

# **EM-4055**

*Telurímetro digital controlado por microprocesador*

## **Manual de uso**

GU-1198

© 2006 MEGABRAS. Todos los derechos reservados.

Manual de uso impreso en el Brasil.

Esta página fue dejada en blanco intencionalmente.

# Índice

1. Descripción	7
2. Funciones del panel	9
2.1. Conexiones de entrada y salida	9
2.2. Teclado	10
2.3. LEDS	11
3. Rangos de medición	11
4. Batería y recarga	12
4.1. Descripción de la batería.	12
4.2. Verificación del estado de la batería	12
4.3. Cargador de batería	12
4.4. Procedimiento de Carga	12
5. Reloj y calendario	12
6. Verificación de la calibración del equipo	13
7. Medición de la resistencia de puesta a tierra (R PAT)	14
7.1. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de PAT	15
8. Medición de las tensiones espurias	17
9. Medición de Resistividad específica del suelo por el método de Wenner	17
10. Indicaciones de anomalías en el Display	22
10.1. Alto valor de tensión espuria.	22
10.2. Valor de R PAT muy alto.	22
10.3. Alto Valor de resistencia de las estacas auxiliares	22
10.4. Valor muy alto de Resistividad	23
11. Transfiriendo datos para la computadora	24
11.1. Puerta de comunicación RS-232	24
11.2. Dentro de su PC	25
12. Impresora	28
12.1. Ejemplo de impresión	28
12.2. Alimentación del papel	28
12.3. Papel	28
13. Especificaciones técnicas	29
14. Certificado de Garantía	32

Esta página fue dejada en blanco intencionalmente.

# 1. Descripción

---

El telurímetro **EM-4055** es un instrumento digital controlado por microprocesador que permite medir la resistencia de puesta a tierra y la resistividad específica del terreno (usando el método de Wenner), así como también puede detectar las tensiones parásitas presentes en el terreno. Este instrumento es apto para medir sistemas de puesta a tierra en subestaciones, industrias, redes de distribución de energía, etc. de acuerdo con la IEC 61557-5. Es también útil para la medición de la resistividad específica del suelo, con el objetivo de optimizar los proyectos de sistemas de puesta a tierra.

Antes de iniciar cada medición el equipo verifica que todas las condiciones estén dentro de los límites apropiados e informa al operador en el caso de encontrar alguna anomalía (tensiones de interferencia muy altas, resistencia de los electrodos auxiliares muy alta, muy baja corriente, etc.). Después, elige el rango más adecuado y muestra en el display alfanumérico los resultados de la medición.

Con el objeto de optimizar el ensayo de puesta a tierra el **EM-4055** permite que el operador pueda elegir dos frecuencias para generar la corriente del ensayo (270 Hz o 1470 Hz). En principio la frecuencia más baja permite el análisis del sistema respecto de posibles fallas provocadas por corrientes de maniobra (de frecuencia industrial). Por otro lado la frecuencia más alta muestra mejor la influencia de las corrientes provocadas por descargas atmosféricas en los sistemas de puesta a tierra además de ofrecer alta inmunidad a la interferencia de las tensiones usualmente presentes en las proximidades de las subestaciones.

El instrumento tiene 4 rangos que son automáticamente seleccionados cubriendo mediciones desde 0,01  $\Omega$  hasta 20 k $\Omega$ , lo cual permite obtener mucha precisión en las mediciones para cualquier clase de suelo.

Durante la medición de resistividad específica del terreno, el operador puede introducir al equipo, las distancias entre jabalinas para aplicar la fórmula de Wenner y mostrar directamente el valor de la resistividad.

El **EM-4055** tiene memoria para almacenar las mediciones y tiene una impresora incorporada, además de una salida serial (para todas las versiones) que le permite comunicarse y enviar los datos a una computadora o un colector de datos para posterior análisis.

