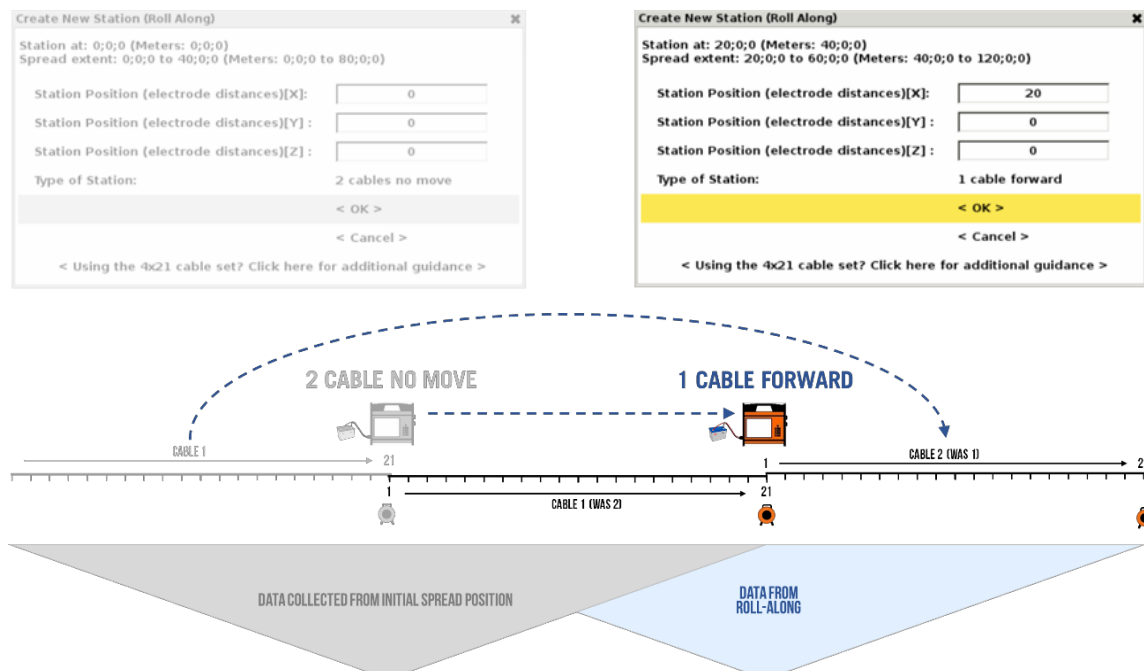


Figura 118 Roll-along en un juego de cables de 2x21

10.2 Descripción general de disposiciones de 4 cables, 81 electrodos (4x21)

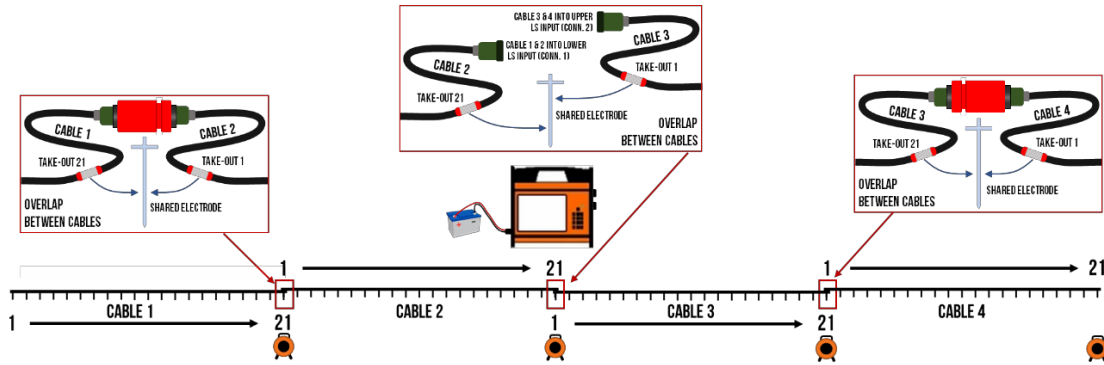


Figura 119 Esquema de una configuración de 81 electrodos, 4 cables; tenga en cuenta que los 21 cables de extracción utilizan una superposición entre cables, donde comparten un solo electrodo

10.2.1 Configuración para 4 cables, 81 electrodos

- Si los cables se utilizan en su espacio de extracción completo, coloque los cables primero, superponiendo la última y la primera extracción (solo se hace con 21 cables de extracción, consulte la Figura 119), luego use las tomas para colocar los electrodos.
- Si se requiere un espaciado de electrodos alternativo, mida una línea recta a lo largo del suelo para colocar los electrodos a lo largo del perfil topográfico. Luego coloque la extracción 1 del cable 1 adyacente al primer electrodo de la extensión. Camine por el carrete de cable 1 a lo largo de la línea de levantamiento hasta que todas las tomas del cable estén alineadas con un electrodo.
- Los electrodos deben clavarse verticalmente en el suelo a lo largo de una profundidad de no más de 1/10 del espacio entre electrodos.
- Coloque la comida para llevar 1 del cable 2 junto a la comida para llevar 21 del cable 1; Las dos tomas compartirán el mismo electrodo, creando una superposición entre los cables. Cuando los cables se utilizan a su distancia total entre electrodos, esto elimina la necesidad de una cinta métrica para colocar el siguiente cable.
- Los números de comida para llevar siempre deben aumentar a lo largo del perfil.
- Coloque el Terrameter LS 2 y la batería externa en el centro de la línea topográfica, entre el cable 2 y el 3.
- Coloque el cable 2 en el conector 1 y el cable 3 en el conector 2 en el panel del extremo del instrumento.

¡Nota! Si el espaciado de electrodos requerido es mucho menor que el espacio de extracción de cables, evite enrollar y superponer excesivamente el cable de repuesto entre las tomas.

10.2.2 Crear proyecto y tarea para 4 cables, 81 electrodos

- Desde la página "Bienvenida", use la tecla <Examinar> para navegar a la página "Lista de proyectos" (una pestaña a la derecha).
- Seleccione <Crear nuevo proyecto>. La página "Lista de tareas" se abre automáticamente.
- Seleccione <Crear nueva tarea>. Una ventana emergente solicitará selecciones para la configuración de tareas.
- Spread: Selecciona "4x21".
- Protocolo: Elija la matriz de electrodos requerida.
- A continuación, ingrese "Espaciado mínimo de electrodos X [m]".
- Seleccione <Aceptar> para salir de la ventana emergente y pasar automáticamente a la configuración.

10.2.3 Iniciar medición para 4 cables, 81 electrodos

La extensión de 4x21 (81 electrodos) es el juego de cables "extendido" de ABEM, que se utiliza para crear una extensión más larga (y, por lo tanto, mediciones más profundas) sin agregar ninguna conmutación adicional.

ABEM Terrameter LS 2

Para un espaciado de electrodos dado, mejora la profundidad teórica máxima en ~25% en comparación con un diseño normal de 64 electrodos. Para lograr esto, solo las tomas impares en el cable 1 y el cable 4 se conectan a la matriz de interruptores, que tiene una capacidad máxima para 64 electrodos activos. Para las mediciones más profundas, la pérdida natural de resolución con la profundidad significa que las conexiones que faltan no comprometen el conjunto de datos final. Sin embargo, para las mediciones cercanas a la superficie, queremos utilizar el espacio mínimo de los electrodos a lo largo de toda la línea. Por esa razón, la primera y la última estación de un perfil están diseñadas específicamente para que se utilice un cable interno al comienzo y al final de la línea de levantamiento (Figura 120).

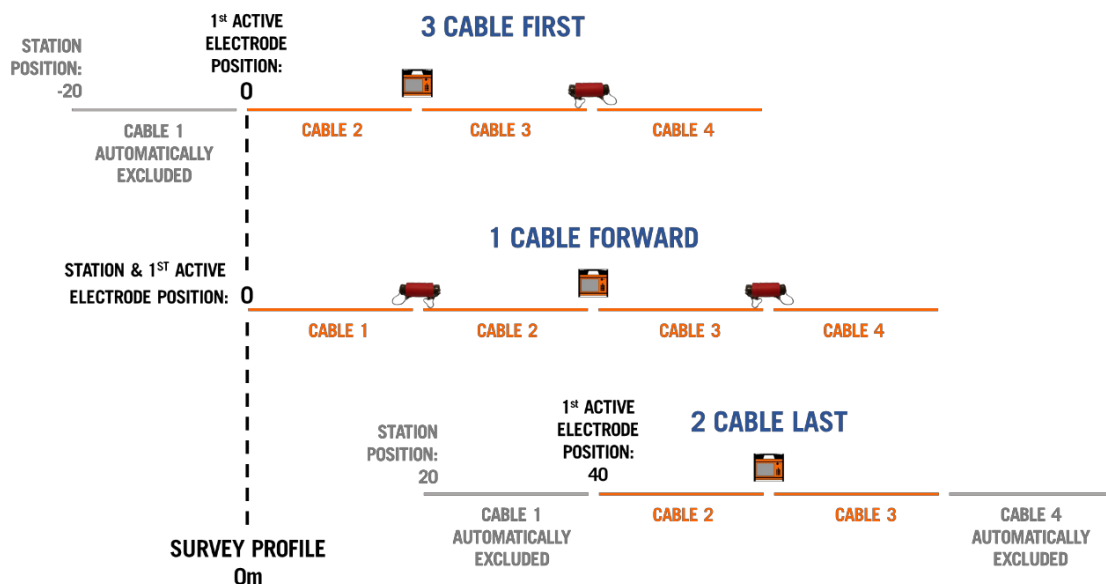
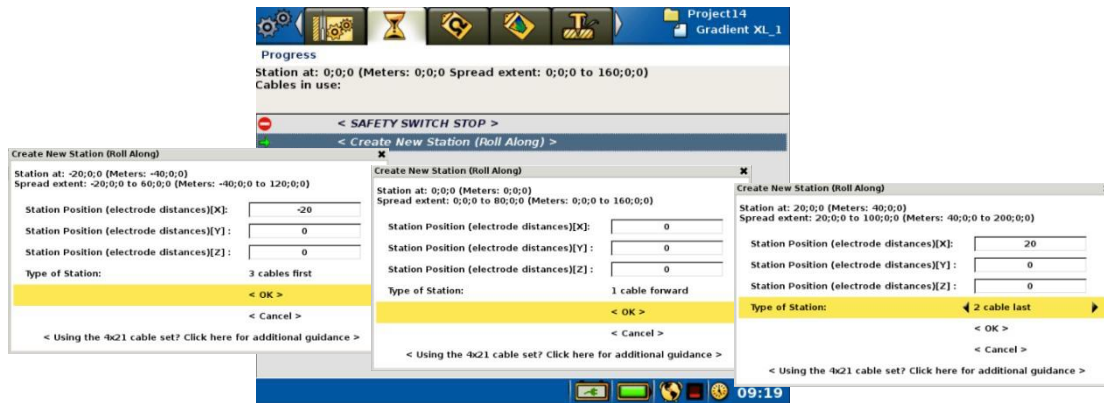