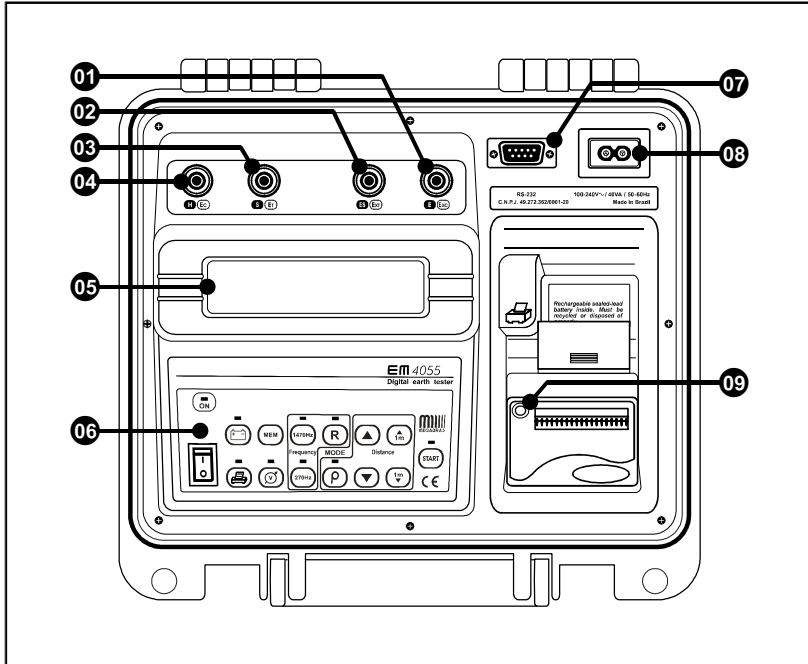
Es un equipo portátil, robusto y leve, desarrollado para el uso en campo y bajo severas condiciones climáticas.

Se alimenta con una batería recargable con un cargador de 100-240 V~ y se provee con todos los accesorios necesarios para realizar las mediciones (jabalinas, cables, etc.), dentro de una maleta para su fácil transporte.

## 2. Funciones del panel

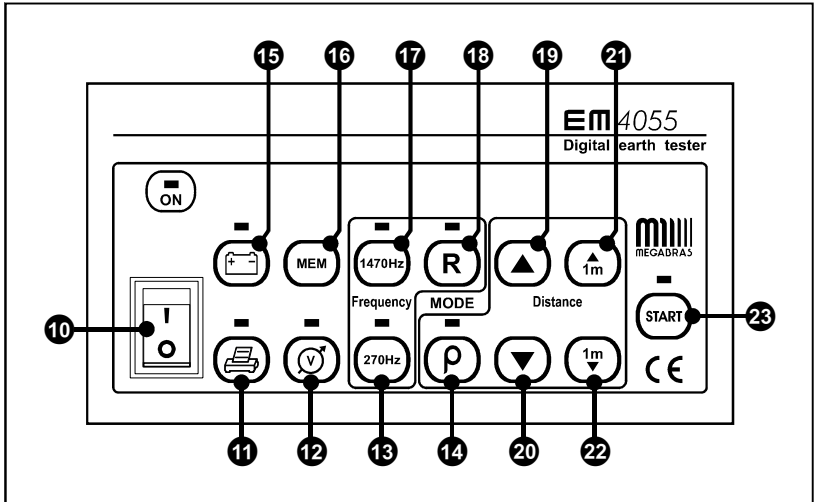
Todos los controles, indicadores, bornes de entrada y salida del **EM-4055** se encuentran en el panel de control y son fácilmente accesibles al operador. Las figuras siguientes informan la función de cada ítem del equipo.

### 2.1. Conexiones de entrada y salida



- 01- Terminal de salida E (EXC)
- 02- Terminal de salida ES (EXT)
- 03- Terminal de salida S (ET)
- 04- Terminal de salida H (EC)
- 05- Display Alfanumérico
- 06- Teclado
- 07- RS-232 puerta de comunicación
- 08- Entrada alimentación
- 09- Control de alimentación del papel de la impresora

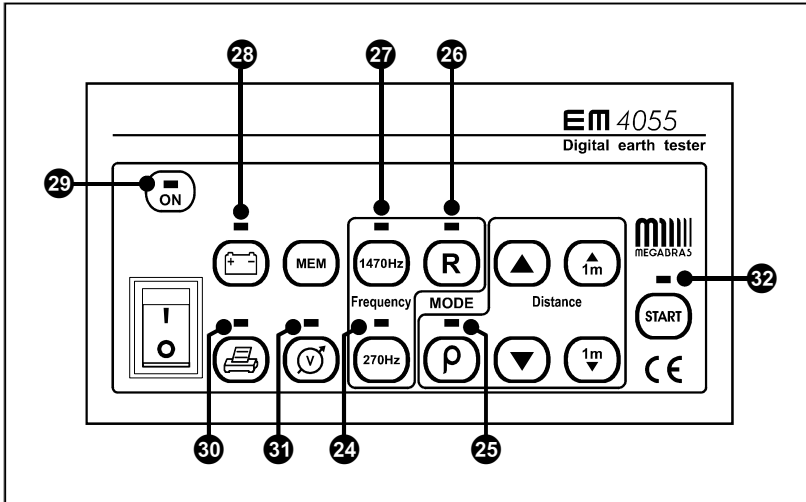
## 2.2. Teclado



- 10**- ON/OFF - Llave de encendido
- 11**- Permite la impresión del ensayo
- 12**- Voltímetro
- 13**- Selecciona frecuencia de 270 Hz
- 14**- Selecciona función de Resistividad r
- 15**- BATTERY STATUS. Muestra el estado de la batería
- 16**- Tecla de memoria
- 17**- Selecciona frecuencia de 1470 Hz
- 18**- Selecciona función de Resistencia
- 19** **20**- Teclas de flechas (disminuye / aumenta). Permiten introducir las distancias entre las jabalinas en pasos de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 m únicamente. Además de Rx
- 21** **22**- Teclas de flechas (disminuye / aumenta). Permiten introducir las distancias entre las jabalinas en pasos de 1 m
- 23**- START. Botón de inicio del ensayo



## 2.3. LEDs



- 24- Indica que fue seleccionada la frecuencia de 270 Hz
- 25- Indica que fue seleccionada la función Resistividad
- 26- Indica que fue seleccionada la función Resistencia
- 27- Indica que fue seleccionada la frecuencia de 1470 Hz
- 28- Indica que el cargador de batería está operando
- 29- Indica que fue accionada la llave **ON/OFF**
- 30- Indica que los valores medidos están siendo impresos
- 31- Indica un valor de tensión espuria mayor que 7 V
- 32- Indica que se está realizando la medición

## 3. Rangos de medición

El equipo posee 4 rangos de medición que son automáticamente seleccionados desde 0,01  $\Omega$  hasta 20 k $\Omega$  como medidor de resistencia, 0,01  $\Omega$ m hasta 50 k $\Omega$ m como resistivímetro, y de 0 a 60 V~ como voltímetro.

## 4. Batería y recarga

### 4.1. Descripción de la batería

Batería recargable interna 12 V - 2,3 Ah. Esta batería no presenta "efecto memoria" por lo que puede ser cargada tantas veces como se desee. En cambio, su vida útil se reduce sensiblemente si se permite que permanezca totalmente descargada. Para evitar este efecto cargue la batería antes de almacenar el equipo y no deje pasar más de tres semanas sin repetir el proceso de carga, aunque el instrumento no haya sido utilizado.

### 4.2. Verificación del estado de la batería

Estando el equipo encendido verifique el estado de la batería oprimiendo la tecla **Ⓜ** en el display indicará el estado de la batería.

Con poca carga

```
LOW BATTERY
 [ III ]
```

Con carga normal

```
Battery Status
 [ ██████████ ]
```

Con carga completa

```
Battery Status
 [ ████████████████████ ]
```

### 4.3. Cargador de batería

El cargador incorporado de batería se activa cuando el equipo se conecta a la alimentación externa, aún cuando la llave de encendido **Ⓜ** está apagada.

### 4.4. Procedimiento de Carga

Verifique que la llave **Ⓜ** está apagada. Conecte el equipo a la alimentación externa. El indicador **Ⓜ** brillará con luz roja hasta completar la carga y en ese punto cambia para luz verde y así permanece hasta desconectar el cable de alimentación. Si el equipo fuera encendido, el display exhibirá el siguiente letrero:

```
Charging
Battery...
```

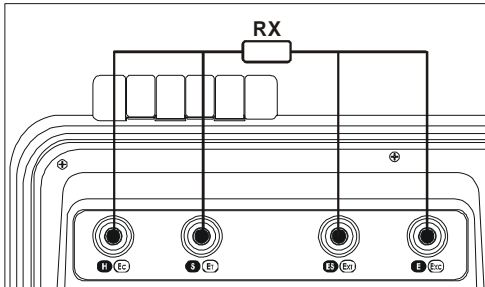
Durante el proceso de carga la tecla **START** **Ⓜ** estará desactivada.

## 5. Reloj y calendario

Para facilitar la identificación de cada medición, el **EM-4055** posee reloj y calendario internos. Fecha y hora pueden ser ajustados con un software para PC que sincroniza el reloj del equipo con el de la computadora, disponible en [www.megabras.com](http://www.megabras.com)

## 6. Verificación de la calibración del equipo

Utilizando una resistencia nominal patrón (**R<sub>x</sub>**), es posible verificar la calibración del aparato. La resistencia debe ser conectada al **EM-4055** como indica la figura siguiente:



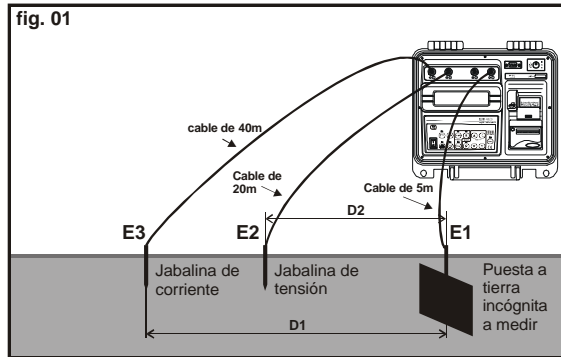
Después de conectar la resistencia, siga el procedimiento abajo detallado:

- Encienda el **EM-4055**.
- Seleccione la función de medición de resistividad (**1**).
- En la selección de distancia / resistencia patrón, elija **R<sub>x</sub>** (resistencia nominal patrón)
- Oprima la tecla **START** **2** para iniciar la medición.
- Después de 5 segundos, el display debe indicar un valor estable, próximo al valor nominal de la resistencia patrón usada.