Figura 120 Procedimiento de inspección de 4 cables, 81 para llevar

- Seleccione < Crear nueva estación (Roll Along) > y se abrirá una ventana emergente.
- "Posición de la estación" es el primer electrodo en la extensión completa, incluidos los cables que no pueden estar en uso y el valor representa la "posición relativa del electrodo" en lugar de la distancia (es decir, la extracción 1 es la posición del electrodo 0, la extracción 81 es la posición del electrodo en 80). Esto significa que la secuencia de "Posiciones de la estación" es la misma para cada levantamiento que utiliza un conjunto de cables determinado. La distancia real es el producto de la posición y el espaciado de los electrodos; verifique que los valores de "Extensión de dispersión" (que se muestran arriba de la tabla) reflejen la longitud correcta de la línea topográfica.
- Seleccione "3 cables primero" y salga de la ventana emergente seleccionando < Aceptar >.
- Inicie la medición, tomando nota y aceptando todas las advertencias presentadas.
- Mientras el instrumento realiza las mediciones de esta primera estación, coloque el 4º cable. No conecte este cuarto cable al resto de la propagación mientras el instrumento está recopilando datos activamente; asegúrese de que el botón rojo de parada esté presionado cuando se realiza la conexión.
- Una vez que se complete la recopilación de datos en la primera posición, regrese a la ventana "Crear

ABEM Terrameter LS 2

nueva estación" y Acepte la opción "1 cable hacia adelante" que se selecciona automáticamente. En el suelo, mueva el instrumento a la mitad de la extensión de 4 cables.

- Durante esta fase de recopilación de datos, observe la información de "Cables en uso" en la parte superior de la pestaña "Progreso" para identificar cuándo se puede liberar el cable 1 para guardarlo o moverlo a la siguiente posición. Pausa la medición y presiona el botón rojo de parada mientras desconecta el cable 1, luego reanuda las mediciones mientras continúa lidiando con el cable 1.
- **Si se requiere un roll-along (o más):** coloque lo que era el Cable 1 en el extremo más alejado de la extensión y mueva el instrumento hacia adelante un cable. Seleccionando "1 reenvío de cable" de nuevo en el cuadro de diálogo "Crear nueva emisora".
- **Si no se requiere roll-along** (o después de que se completen todos los movimientos de roll-long): mueva el instrumento uno cable forward y seleccione "2 Cable Last" en el cuadro de diálogo "Crear nueva estación"; esto completará los datos debajo de los dos últimos cables extendidos.
- Nota: Si los "3 cables primeros" y los "2 cables últimos" no se utilizan durante un levantamiento regular (primera estación seleccionada es "4 cables no se mueven" en su lugar), habrá datos con la mitad de la resolución debajo del primer y último cable del perfil. Cada roll-along completa los datos faltantes de la posición anterior del "Cable 4", por lo que es solo la primera posición del Cable 1 y la posición final del Cable 4 con la resolución reducida. Para algunas aplicaciones, puede que no sea crítico tener la resolución completa en uno o ambos extremos, por lo que se pueden omitir estas estaciones "especiales". Sin embargo, el uso de las estaciones permite a los equipos de campo superponer la recopilación de datos con el diseño, al comienzo de la encuesta, y el empaque al final de la encuesta.

10.2.4 Midiendo solo con tres cables de 21 salidas

Si el espacio es limitado y solo es posible colocar 3 cables, el procedimiento de levantamiento es el siguiente:

- Utilice el archivo de propagación 4x21 y el protocolo que elija.
- Coloque los 3 cables en el suelo y conecte los electrodos, el instrumento se asentará entre el 1er y el 2do cable como si comenzara un diseño completo de 4 cables.
- Comience la medición utilizando la estación "3 cables primero" como se describe anteriormente.
- Termine moviendo el instrumento un cable hacia adelante y seleccionando la estación "2 cables últimos".

10.3 Descripción general de disposiciones de 2 cables, 48 y 64 electrodos (2x24, 2x32)

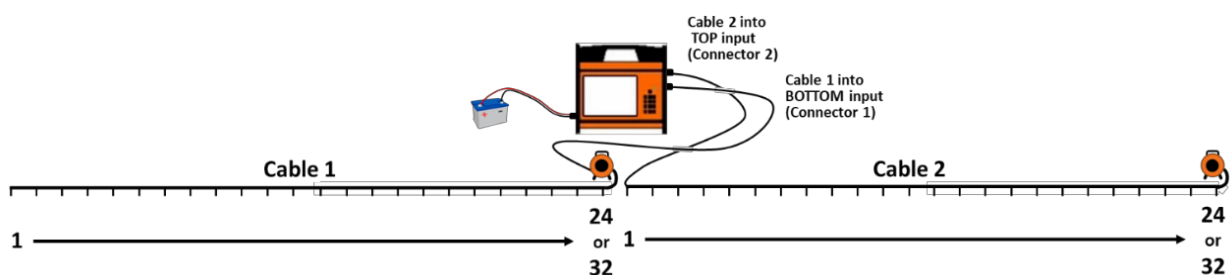


Figura 121 Esquema de una configuración de 48 o 64 electrodos, 2 cables

10.3.1 Configuración para 2 cables, 48 o 64 electrodos

- **Si los cables se utilizan en su espacio de extracción completo**, coloque los cables primero y luego use las tomas para colocar los electrodos.
- **Si se requiere un espaciado de electrodos alternativo**, mida una línea recta a lo largo del suelo para colocar los electrodos a lo largo del perfil topográfico. Luego coloque la extracción 1 del cable 1 adyacente al primer electrodo de la extensión. Camine por el carrete de cable 1 a lo largo de la línea de levantamiento hasta que todas las tomas del cable estén alineadas con un electrodo.
- Los electrodos deben martillarse verticalmente en el suelo a una profundidad de no más de 1/10 del espacio entre electrodos.

- A continuación, coloque la extracción 1 del cable 2 en el siguiente electrodo disponible o mida el espaciado correcto para este punto. Camine por el carrete de cable 2 a lo largo de la línea de topografía hasta que todos los cables estén fuera / todas las tomas estén alineadas con un electrodo.
- Los números de comida para llevar siempre deben aumentar a lo largo del perfil.
- Finalmente, coloque el instrumento ABEM Terrameter LS 2 y la batería externa en el medio de la línea de levantamiento (entre el cable 1 y el cable 2).
- Conecte el cable 1 en el conector 1 y el cable 2 en el conector 2 en el panel final del Terrameter LS 2.

¡Nota! Si el espaciado de electrodos requerido es mucho menor que el espacio de extracción de cables, evite enrollar y superponer excesivamente el cable de repuesto entre las tomas.

10.3.2 Crear proyecto y tarea para 2 cables, 48 o 64 electrodos

- Desde la página "Bienvenida", use la tecla <Examinar> para navegar a la página "Lista de proyectos" (una pestaña a la derecha).
- Seleccione <Crear nuevo proyecto>. La página "Lista de tareas" se abre automáticamente.
- Seleccione <Crear nueva tarea>. Una ventana emergente solicitará selecciones para la configuración de tareas.
- Extensión: Seleccione 2x24 (sistema de 48 electrodos) o 2x32 (sistema de 64 electrodos).
- Protocolo: Elija la matriz de electrodos requerida.
- A continuación, ingrese "Espaciado mínimo de electrodos X [m]".
- Seleccione <Aceptar> para salir de la ventana emergente y pasar automáticamente a la configuración.

10.3.3 Iniciar medición para 2 cables, 48 o 64 electrodos

- Seleccione <Crear nueva estación (Roll-Along)>.
- "Posición de la estación" es el primer electrodo en la extensión completa, incluidos los cables que pueden no estar en uso, y el valor representa la "posición relativa del electrodo" en lugar de la distancia (es decir, la extracción 1 es el electrodo posición 0, extracción 48 es la posición del electrodo 47, extracción 64 es la posición del electrodo 63). Esto significa que la secuencia de posiciones de estación es la misma para cada levantamiento que utiliza un conjunto de cables determinado. La distancia real es el producto de la posición y el espaciado de los electrodos; verifique que los valores de "Extensión de dispersión" (que se muestran arriba de la tabla) reflejen la longitud correcta de la línea topográfica.
- Seleccione '2 cables sin mover' y salga de la ventana emergente seleccionando < Aceptar >.
- Inicie la medición, prestando atención a todas las advertencias presentadas.
- Cuando se complete la medición, aparecerá un mensaje de "Medición realizada" tanto en la página "Progreso" como en la página "Progreso" la barra de estado.
- En esta etapa, es posible "rodar" volviendo a la ventana "Crear nueva estación" y aceptando la opción "1 cable forward". En el suelo, el cable 1 y todos los electrodos deben moverse a la extremo del cable 2, y el instrumento se reposicionó en el medio de la nueva posición de extensión del cable.