Se fuera exhibido otro valor, el equipo está descalibrado y debe ser ajustado en un laboratorio calificado.

## 7. Medición de la resistencia de puesta a tierra (R PAT)

Clave en el terreno dos jabalinas (picas) auxiliares, la jabalina de corriente **E3** y la jabalina de tensión **E2**, y conéctelas a través de los cables provistos, a los bornes **H(Ec)**<sup>04</sup> y **S(ET)**<sup>03</sup> respectivamente. El borne **E(Exc)**<sup>01</sup> se debe conectar a la puesta a tierra cuya resistencia se quiere medir (**E1**) con el cable de 5 m (ver fig. 01).



- Encienda el equipo con la llave **ON/OFF**<sup>10</sup>.
- Durante unos instantes el display mostrará el siguiente mensaje:

```
Earth Resistance
3-Pole      270Hz
```

Esta función y esta frecuencia son las iniciales cuando se enciende el equipo. (default).

- Después oprima el botón de **START**<sup>23</sup>.
- Durante unos pocos segundos brillará el led <sup>32</sup> y luego el display pasará a indicar el valor de la resistencia y la unidad así:

```
R= 10.01Ω
3-Pole      270Hz
```

- El resultado de la medición será grabado en la memoria.
- Oprimiendo la tecla **11** se permite que los datos sean impresos en la impresora incorporada. Durante esta operación el LED **30** se mantiene encendido.
- Para seleccionar la frecuencia de 1470 Hz, se debe oprimir la tecla de Función de Resistencia **18** y después la de 1470 Hz.

Así el display indicará...

```

R= 10.01Ω
3-Pole    1470Hz
  
```

Esta comparación de R PAT con frecuencias diferentes permite verificar el comportamiento del sistema tanto para interferencias de maniobras como para los efectos con descargas atmosféricas. Cada vez que se necesite cambiar la frecuencia se debe accionar primero el botón **18**, (o apagar el equipo con la llave **10**) para después realizar la medición apretando la tecla START **29**. Las teclas para cambiar la frecuencia son las **17** y **13**.

## 7.1. Consideraciones especiales sobre la medición de la resistencia de PAT

En el método normalmente utilizado para medir la resistencia de difusión de una *Puesta a Tierra* (PAT), se emplean dos jabalinas como electrodos auxiliares. En la **figura 01**, **D1** es la distancia entre la PAT **E1** y el electrodo de corriente **E3**, mientras que **D2** es la distancia entre la PAT y la sonda **E2**. La corriente generada por el telurímetro circula por la PAT y el electrodo de corriente, y se mide la tensión entre la PAT y la sonda **E2**. El valor de R se obtiene como el cociente de la tensión y la corriente.

En la fig. 02 se ha graficado el perfil de potencial con respecto a la PAT en la zona comprendida entre ésta y el electrodo de corriente, asumiendo que la distancia entre esos puntos sea suficiente para que sus respectivas “zonas de influencia” no presenten superposición. Se denomina “zona de influencia” al área próxima a cada electrodo en la cual se observa un gradiente de potencial significativo. Fuera de esa zona el potencial es constante (meseta de potencial entre los puntos A y B de la fig. 02).

Para obtener una medición válida de la resistencia de PAT es necesario alejar la jabalina auxiliar de corriente lo suficiente como para que se cumpla la condición de no superposición de las zonas de influencia, y la jabalina de tensión (sonda) debe estar hincada en la zona de la meseta de potencial. Como referencia puede adoptarse el criterio de considerar que el radio de cada zona de influencia es del orden de 3 veces la mayor dimensión del electrodo.

El adecuado cumplimiento de esta condición debe verificarse haciendo tres medidas sucesivas de la resistencia de PAT manteniendo la posición de la jabalina de corriente pero desplazando la de tensión unos 2 metros entre las medidas (puntos L, M, y N). Si las tres medidas presentan el mismo resultado (dentro del error especificado del telurímetro) la medición debe considerarse correcta. De lo contrario debe aumentarse significativamente la distancia hasta la jabalina de corriente y repetir el proceso.

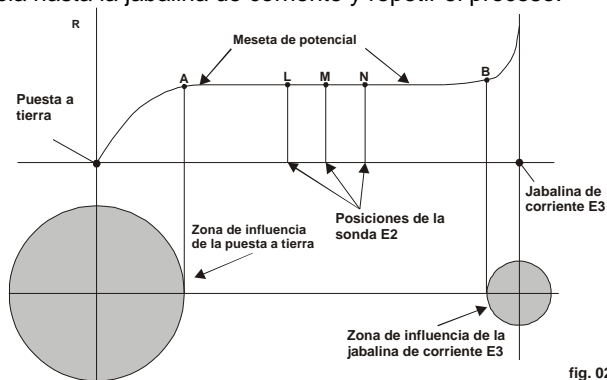
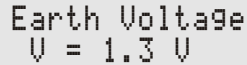


fig. 02

En general, las dimensiones de la PAT son mayores que las de la jabalina auxiliar de corriente por lo que el diámetro de su zona de influencia también es mayor. Por eso la sonda debe hincarse más próxima a la jabalina de corriente que a la PAT para cumplir la condición requerida. Suele adoptarse una distancia del 62% como primera aproximación. Debe tenerse en cuenta que cuando se mide la resistencia de PAT de sistemas de gran tamaño (por ej. mallas extensas de subestaciones) se requieren distancias que pueden llegar a cientos de metros para cumplir la condición. La literatura técnica describe métodos aproximados que permiten reducir esas distancias con resultados válidos. Todas estas consideraciones se refieren a aspectos físicos esenciales del proceso de medición, por lo que se aplican a todos los telurímetros, y no dependen del fabricante o la tecnología utilizada.

## 8. Medición de las tensiones espurias

Para verificar la presencia y medir las tensiones espurias presentes en el terreno, se debe realizar esta operación con las jabalinas clavadas en el suelo, conectadas como se mostró en la figura 1. Oprima el botón del Voltímetro **12**, el display mostrará la tensión alternada entre los electrodos E1 y E2 hasta un máximo de 60 V.

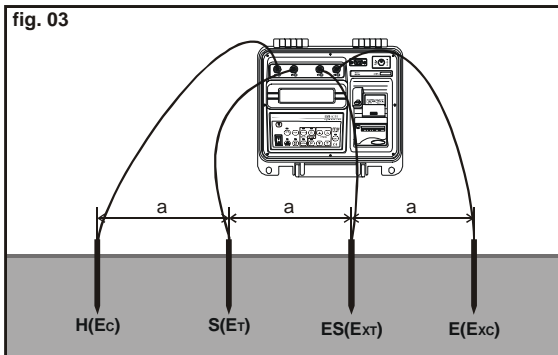


Earth Voltage  
U = 1.3 U

## 9. Medición de Resistividad específica del suelo por el método de Wenner

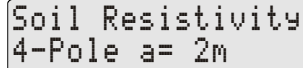
**Nota:** en esta función el equipo opera únicamente en la frecuencia de 270 Hz.

Clave 4 jabalinas en el terreno, alineadas y con separación constante “a”, como se muestra en la fig. 3. Cuando se realiza esta medición la distancia entre jabalinas es crítica pues hace parte de la precisión de la medición en el cálculo de la resistividad. Encienda el equipo y oprima la tecla **p14**, y verifique el conexionado.

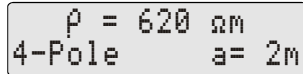


Con las teclas **19 20** o **21 22** introduzca la distancia entre jabalinas. Si las distancias elegidas fueran 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m y 32 m (que son las que generalmente se adoptan) disminuya o aumente con las teclas **19 20**.

Si el valor fue **a = 2 m** aparecerá en el display...

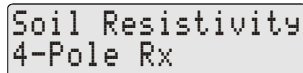


Después oprima el botón de START<sup>23</sup>. Durante unos pocos segundos brillará el led <sup>22</sup> y el display indicará el valor de la resistencia y la unidad así...



Con las teclas <sup>21</sup><sup>22</sup> el equipo permite seleccionar distancias entre jabalinas en pasos de 1 m, y hasta sumarlos o restarlos a los valores insertos con las teclas <sup>19</sup><sup>20</sup>.

Con las teclas <sup>19</sup><sup>20</sup> también se puede seleccionar el valor Rx



Esta opción permite utilizar cualquier distancia, pero en este caso el operador deberá aplicar la fórmula de Wenner, si es que utiliza el método Wenner o otras ecuaciones si se dispone a usar otros métodos como Schlumberger, Dipolo, Lee, etc. También es útil para realizar la calibración del equipo y para introducir los datos en algunos softwares sofisticados que permiten introducir solamente el valor de R para el cálculo de la resistividad.