10.4 Descripción general de disposiciones de 4 cables, 48 y 64 electrodos (2x24, 2x32)

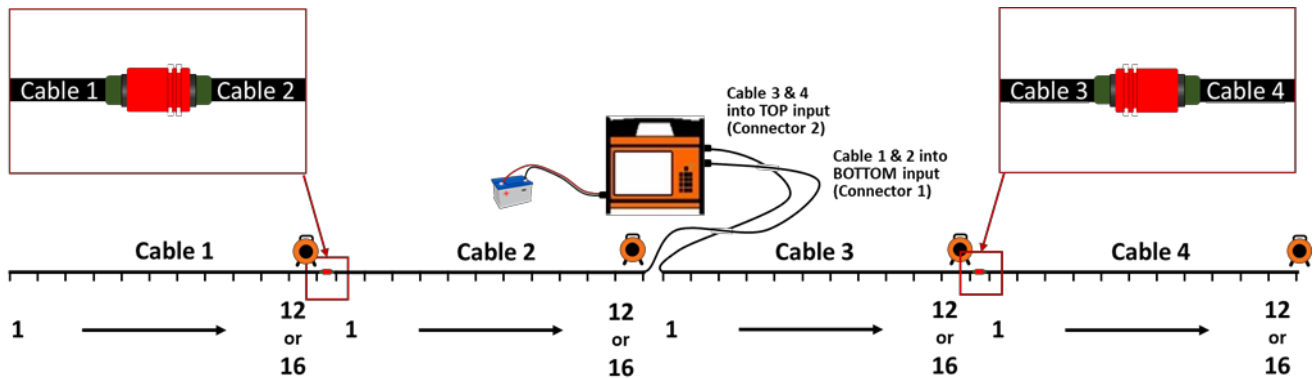


Figura 122 Esquema de una configuración de 48 o 64 electrodos, 4 cables

10.4.1 Configuración para 2 cables, 48 o 64 electrodos

- Si los cables se utilizan en su espacio de extracción completo, coloque los cables primero y luego use las tomas para colocar los electrodos.
- Si se requiere un espaciado de electrodos alternativo, mida una línea recta a lo largo del suelo para colocar los electrodos a lo largo del perfil topográfico. Luego coloque la extracción 1 del cable 1 adyacente al primer electrodo en la propagación. Camine por el carrete de cable 1 a lo largo de la línea de levantamiento hasta que todas las tomas del cable estén alineadas con un electrodo.
- Los electrodos deben martillarse verticalmente en el suelo a una profundidad de no más de 1/10 del espacio entre electrodos.
- A continuación, coloque la extracción 1 del cable 2 en el siguiente electrodo disponible o mida el espaciado correcto para este punto. Camine por los carretes de cable 2 a 4 a lo largo de la línea de levantamiento hasta que todos los cables estén fuera / todas las tomas estén alineadas con un electrodo.
- Los números de comida para llevar siempre deben aumentar a lo largo del perfil.
- Finalmente, coloque el instrumento ABEM Terrameter LS 2 y la batería externa en el medio de la línea de levantamiento (entre el cable 2 y el cable 3).
- Conecte el cable 2 en el conector 1 y el cable 3 en el conector 2 en el panel final del Terrameter LS 2.

¡Nota! Si el espaciado de electrodos requerido es mucho menor que el espacio de extracción de cables, evite enrollar y superponer excesivamente el cable de repuesto entre las tomas.

10.4.2 Crear proyecto y tarea para 4 cables, 48 o 64 electrodos

- Desde la *página "Bienvenida"*, use la tecla <Examinar> para navegar a la *página "Lista de proyectos"* (una pestaña a la derecha).
- Seleccione <Crear nuevo proyecto>. La *página "Lista de tareas"* se abre automáticamente.
- Seleccione <Crear nueva tarea>. Una ventana emergente solicitará selecciones para la configuración de tareas.
- Extensión: Seleccione 4x12 (sistema de 48 electrodos) o 4x16 (sistema de 64 electrodos).
- Protocolo: Elija la matriz de electrodos requerida.
- A continuación, ingrese "Espaciado mínimo de electrodos X [m]".
- Seleccione <Aceptar> para salir de la ventana emergente y pasar automáticamente a la configuración.

10.4.3 Iniciar medición para 4 cables, 48 o 64 electrodos

- Seleccione <Crear nueva estación (Roll-Along)>.
- "Posición de la estación" es el primer electrodo en la extensión completa, incluidos los cables que pueden no estar en uso, y el valor representa la "posición relativa del electrodo" en lugar de la distancia (es decir, la extracción 1 es el electrodo posición 0, extracción 48 es la posición del electrodo 47, extracción 64 es la posición del electrodo 63). Esto significa que la secuencia de posiciones de estación es la misma para cada levantamiento que utiliza un conjunto de cables determinado. La distancia real es el producto de la posición y el espaciado de los electrodos; compruebe que los valores

ABEM Terrameter LS 2

de "Extensión de propagación" (mostrados encima de la tabla) reflejan la longitud correcta de la línea topográfica.

- Seleccione '4 cables sin movimiento' y salga de la ventana emergente seleccionando < Aceptar >.
- Inicie la medición, prestando atención a todas las advertencias presentadas.
- Cuando se complete la medición, aparecerá un mensaje de "Medición realizada" tanto en la página "Progreso" como en la página "Progreso" la barra de estado.
- En esta etapa, es posible "rodar" volviendo a la ventana "Crear nueva estación" y aceptando la opción "1 cable forward". En el suelo, el cable 1 y todos los electrodos deben moverse a la extremo del cable 4, y el instrumento se reposicionó en el medio de la nueva posición de extensión del cable.

11 APÉNDICE C. ARCHIVOS DE SECUENCIAS DE MEDICIÓN Y CABLES

11.1 General

El proceso de medición se controla a través de archivos de descripción de pliegos y archivos de protocolo (secuencia de medición). Un archivo de protocolo siempre debe hacer referencia a un archivo de descripción de propagación y, en algunos casos, un archivo de protocolo puede ser compatible con (y por lo tanto hacer referencia) a múltiples archivos de descripción de propagación diferentes.

Los mismos archivos de protocolo se pueden usar para instrumentos con diferentes números de canales disponibles, de modo que el mismo protocolo se puede usar para un instrumento con 2, 4, 8, 10 o 12 canales. Sin embargo, es posible que los archivos de protocolo que utilizan diferentes estrategias para optimizar el uso de los canales sean los más adecuados para las diferentes versiones del instrumento.

Los archivos de propagación y protocolo están en formato XML y, por lo tanto, tendrán una extensión de nombre de archivo XML. XML es un código basado en texto que permite una estructuración simple de datos e información. Utiliza 'banderas' para agrupar información, con una bandera de apertura < xxxxx > y una bandera de cierre </xxxxx> en cada extremo de la cadena de información, donde "xxxxx" puede ser cualquier cosa siempre que coincida entre las banderas de apertura y cierre. Los pares de banderas se pueden anidar *dentro de* otros datos marcados para agrupar diferentes cadenas de información que comparten algo en común. Para ver esto en el contexto de los archivos de extensión y protocolo de Terrameter, consulte el Capítulo 11.2 *Archivos de descripción de propagación en formato XML*.

Para versiones anteriores del sistema de imágenes ABEM Lund, los archivos de descripción de la propagación se denominan archivos de dirección (extensión de nombre de archivo ADR). Se utilizaron archivos separados para la primera estación de medición (.ORG) y las siguientes estaciones en el procedimiento de arrastre (.UP y .DWN) pero eso no es necesario para Terrameter LS 2. Una utilidad que convierte del sistema antiguo al actual está disponible en Terrameter LS Toolbox ("Protocolos / Convertir ADR a XML Spread File" y "Protocolos / Convertir ORG a XML Protocol File" respectivamente).

Hay numerosos programas disponibles para editar archivos XML. Un editor de texto básico como el Bloc de notas de Microsoft es suficiente, pero se recomienda usar un editor XML dedicado. Hay varios editores XML dedicados disponibles en el mercado y una alternativa gratuita es XML Marker. Se puede descargar desde www.symbolclick.com

Puede encontrar una lista de archivos de protocolo y secuencia de medición comunes en el Capítulo 11.1.2 *Archivos de secuencia de medición típicos*.

11.1.1 Archivos de cables típicos

Con el Terrameter LS 2 se suministran varios archivos de extensión estándar. Cabe señalar que se pueden agregar archivos adicionales desde una 'biblioteca' instalada con Terrameter LS Toolbox. Este software también es la forma más fácil de agregar archivos de propagación personalizados.

Nombre Descripción

VES C1C2P1P2	Utiliza los conectores individuales en el panel final para VES u otras mediciones básicas de 4 electrodos.
2x21	Juego de 2 cables de electrodos con 21 tomas cada uno, y una superposición de 1 toma entre los dos cables.
2x24	Juego de 2 cables de electrodos con 24 tomas cada uno, ambos colocados en la misma dirección (es decir, el número de salidas siempre aumenta a lo largo del perfil) y sin superposición de salidas.
2x32 aumentando	Juego de 2 cables de electrodos con 32 tomas cada uno, ambos colocados en la misma dirección (es decir, el número de salidas siempre aumenta a lo largo del perfil) y sin superposición de salidas.

2x32 reflejado	Juego de 2 cables de electrodos con 32 sacadores cada uno, colocados en direcciones opuestas (con los sacos de menor número más cerca del instrumento) y sin superposición de extracción.
4x12	Juego de 4 cables de electrodos con 12 tomas cada uno, todos colocados en la misma dirección (es decir, el número de salidas siempre aumenta a lo largo del perfil) y sin superposición de salidas.
4x16	Juego de 4 cables de electrodos con 16 tomas cada uno, todos colocados en la misma dirección (es decir, el número de salidas siempre aumenta a lo largo del perfil) y sin superposición de salidas.
4x21	Juego de 4 cables de electrodos con 21 tomas cada uno, todos colocados en la misma dirección (es decir, el número de salidas siempre aumenta a lo largo del perfil), y una superposición de 1 toma entre los cables.

11.1.2 Archivos de secuencias de medición típicos

Con todos los archivos de extensión Terrameter LS 2 se suministran varios archivos de secuencia de medición estándar (protocolo). Cabe señalar que se pueden agregar archivos adicionales desde una 'biblioteca' instalada con Terrameter LS Toolbox. Este software también es la forma más fácil de agregar archivos de propagación personalizados.

Nombre Descripción

Gradient	Guideline Geo recomienda usar gradiente múltiple para la mayoría de los trabajos de ERT 2D; proporciona un buen compromiso entre las otras características del protocolo. Tiene una buena relación señal-ruido, es compatible con múltiples canales y proporciona una buena definición de estructuras horizontales y verticales.
Dipolo-dipolo	Excelente para apuntar a características verticales o lateralmente confinadas, pero no tan bueno para definir capas horizontales. La mala relación señal-ruido significa que este protocolo puede ser problemático en entornos eléctricamente "ruidosos" o si se dirige a objetivos particularmente profundos. La separación de C1C2 y P1P2 lo hace atractivo para IP. Rápido para ERT ya que es una matriz compatible multicanal.
Schlumberger	Excelente para delimitar capas horizontales anchas que no son tan buenas para definir límites de características verticales o confinadas lateralmente. Solo superado por Wenner en relación señal-ruido, por lo que también puede ser útil cuando se apunta a características particularmente profundas. Muy lento para ERT, ya que se trata de una matriz de un solo canal (es decir, solo un punto de datos recopilado por inyección de corriente).
Wenner	Excelente para delimitar capas horizontales anchas que no son tan buenas para definir los límites de las características verticales o lateralmente confinadas. La mejor relación señal-ruido, por lo que también puede ser útil cuando se apunta a características particularmente profundas. En los estudios VES, requiere más trabajo ya que los 4 electrodos deben moverse cada vez. Muy lento para ERT ya que se trata de una matriz de un solo canal (es decir, solo un punto de datos recopilado por inyección actual).
Polo-dipolo/Polo-polo	Ambos tipos de matriz ofrecen atractivas relaciones entre la longitud y la profundidad de la dispersión; en otras palabras, puede obtener imágenes mucho más profundas con una dispersión particular de electrodos. Sin embargo, requieren electrodos remotos (uno para polo-dipolo y dos para polo-polo), y estos deben colocarse a una gran distancia de la propagación (~ 20 veces la mayor separación de la sonda de corriente y potencial), lo que los hace poco prácticos en muchos escenarios. Pueden ser útiles para mediciones 3D donde la dispersión de los electrodos puede ser bastante limitada.

11.1.3 Protocolos de prueba estándar y diagnósticos

Con Terrameter LS 2 se suministran varios protocolos estándar de prueba y diagnóstico. Se incluyen los siguientes archivos (consulte el Capítulo 8 *Pruebas, diagnóstico y búsqueda de fallas* para obtener detalles de la prueba):

Propagación **Protocolo(s)**

LS Interno Autotest

Prueba de cable Prueba de continuidad, Prueba de aislamiento, Prueba de unión de cable x12, Prueba de unión de cable x16, Prueba de unión de cable x21

VES C1C2P1P2 Simple RES

11.2 Archivos de descripción de cables en formato XML

Los archivos de descripción de pliegos definen la configuración de hardware para una medición. Un archivo de descripción de pliego puede ser tan simple como especificar cómo se conectan los terminales C1, C2, P1 y P2 en el panel final al receptor y transmisor internos o puede ser más complejo e incluir parámetros como el número de cables de electrodos, el número de salidas de electrodos por cable y la dirección de rodadura y el tamaño del paso. También contiene los detalles necesarios sobre el cableado entre las tomas de electrodos y los canales del interruptor de relé físico (que equivalen a pines en los conectores).

Los archivos se explican por sí mismos, ya que se utiliza el formato XML, pero, en resumen:

- <Cable> </Cable> define los detalles de un cable de electrodo y las definiciones de todos los electrodos (ver más abajo) que pertenecen a ese cable deben definirse dentro de la misma sección <Cable>
- <Ídem> </Id> es el número de electrodo al que se referirán los archivos de protocolo al seleccionar electrodos.
- <X> </X> se refiere a la posición del electrodo a lo largo de la dispersión en términos de número de electrodos pasos de espaciado (espaciado relativo de electrodos).
- <Nombre> </Nombre> es el texto utilizado para describir el electrodo en, por ejemplo, el contacto del electrodo prueba y en la tabla de resultados.
- <SwitchAddress> </SwitchAddress> define cómo se conecta el electrodo al interruptor de relé; en otras palabras, que se fijan en el panel final.
- <SwitchId> <SwitchId> especifica si se utiliza el conmutador de relé interno o cuál de los (unidades ES10-64C). El valor predeterminado es "0", que se refiere al interruptor de relé interno, y Esto se supone si esta cadena no está presente.

La parte inicial de un archivo de dispersión de 2x32, hasta el segundo electrodo, se muestra a continuación:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
  <Spread>
    <Nombre> 2x32 </Nombre>
    <Descripción> Extensión de 2x32 cables de extracción (sin superposición de electrodos)
    </Descripción>

    <CrearEstación>
      <Nombre> 2 cables sin movimiento </Nombre>
      <X> 0 </X>
```

```

</CreateStation>

<CrearEstación>
  <Nombre> 1 cable de reenvío </Nombre>
  <X> 32 </X>
</CreateStation>

<CrearEstación>
  <Nombre> 1 cable al revés </Nombre>
  <X> -32 </X>
</CreateStation>

<Rollalong> // Se mantiene por compatibilidad con versiones anteriores del software del
instrumento Terrameter
  <X> 32 </X>
  <Y> 0 </Y>
</Rollalong>

<Cable>
  <Nombre> 1 </Nombre>
  <Electrodo>
    <Id> 1 </ID>
    <X> 0 </X>
    <Nombre> 1-1 </Nombre>
    <SwitchAddress> 1 </SwitchAddress>
  </Electrodo>
  <Electrodo>
    <Id> 2 </ID>
    <X> 1 </X>
    <Nombre> 1-2 </Nombre>
    <SwitchAddress> 2 </SwitchAddress>
  </Electrodo>

```

Si se utiliza un conmutador de relé externo (ES10-64C), la descripción de propagación también debe definirlo agregando el SwitchId como se muestra en este ejemplo:

```

<Cabe
>
<Nombre> 5 </Nombre>
  <Electrodo>
    <Ídem> 65 </Ídem>
    <X> 64 </X>
    <Nombre> 5-1 </Nombre>
    <SwitchId> 2 </SwitchId>
    <SwitchAddress> 1 </SwitchAddress>
  </Electrodo>

```

Se debe especificar un <SwitchId> para cada electrodo controlado por el interruptor interno. Las unidades ES10-64C se numerarán secuencialmente a partir de <SwitchId> 2. En el primer ES10-64C, el <SwitchAddress> se restablece a 1, pero estos números aumentan secuencialmente a través de todas las unidades ES10-64C posteriores.

11.2.1 Archivos de cables para polo-dipolo y polo-polo

Es importante que el archivo de dispersión haga referencia a los electrodos remotos que se utilizan con diseños polo-dipolo y polo-polo. Es casi seguro que estos se conectarán a los conectores individuales de corriente y potencial en el panel final del instrumento.

A continuación se muestra un extracto de parte de un archivo de propagación polo-dipolo, que hace referencia al electrodo de corriente remoto:

```

<Cable>
  <!-- Agregar electrodos remotos -->
  <Nombre> Panel LS </Nombre>
  <Electrodo>

```

```
<Ídem> 102 </Ídem>
<Nombre> C2 </Nombre actual>
<SwitchId> 0 </SwitchId>
<SwitchAddress> 2</SwitchAddress>
</Electrodo>
</cable>
```

Para las mediciones polo-polo, se deben especificar dos electrodos remotos (uno de corriente y otro de potencial) en el archivo de propagación:

```
<Cable>
<!-- Agregar electrodos remotos -->
<Nombre> Panel LS </Nombre>
<Electrodo>
  <Ídem> 102 </Ídem>
  <Nombre> C2 </Nombre actual>
  <SwitchId> 0 </SwitchId>
  <SwitchAddress> 2</SwitchAddress>
</Electrodo>
<Electrodo>
  <Ídem> 104 </Ídem>
  <Nombre> P2 Potencial </Nombre>
  <SwitchId> 0 </SwitchId>
  <SwitchAddress> 4</SwitchAddress>
</Electrodo>
</cable>
```

El <Id> para C2 y P2 (en este caso 102 y 104) se puede seleccionar arbitrariamente, siempre que no existan ya en otra parte del pliego. En el protocolo asociado, se puede usar "0" como número de electrodo para estos. En los casos en que el sistema esté emparejado con selectores de electrodos adicionales (ES10-64C), habrá electrodos reales con <Id> 101, 102, 103, 104, por lo que se pueden usar otros números <Id> arbitrarios, por ejemplo, 501 a 504, para electrodos remotos. Solo es importante tener un <Id> único para cada electrodo; el software utiliza el <SwitchId> y <SwitchAddress> para "encontrar" los electrodos remotos.

11.3 Archivos de protocolos en formato XML

Los archivos de protocolo describen el tipo de matriz de electrodos en uso, la secuencia de medición y pueden diseñarse para realizar mediciones utilizando matrices arbitrarias. Un archivo de protocolo siempre se refiere al menos a un archivo de descripción de la propagación, lo que simplifica enormemente los archivos de protocolo, ya que cada electrodo solo necesita ser referido por el número que se le asigna dentro del indicador <Nombre> del archivo de descripción de la propagación. Las marcas de protocolo son las siguientes:

- <SpreadFile> </SpreadFile> especifica los archivos de descripción de propagación asociados. Si hay más de un archivo de propagación compatible, esta instrucción se repite.
- <Secuencia> </Secuencia> marca el inicio y el final de la secuencia de medición (es decir, la lista de pares de electrodos para corriente y voltaje).
- <Medir> </Medida> define una medición, o conjunto de mediciones, utilizando una corriente par de electrodos.
- <Tx> </Tx> especifica los electrodos que se utilizarán para la corriente durante una medición.
- <Rx> </Rx> especifica todos los electrodos potenciales utilizados para la medición durante una inyección de corriente definida por el indicador <Tx>. Puede haber un número ilimitado de pares de electrodos de potencial para un solo par de electrodos de corriente; El instrumento repetirá las inyecciones de corriente hasta que las mediciones requeridas tengan todas las ha sido tomado.

La sección inicial de un archivo de protocolo tendrá un aspecto similar al siguiente ejemplo:

```
<Protocolo
```

```

>
<Nombre>          </Nombre>
<Descripción>    Wenner medición en Propaga con 64 electrodos </Descripción>
                  ción
<Arraycode> 1 </Arraycode>
<SpreadFile> 4X16.xml </SpreadFile>
<SpreadFile> 2X32increasing.xml </SpreadFile>
<SpreadFile> 2X32mirrored.xml </SpreadFile>

<Secuencia>
  <Medir>
    <Tx> 1 64 </Tx>
    <Rx>
      22 43
    </Rx>
  </Medida>
  <Medir>
    <Tx> 1 61 </Tx>
    <Rx>
      21 41
    </Rx>
  </Medida>

```

El ejemplo anterior muestra una matriz de Wenner normal, para la que no es posible utilizar la capacidad de medición multicanal : debido a la geometría requerida por Wenner, solo se puede realizar una medición de voltaje para un par de corriente determinado.

Por el contrario, la matriz de gradiente múltiple puede aprovechar la medición multicanal eficiente y el <Medir> sección puede ser similar al siguiente ejemplo:

```

<Medir>
  <Tx> 1 61 </Tx>
  <Receta> 7 13
  </Receta>
  <Receta> 19 25 </Receta>
  <Receta> 31 37 </Receta>
  <Receta> 43 49 </Receta>
  <Receta> 13 19 </Receta>
  <Receta> 25 31 </Receta>
  <Receta> 37 43 </Receta>
  <Receta> 49 55 </Receta>
</Medida>

```

Tenga en cuenta que el número de canales de medición activados en un instrumento no restringe el número de pares <Rx> que se pueden asociar con un solo par <Tx>. El mismo archivo de secuencia de medición (protocolo) se puede utilizar en cualquier instrumento, independientemente del número de canales disponibles.

11.3.1 Archivos de protocolos para Polo-Dipolo

Las mediciones polo-dipolo utilizan un electrodo remoto conectado al panel final del Terrameter. Una sola entrada <Measure> en un protocolo Polo-dipolo puede tener el siguiente aspecto:

```

<Medir>
  <Tx> 23 0 </Tx>
  <Receta> 22 21 </Receta>
</Medida>

```

La línea <Tx> 23 0 </Tx> indica al software que traduzca la referencia al electrodo id 0 al electrodo "Corriente C2". El software buscará el electrodo con switchid=0 y switchaddress=2. La identificación del electrodo remoto (por ejemplo 102) debe ser única dentro de la dispersión y no 0.

11.3.2 Archivos de protocolo para Polo-pole

Ejemplo de archivo de protocolo

```
<Medir>
  <Tx> 1 0 </Tx>
  <Receta> 49 0 </Receta>
</Medida>
```

La línea "<Tx> 1 0 </Tx>" le dirá al software que traduzca la referencia al electrodo id 0 al electrodo "Corriente C2", y <Rx> 49 0 le dirá al software que traduzca la referencia al electrodo id 0 al electrodo "Potencial P2".

11.3.3 Optimizando el uso de canales para polo - polo

Si bien es posible realizar mediciones poste-polo con el Terrameter LS 2 sin ningún accesorio especial, el uso de un dispositivo especial puede optimizar el uso de los canales de medición. Las interconexiones de todos los canales "P2" al electrodo de potencial remoto se pueden realizar a través de un adaptador conectado al conector externo AUX o al conector Interconnect. El cableado del adaptador debe conectar los pines C, X, Z y b en el conector KPT32 AUX². Esto interconectará cada segunda fila del interruptor y el electrodo de potencial remoto será posible enrutar a todos los canales del receptor. Es el mismo cableado para sistemas de 4, 8 o 12 canales. Las señales también están disponibles en los pines N, R, T y V del conector KPT19, por lo que el cableado podría realizarse allí como alternativa.

Una opción adicional en el archivo de propagación establece el modo de polo para la extensión. Solo es necesario si conecta un adaptador que modifica el cableado del instrumento.

```
<PoleMode>
  P2Half
</PoleMode>
```

Esto le dice al software que se adjunta un dispositivo de hardware especial que conectará la mitad de las filas (4, 6, 8, 10) del interruptor al electrodo remoto P2. Solo se verá afectada la parte externa del interruptor. Las opciones válidas son:

- NoPol - Sin electrodos de polo remoto
- P1, - P1 está en uso. Esto es automático si P1 se define en spread
- P2, - P2 está en uso. Esto es automático si P2 se define en spread
- P1P2, - P1 y P2 están en uso. Esto es automático si P1 y P2 se definen en spread
- P1Half, conecte P1 a la mitad de las filas del conmutador 3, 5, 7, 9
- P2Half, conecte P2 a la mitad de las filas del conmutador 4, 6, 8, 10
- P1P2Half, conecta P1 a 3, 5, 7, 9 y conecta P2 a 4, 6, 8, 10
- P1Todos, Conectar P1 a la fila 3-10. (Esto solo acortará los conectores externos P1 y P2)
- P2All, conecte P2 a la fila 3-10 (esto solo acortará los conectores externos P1 y P2)

11.4 Archivos de protocolo para SEV en formato XML

El movimiento manual de electrodos se puede utilizar para medir con geometrías no compatibles con cables de electrodos diseñados para la topografía estándar de electrodos múltiples 2D y 3D. Cada movimiento de electrodos debe realizarse manualmente de acuerdo con las posiciones definidas en el archivo de protocolo. Un punto de medición se define mediante un conjunto de descripciones <Seleccionar> y <Mover> indicadores:

```
<Seleccionar> MN/2= 0.2 AB/2= 1
  <Mover> 1 <X> 1 </X> </Mover>
  <Mover> 2 <X> -1 </X> </Mover>
  <Mover> 3 <X> 0.2 </X> </Mover>
  <Mover> 4 <X> -0.2 </X> </Mover>
</Seleccionar>
```

ABEM Terrameter LS 2

El texto inmediatamente después de la bandera <Seleccionar> se mostrará en la pantalla del instrumento, y las banderas <Mover> definen las coordenadas de los electrodos utilizadas para calcular las posiciones de los electrodos en el archivo de datos. La declaración completa anterior se puede escribir en una línea si se prefiere.

Los electrodos se conectan mediante cables a los conectores C1, C2, P1 y P2 del panel de contactos. Esto se define en la siguiente declaración:

```
<Secuencia>  
  <Medir>  
    <Tx> 1 2 </Tx>  
    <Rx> 3 4 </Rx>  
  </Medida>  
</Secuencia>
```

11.5 Formatos antiguos

11.5.1 Archivos de descripción de cables en formato ADR

Los archivos de direcciones (archivos de descripción de cables - extensión .ADR) son el equivalente a los archivos de propagación en el sistema utilizado por versiones anteriores del sistema de imágenes ABEM Lund. Contiene información sobre la configuración física de los canales de medición en relación con las conexiones y los cables utilizados actualmente, e incluye, por ejemplo, el número de cables de electrodos, el número de tomas de electrodos por sección, las direcciones internas y externas de los canales de electrodos, etc. Todos los parámetros son enteros. Dado que una forma de crear un archivo de propagación para Terrameter LS 2 es convertir un archivo ADR, el formato se da como referencia aquí.

En los archivos se utiliza el siguiente formato:

$n_{seg} n_{cada}$ { número de cables de electrodos, número total de tomas por cable }

$n_{skip} n_{X-MOVE} [n_{y-move}]$ { factor de omisión de electrodo activo, longitudes para x-move,

longitudes para y-move } $ntot [n_x]$ { número total de comidas para llevar activas, no de

comidas para llevar en dirección x }

1 Cable ADR1 1-POS1 { número, dirección interna y posición física de la 1ª saque }

2 Cable ADR2 2-POS2 { número, dirección interna y posición física de la 2ª extracción }

...

...

$ntot adrntot cable n_{tot-posntot}$ { número, dirección interna y posición física de la última comida para llevar }

Para las disposiciones de cables orientadas a la línea con roll-along en la dirección del cable, no se especifican los parámetros n_{y-move} y n_x , sino solo para la cobertura de área y las disposiciones de cables 3D. En estos casos, el parámetro n_x se establece en cero. Las posiciones de electrodos excluidas se pueden ingresar en el archivo de direcciones asignando la dirección 0 (cero). Estas posiciones de los electrodos se omitirán de la prueba y medición del contacto del electrodo.

Tenga en cuenta que los pines 22-32 en los cables estándar con 21 tomas cada uno no están conectados a ninguna toma de electrodos, sino que se utilizan para conectar cada segunda toma en los cables de electrodos exteriores al Terrameter / Selector de electrodos a través de las uniones de cables.

11.5.2 Archivos de protocolos en formato ORG

El formato de los archivos de protocolo en el sistema utilizado por las versiones anteriores del sistema de imágenes ABEM Lund se presenta aquí como referencia, ya que una forma de crear un archivo de protocolo en formato XML es convertir desde este formato. La primera estación (posición del punto medio) siempre se mide utilizando un archivo de protocolo con extensión de nombre de archivo .ORG. Las estaciones consecutivas usan .UP o .DWN dependiendo de si el roll-along se realiza hacia mayor o menor coordenadas. El .UP o .DWN se reducen de acuerdo con la posible superposición de datos con la estación anterior, para evitar medir los mismos puntos de datos dos veces. Esto también significa que la medición es normalmente mucho más rápida para estaciones consecutivas en un roll-along que para la primera. Terrameter LS 2 reduce automáticamente las mediciones en estaciones consecutivas para superponerlas con las mediciones ya tomadas en estaciones anteriores, por lo que solo es necesario convertir el archivo ORG

Si se utiliza más de un archivo de protocolo para cada estación, también existe una posible superposición entre los archivos de protocolo en el mismo punto medio, como por ejemplo cuando se hace Wenner CVES con diseños largos y cortos. En este caso, uno de los archivos debe reducirse en consecuencia.

Los archivos de protocolo contienen un código de matriz, el archivo de dirección utilizado seguido de una cadena de comentarios y las posiciones lógicas de los electrodos. Las posiciones se dan para los electrodos de corriente seguidas de la posición de los electrodos de potencial. El formato es el siguiente:

```

código [arraystring]
archivo de direcciones      [cadena de
coentarios] Apos(1) Bpos(1) Mpos(1) Npos(1)
Apos(2) Bpos(2) Mpos(2) Npos(2)
...
...
Apos(n) Bpos(n) Mpos(n) Npos(n)
    
```

donde las posiciones de los electrodos se dan como números enteros en el intervalo 1-ntot. Si se utilizan electrodos remotos, estas posiciones se especifican como cero.

Los códigos de matriz se utilizan principalmente con fines de presentación y, en el caso de polo-polo y polo-dipolo, cómo se realiza la prueba de contacto. Los códigos de matriz utilizados para Terrameter LS 2 son compatibles con Res2div y difieren de los utilizados por Terrameter SAS1000 / SAS4000. Se definen los siguientes códigos:

Matriz de electrodo	Código de matriz	Código en antiguo Sistema
Resistencia	0	0
Wenner- α	1	1
Polo-poste	2	4
Dipolo-dipolo	3	5
Polo-dipolo	6	6
Schlumberger	7	10
Dipolo-dipolo ecuatorial	8	13
Matriz de superficie	11	11
Tomografía	12	12
Potencial	14	14
Matriz de gradiente	15	15

Si se va a utilizar una matriz no definida en la lista, se puede utilizar el código de matriz 11 para la matriz de superficie general. Alternativamente, se puede usar el código de matriz 0 para la resistencia, lo que significa que la resistencia en lugar de la resistividad aparente se muestra durante la medición. Si se usa el código de matriz 12, solo se guardan los números de electrodos y no las coordenadas, lo que es adecuado para mediciones que involucran pozos (consulte el Capítulo 11.5.3 *Archivos de geometría*, a continuación).

11.5.3 Archivos de geometría

Las coordenadas del electrodo para una medición de pozo se introducen a través de un archivo de geometría (archivo de texto con extensión de archivo XYZ), con el siguiente formato:

n-cables Cable

de cabecera 1

1	X _{1,1}	Y _{1,1}	Z _{1,1}
2	X _{1,2}	Y _{1,2}	Z _{1,2}
...			
n ₁	X _{1,n₁}	Y _{1,n₁}	Z _{1,n₁}

Header cable 2

1	X _{2,1}	Y _{2,1}	Z _{2,1}
2	X _{2,2}	Y _{2,2}	Z _{2,2}
...			
n ₂	X _{2,n₂}	Y _{2,n₂}	Z _{2,n₂}

Header cable 3

1	X _{3,1}	Y _{3,1}	Z _{3,1}
2	X _{3,2}	Y _{3,2}	Z _{3,2}
...			
n ₃	X _{3,n₃}	Y _{3,n₃}	Z _{3,n₃}

12 APENDICE D. DESCRIPCION DEL TERRAMETER TOOLBOX

12.1 General

Terrameter LS Toolbox es el software auxiliar gratuito para Terrameter LS 2. Contiene utilidades para descargar, filtrar y exportar datos listos para la inversión, transferir spreads y protocolos, actualizar el software/firmware del instrumento y editar la configuración de fecha, hora y zona horaria. Este apéndice es una descripción muy breve de la funcionalidad, para obtener instrucciones completas, consulte el manual del usuario de Terrameter LS Toolbox.

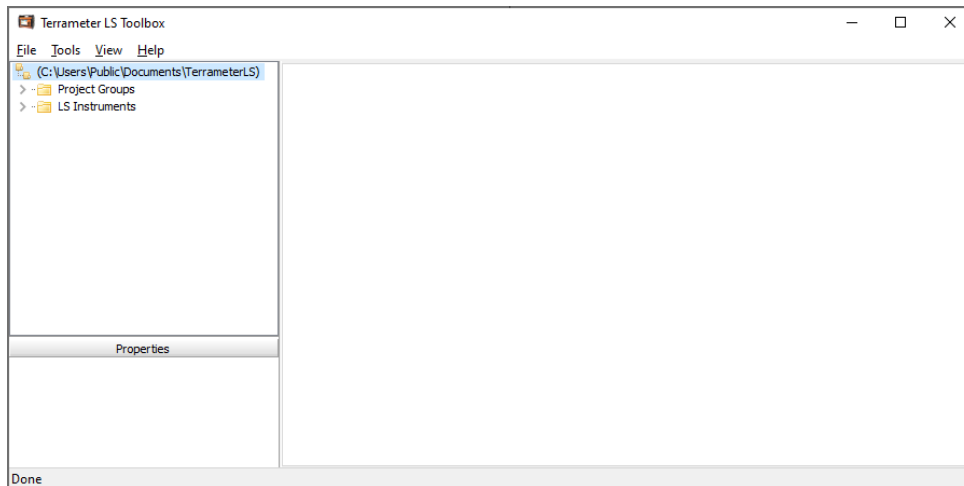


Figura 123 Ventana principal de Terrameter LS Toolbox

12.2 Conectando el instrumento

Seleccione una de las siguientes opciones de la *página "Red"* del Terrameter LS 2 (consulte el Capítulo 4.2 *4.2 Conexiones de red* para obtener más información):

- Punto de acceso Wifi (no requiere conexión física)
- Servidor LAN (conéctese directamente a la PC con un cable Ethernet)
- Cliente LAN (conecte el Terrameter a la misma red local que su PC a través de un cable Ethernet)

Haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta "LS Instruments" (ventana superior izquierda) y seleccione "Conectar". Cuando esté conectado, aparecerá un pequeño icono de instrumento de color con el número de serie junto a él. Cuando no esté conectado, el icono se volverá gris y la única otra opción disponible en el menú del botón derecho es "Eliminar", que eliminará el Terrameter seleccionado de la lista de instrumentos "recordados".

12.3 Trabajando con un instrumento conectado

Una vez que el instrumento esté conectado, haga clic con el botón derecho en el icono del instrumento de color para abrir el menú de acciones nuevamente. Se activarán más opciones ahora que se ha establecido la conexión con un instrumento.

12.3.1 Desconectar

Esta opción deja caer el enlace al Terrameter LS 2 y el icono se atenúa.

12.3.2 Administrar proyectos

Seleccione esta opción para descargar datos del instrumento. La ventana de descarga (Figura 124) se cargará automáticamente en la lista de proyectos del instrumento y proporcionará información sobre el tamaño de la base de datos y si los proyectos contienen o no datos completos de forma de onda. El tamaño de la carpeta de forma de onda completa solo se lee a pedido, ya que puede ser bastante lento de calcular; Haga clic con el botón derecho en un proyecto para solicitar esta información.

Se puede definir un "Destino de inicio" y todos los proyectos se guardarán automáticamente en esta ubicación si se selecciona la casilla de verificación correspondiente debajo de ella. Si la casilla de verificación se deja en blanco, cada proyecto descargado solicitará una ubicación de guardado separada, pero el "Destino de inicio" será donde la ventana del explorador de archivos se encuentre de forma predeterminada cuando se abra.