Oprimiendo la tecla START<sup>23</sup> el instrumento obtendrá el valor de la resistividad, aplicando la siguiente fórmula completa de Wenner

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4p^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + p^2}}}$$



Donde:

$r$  = valor de la resistividad, expresado en [ $\Omega$ m]. Valor mostrado en el display.

$p = 3,14159$

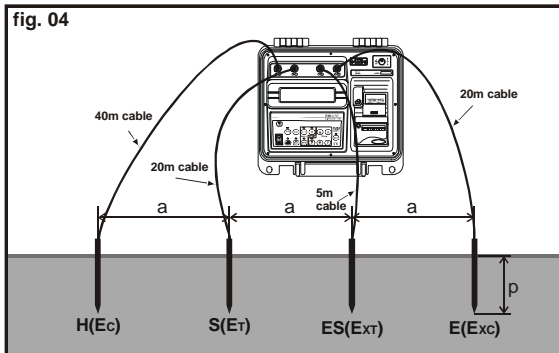
$R$  = es el valor de la resistencia leída en el equipo usado para calcular  $\rho$ . (Se puede ver el valor seleccionado Rx con las teclas 19 y 20)

$a$  = distancia entre jabalinas expresada en metros

Siguiendo este procedimiento, se obtiene el valor de la resistividad  $\rho$  correspondiente a la capa del terreno comprendida entre la superficie y la profundidad determinada por la distancia entre jabalinas  $a$ . La información requerida para determinar la estratificación del terreno por métodos gráficos o utilizando software especializados, se obtiene realizando conjunto de mediciones con diferentes distancias entre jabalinas. Las distancias mas comúnmente adoptadas son 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m y 32 m.

Para realizar una batería de mediciones cada vez que se deba introducir un valor de diferentes distancias entre jabalinas, se debe oprimir primero la tecla de  $p$  14 y después fijar la distancia utilizando las teclas 19 y 20 o las 21 y 22, después la tecla START 23 (por ejemplo para  $a=1m$ ;  $a=2m$ ;  $a= 4m$ ; se debe oprimir la tecla 19 y luego la 23, después la  $p$  14, luego la 19 y luego la 23 y así sucesivamente). Luego de cada medición, oprimiendo la tecla 11 se permite que los datos sean impresos en la impresora incorporada. Durante esta operación el LED 30 se mantiene encendido.

Un ejemplo de como distribuir los cables de medición cuando se adopta  $a = 16m$  se puede ver en la fig. 4, con el instrumento cerca de la jabalina Es.

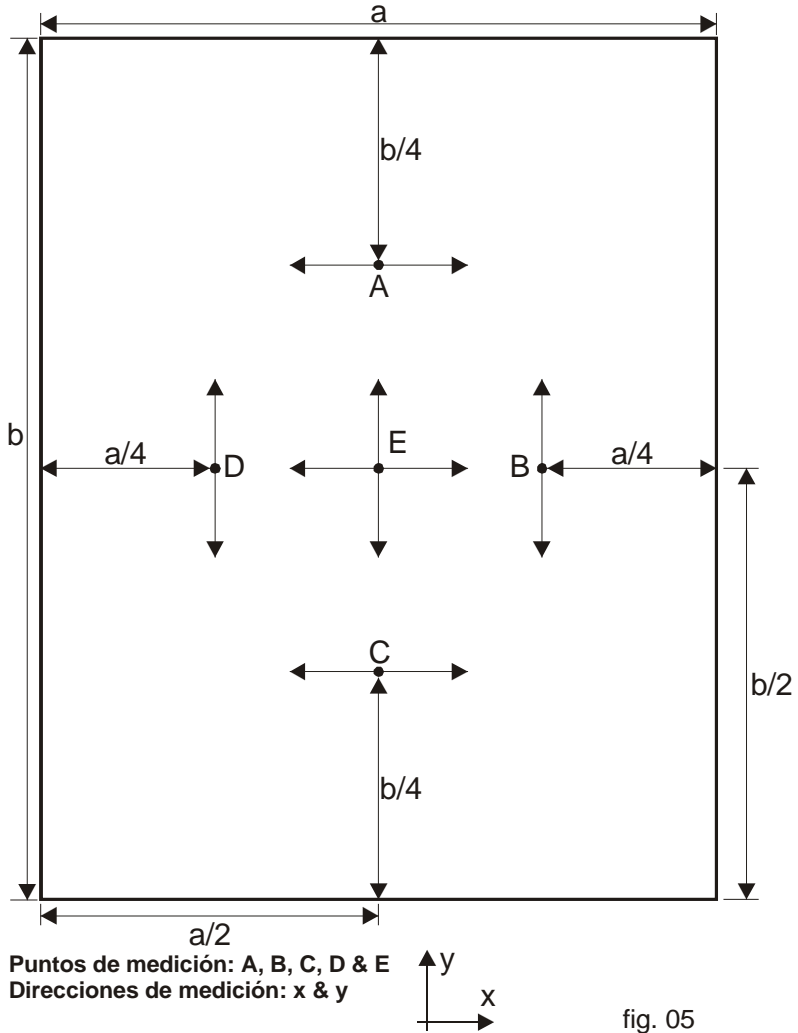


Si se elige Rx se puede usar la formula simplificada de Wenner si se cumple la condición  $a \gg p$

$$r = 2p R a$$

O sea cuando la profundidad de penetración de las jabalinas es despreciable respecto de la distancia de separación entre ellas. Esta condición no se da cuando la distancia  $a$  es pequeña pues siempre es necesario asegurarse de obtener un buen contacto entre el terreno y la jabalina. (El equipo siempre calcula  $\rho$  con la fórmula completa considerando  $p$  con **0,25 m** de penetración).

Para evaluar adecuadamente la resistividad de un terreno las mediciones deben cubrir toda el área a ser ocupada e influenciada por el futuro sistema de puesta a tierra. La norma NBR 7117 recomienda que se efectúen mediciones de resistividad en, al menos, cinco puntos para un área de hasta 10.000 m<sup>2</sup>, dispuestos como en la figura 05. Para el punto central deben ser necesarios dos conjuntos de mediciones (cada conjunto de mediciones con sus respectivas separaciones de jabalinas de 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m). Áreas mayores pueden ser divididas en áreas de 10.000 m<sup>2</sup> cada una y hacer mediciones en 5 puntos como en la figura 05. También en el caso de geometría diferente, siempre existirá la posibilidad de circunscribir un rectángulo y proceder como en el caso anterior.

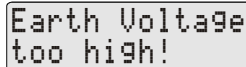


## 10. Indicaciones de anomalías en el Display

En el caso de que el equipo identifique alguna anomalía externa impidiendo o comprometiendo la medición, el display exhibirá un mensaje para que el operador pueda corregir el problema.

### 10.1. Alto valor de tensión espuria

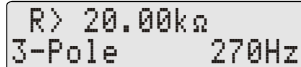
Si el valor de la tensión espuria supera 7 V, la inteligencia del circuito no permite continuar con la medición y el display mostrará lo siguiente:



```
Earth Voltage  
too high!
```

### 10.2. Valor de R PAT muy alto

Si la medición de R PAT es superior a 20 k $\Omega$  el display indica:



```
R > 20.00k $\Omega$   
3-Pole 270Hz
```

Significa que el valor superó el máximo valor de lectura del equipo.

### 10.3. Alto Valor de resistencia de las estacas auxiliares

Si por cualquier razón la corriente es inferior que el valor requerido para la obtención de resultados confiables, o si no hubiera corriente circulando entre H(Ec) y E(Exc), la inteligencia del circuito no permite continuar con la medición y el display mostrará lo siguiente:



```
Check H-pole
```

Si el valor de la resistencia de la jabalina S es muy alto el display indicará:

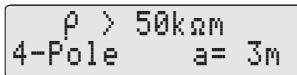


```
Check S-pole
```

Si no se encuentra ninguna anomalía en el conexionado o en los cables, debe evaluarse la posibilidad de que la resistividad del terreno sea anormalmente elevada provocando una resistencia de difusión de las jabalinas auxiliares excesivamente alta. Esa resistencia puede mejorarse regando las jabalinas auxiliares con abundante agua, o colocando varias interconectadas. También se debe revisar el estado de la batería.

#### 10.4. Valor muy alto de Resistividad

Cuando el valor de la resistividad sea excepcionalmente alto (superior a 50 k $\Omega$ m) el display exhibirá el siguiente letrero:



```
rho > 50kOhm
4-Pole a= 3m
```

## 11. Transfiriendo datos para la computadora

### 11.1. Puerta de comunicación RS-232

En la puerta de comunicación RS-232 del telurímetro se puede conectar una impresora con conexión serial, una computadora con software de comunicación, etc.