No es necesario descargar los datos completos de la forma de onda, es posible tomar solo el archivo de la base de datos que permite llevar a cabo todos los procedimientos regulares de control de calidad y filtrado. Una casilla de verificación define si la forma de onda completa se incluirá en la descarga. La base de datos del proyecto se descargará primero, seguida de los archivos de forma de onda completos.

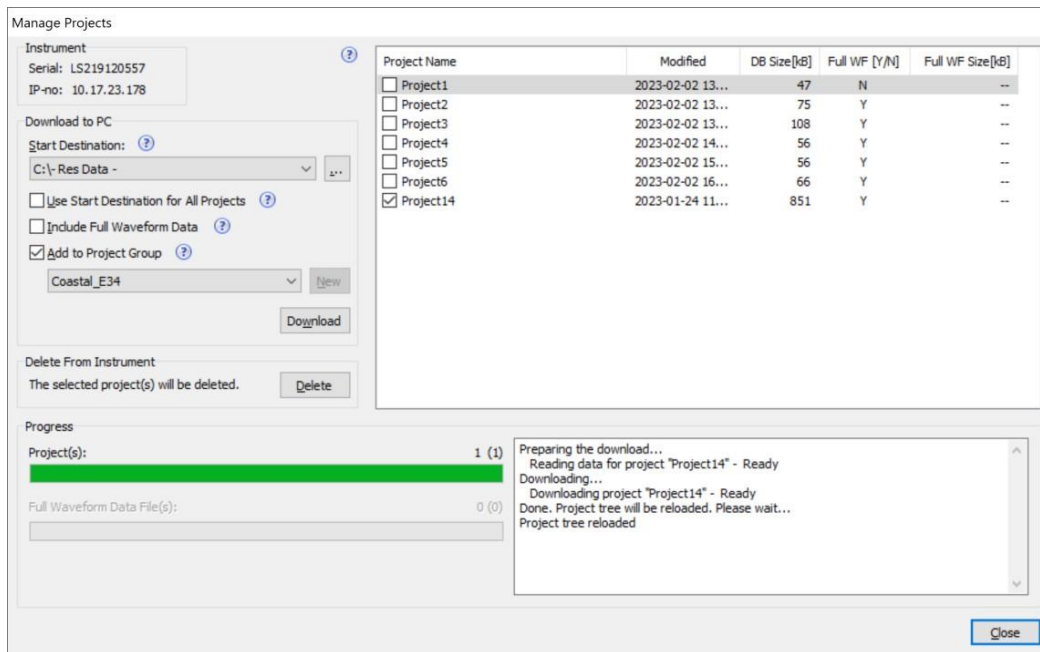


Figura 124 Cuadro de diálogo Administrar proyectos para descargar datos

Los proyectos descargados se pueden agregar a un grupo de proyectos (consulte 12.4 Trabajar con datos) para ayudar a la administración de los datos de la encuesta. Es necesario crear el grupo de proyectos antes de descargar.

12.3.3 Ajuste de hora y zona horaria

Este menú permite configurar el reloj integrado, incluida la opción de sincronizar rápidamente la hora con la PC utilizada para la conexión.

12.3.4 Importar y exportar spreads y protocolos

Transfiera spreads y protocolos al instrumento desde esta ventana (Figura 125); el lado izquierdo muestra los archivos de spread y protocolo en su PC y la ventana derecha muestra los spreads y protocolos en el instrumento.

En la ventana de la izquierda, seleccione los archivos de propagación y protocolo que desea tener en el instrumento y seleccione "To Instrument". Asegúrese de que la casilla "Permitir sobrescritura" esté marcada debajo de la ventana de la derecha.

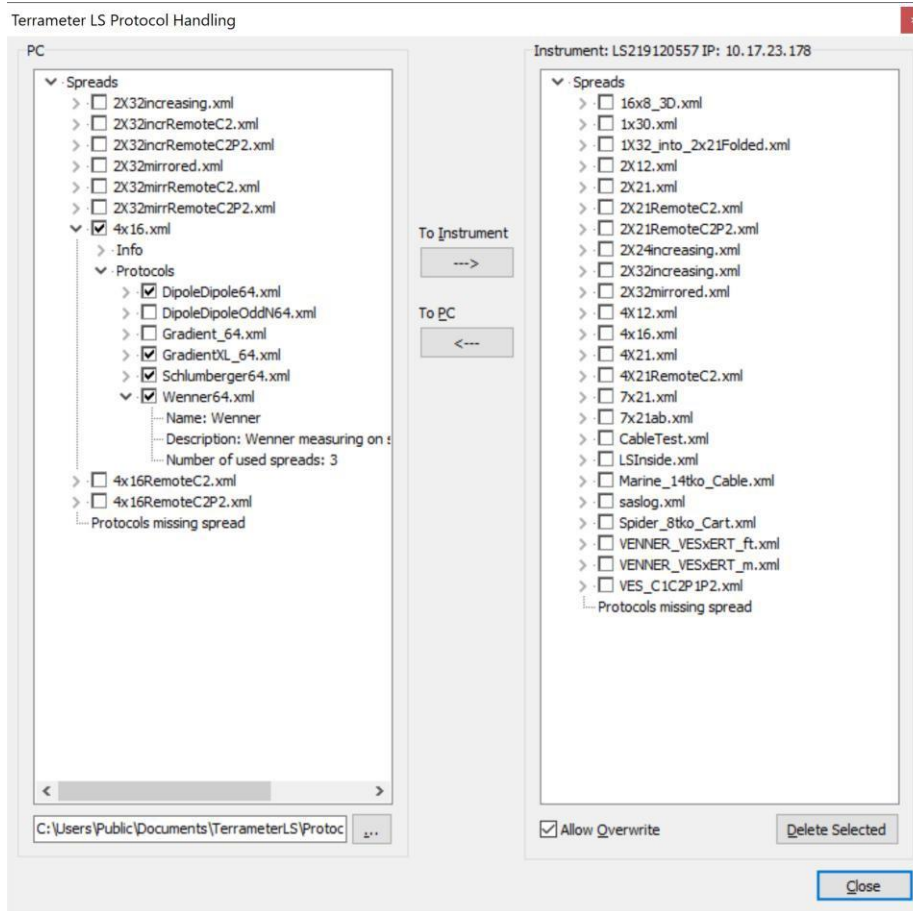


Figura 125 Ventana de transferencia de protocolos y dispersión

¡Nota! Los archivos de propagación tienen todos los protocolos compatibles enumerados debajo de ellos; haga clic en el ">" junto a la propagación para ver los protocolos debajo de ella. El software no selecciona automáticamente los protocolos cuando selecciona el archivo de propagación, por lo que debe hacer clic en la casilla junto a todas las extensiones Y todos los protocolos que desea transferir.

12.3.5 Actualizar

Esta ventana permite realizar actualizaciones del software del instrumento Terrameter y también la instalación de archivos de configuración precargados. Los archivos necesarios se pueden descargar del sitio web de Guideline Geo y almacenar en la computadora o red local a la que está conectado el Terrameter LS 2.

La ventana "Actualizar" contiene instrucciones sobre cómo instalar los nuevos archivos en el Terrameter LS 2.

12.3.6 Activando la actualización del TX

Las actualizaciones del firmware del transmisor (TX) son un poco más complejas que las actualizaciones del software del instrumento; sin embargo, las instrucciones completas vendrán junto con los archivos necesarios cuando se descarguen del sitio web de Guideline Geo.

12.4 Trabajando con datos

Una vez que los datos se han agregado a LS Toolbox (ya sea descargándolos de un instrumento o importando una base de datos de proyectos almacenada), la sección "Grupos de proyectos" se expande para formar un árbol de datos, que permite al usuario organizar e interrogar proyectos y tareas. Figura 126.

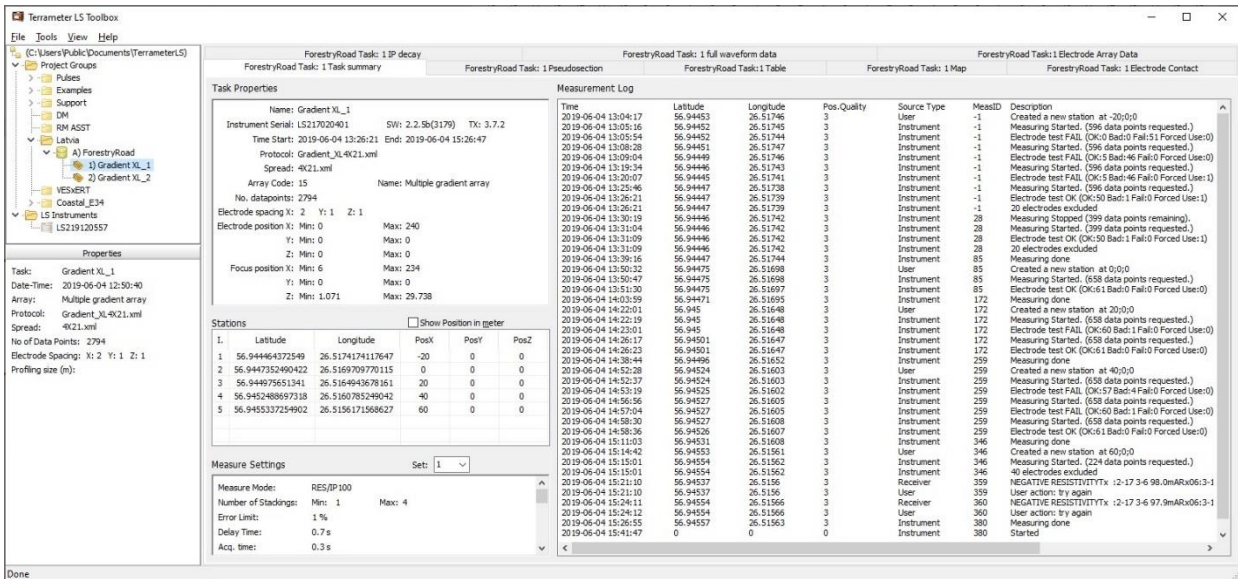


Figura 126 Ventana principal de LS Toolbox con pestañas de datos abiertas para una tarea en particular

En el primer uso del software no habrá "ramas" en el árbol de datos, por lo que es necesario hacer clic con el botón derecho en "Grupos de proyectos" y seleccionar "Crear grupo de proyectos". Una vez hecho esto, los datos se pueden descargar directamente a ese grupo de proyectos o importarse seleccionando "Agregar proyecto" en el menú contextual asociado con cada grupo de proyectos (consulte el ejemplo de la izquierda en la Figura 127).

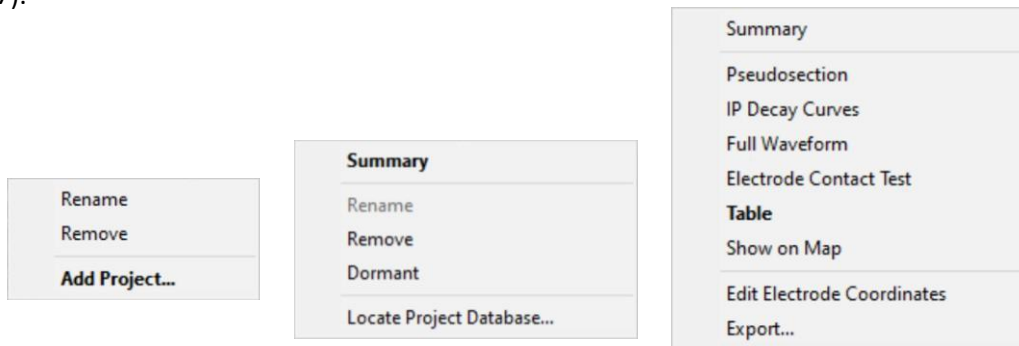


Figura 127 Menús contextuales para (de izquierda a derecha): un grupo de proyectos, un proyecto y una tarea

¡Nota! La opción "Localizar base de datos de proyectos" en el menú contextual para proyectos es una forma rápida de encontrar el archivo project.db para una medición en particular; Los técnicos de soporte de Guideline Geo pueden solicitar una copia de este archivo, con fines de diagnóstico, si tiene un problema con los datos o un instrumento.

El menú contextual de las tareas tiene la mayor cantidad de opciones y permite:

- Revisión de la configuración, los metadatos y el registro de medición ("Resumen")
- Trazado de la "Pseudosección"
- Mirando los gráficos de la ventana de tiempo IP ("Curvas de decaimiento de IP")

- Análisis y exportación de gráficos de forma de onda completa ("Full Waveform")
- Revisión de las resistencias de contacto en cada electrodo ("Prueba de contacto del electrodo")
- Filtrado de datos incorrectos (en la vista "Tabla", haga clic con el botón derecho en las entradas con datos deficientes y seleccione "Filtrar puntos de datos")
- Ubicar cada estación en un mapa o imagen satelital ("Mostrar en mapa")
- Corrija los errores de espaciado de los electrodos, corrija las posiciones de los electrodos desplazados intencionalmente y / o agregue datos de elevación ("Editar coordenadas de electrodos")
- Exportar datos a varios formatos diferentes ("Exportar...", ver Figura 128)

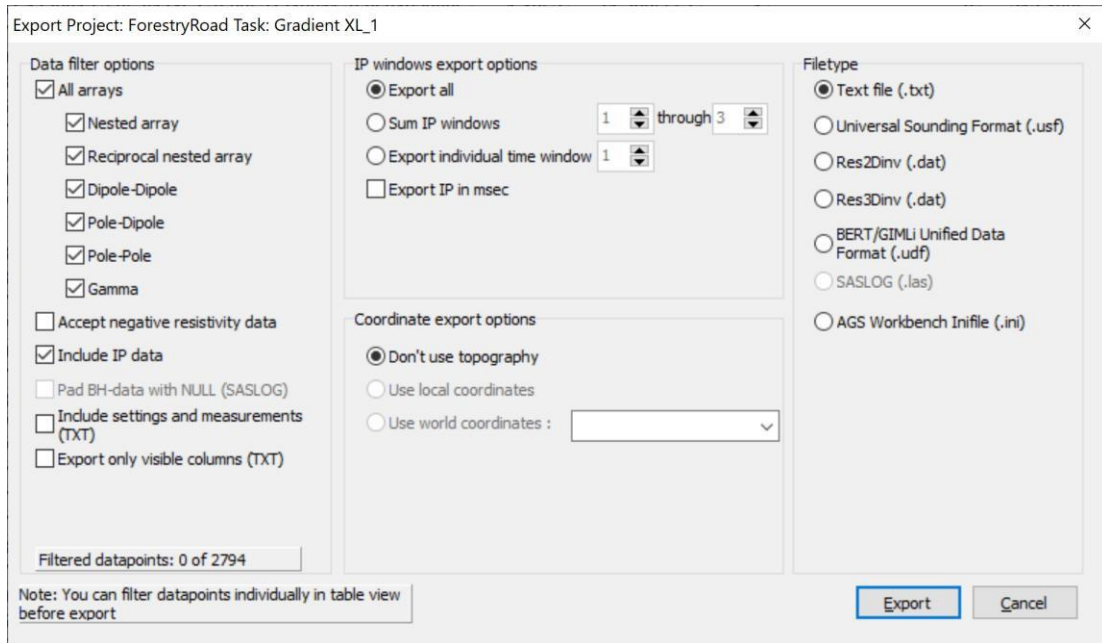


Figura 128 Ventana de exportación de LS Toolbox

Las opciones de exportación incluyen archivos de texto genéricos (la tabla completa o un subconjunto de los parámetros disponibles), formatos estándar de la industria y formatos de software propietarios. Los datos IP se pueden exportar de modo que se mantengan las ventanas de tiempo originales, o se pueden sumar para producir un valor único para la imputabilidad.

13 APENDICE E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

13.1 General

Cubierta	La robusta carcasa de aluminio cumple con IEC IP 66
Ordenador	ARM 9 integrado, 400 MHz
GPS	GPS incorporado con soporte para GLONASS
Monitor	LCD TFT activo de 8,4", a todo color, luz diurna visible
Puertos de E/S	2 x KPT 32 pines para imágenes 1 x AUX 1 x Interconexión USB A RJ45 para LAN
WLAN	IEEE 802.11 b/g/n, antena incorporada
Modos de medición	Resistividad, SP, Resistividad e IP, Resistividad e IP con un ciclo de trabajo del 100 % (según el modelo)
Punto de servicio	Accesible a través de Internet
Capacidad de memoria	16 GB, tarjeta microSD accesible desde el exterior
Poder	Batería interna de 12 V, 8 Ah Cargador incorporado Alimentación externa de 12-18 VCC
Rango de temperatura	- 20 °C hasta + 70 °C en funcionamiento ¹⁻² - Almacenamiento de 30 °C a + 80 °C ³
Dimensiones (ancho x largo x alto)	39 x 21 x 32 cm
Peso	12 kg

Nota 1: La velocidad de medición puede reducirse a alta temperatura ambiente combinada con una alta potencia de salida
Nota 2: El rendimiento de la pantalla LCD no está garantizado por debajo de 0 °C

Nota 3: Sin condensación

13.2 Receptor

Número de canales	Hasta 12 (+2 para monitoreo del transmisor) Depende del modelo
Aislamiento	Todos los canales están separados galvánicamente
Gama	$\pm 2,5 \text{ V}$, $\pm 15 \text{ V}$, $\pm 600 \text{ V}$ Depende del modelo
Protección de voltaje de entrada	1000 V
Impedancia de entrada	200 M Ω (\pm gama de 2,5 V) 30 M Ω (\pm gama de 15 V) 20 M Ω (\pm gama de 600 V)
Precisión	0.1 %
Exactitud	0.2 %
Resolución	Integración de hasta 3 nV en 1 segundo (teórica)
Linealidad	0.005 %
Respuesta de frecuencia plana	Mejor que el 1 % hasta 300 Hz
Grabación completa de la forma de onda	Monitoreo incorporado de todos los canales de entrada Depende del modelo

13.3 Transmisor

Potencia de salida máxima	Hasta 250 W Depende del modelo
Transmisión de corriente	Transmisor de corriente constante
Corriente de salida máxima	2500 mA Depende del modelo
Tensión máxima de salida	+/- 600 V (1200 V pico a pico) Depende del modelo
Precisión de corriente	0.2 %
Precisión de corriente	0.1 %
Cambiador de polaridad instantáneo	Sí
Autodiagnóstico	Monitoreo de temperatura y disipación de energía
Seguridad	Interruptor de seguridad de fácil acceso
Grabación completa de la forma de onda	Monitoreo incorporado de salida de corriente y voltaje Depende del modelo

13.4 Sistemas de mediciones multielectrodo para 2D y 3D

Número de electrodos	Hasta 81, usando el selector de electrodos interno Hasta 16384, utilizando selectores de electrodos externos
Matriz de conmutación interna	10x64, dividido en cuatro bloques para un uso eficaz de todos los canales receptores disponibles
Roll-along	Cobertura total, tanto 2D como 3D
Tipos de matrices preinstaladas	Degradado múltiple Dipolo-Dipolo Wenner Schlumberger (Wenner-Schlumberger) Polo-Dipolo y Polo-Polo
Electrodos remotos	2 electrodos remotos además de electrodos en línea
Prueba de electrodos	Estima la resistencia de contacto en todos los electrodos activos

13.5 Software y comunicación

El Terrameter LS 2 se controla mediante el firmware incorporado. Soporta sistemas de levantamiento de electrodos múltiples en 1D, 2D y 3D para medición, imágenes y monitoreo de resistividad, IP y SP.

Tiene una interfaz gráfica de usuario que es fácil de seguir en todos los aspectos. Los menús claros e intuitivos van acompañados de texto, gráficos y consejos instructivos, a través de la función ABEM Active Guidance. Esto ayudará al usuario en la operación del instrumento y lo guiará a recopilar datos de buena calidad, una y otra vez.

Para mejorar el control de la calidad de los datos en el campo, es posible mostrar la resistividad medida y los datos de imágenes en tiempo real, tabulados para facilitar el análisis, además de la capacidad de ver una pseudosección de los valores de los datos. El acceso a los instrumentos a través de USB, Wi-Fi y RJ-45 (para LAN), garantiza que la transferencia de datos a otras computadoras sea extremadamente simple.

Para la inversión de datos se requiere software externo. Ejemplos de software de procesamiento adecuado son Aarhus Workbench (con el módulo ERT/IP), Res2Dinv y Res3Dinv, por nombrar solo una selección.



GUIDELINEGEO | **ABEM** | **MALÅ**