Velocidad de transferencia: 4800 bps

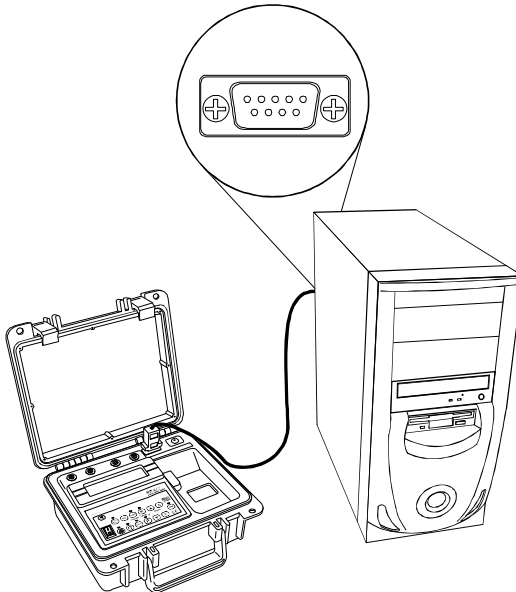
Bits de datos: 8

Paridad: ninguna

Bits de parada: 1

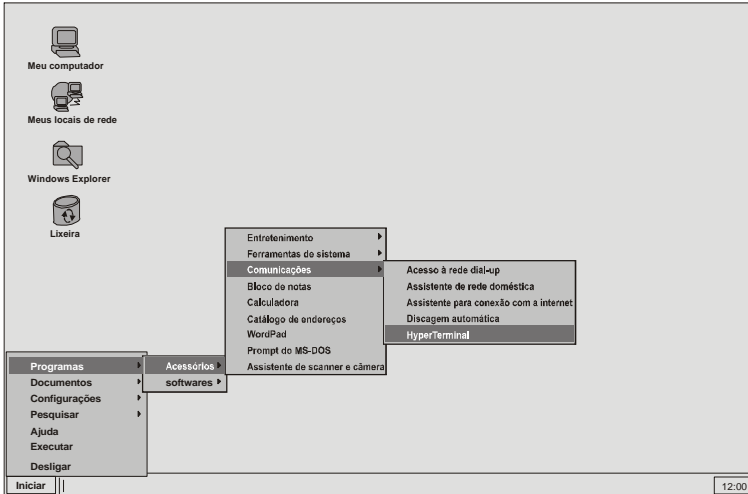
Control del flujo: ningún

Para transferir datos del **EM-4055** a una computadora tipo PC, utilice el cable que se provee junto con los accesorios. Conecte el mismo en la puerta de comunicación RS-232, y el otro extremo al conector RS-232 de su PC.

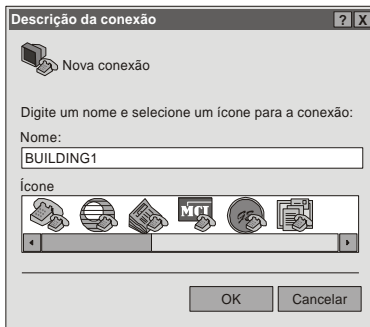


## 11.2. Dentro de su PC

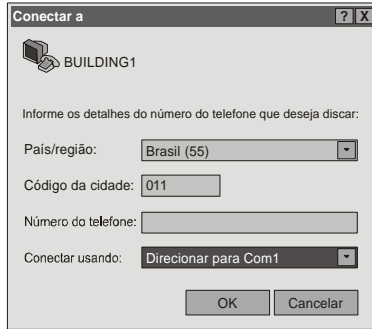
Entre en el menú: *Iniciar > Programas > Accesorios > Comunicaciones > Hiper Terminal*



Para crear una nueva conexión escriba un nombre y seleccione un icono. En el ejemplo el nombre elegido fue "Building1". Clique en OK

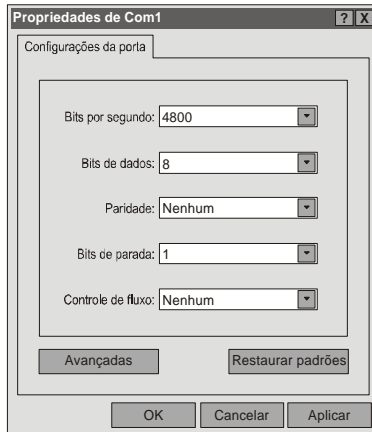


Verifique la existencia de una puerta de comunicación accesible por ejemplo Com 1 o Com 2. Indique en la ventana siguiente y dé un OK. En este ejemplo la Com 1.



The 'Conectar a' dialog box is titled 'Conectar a' and contains a 'BUILDING1' icon. It prompts the user to provide details for a phone number. The fields are: 'País/região' set to 'Brasil (55)', 'Código da cidade' set to '011', 'Número do telefone' (empty), and 'Conectar usando' set to 'Direcionar para Com1'. There are 'OK' and 'Cancelar' buttons at the bottom.

En la ventana siguiente llene los datos: 4800, 8, ningún, 1, ningún



The 'Propriedades de Com1' dialog box shows the 'Configurações da porta' tab. It contains five dropdown menus: 'Bits por segundo' (4800), 'Bits de dados' (8), 'Paridade' (Nenhum), 'Bits de parada' (1), and 'Controle de fluxo' (Nenhum). There are 'Avançadas' and 'Restaurar padrões' buttons above the 'OK', 'Cancelar', and 'Aplicar' buttons at the bottom.

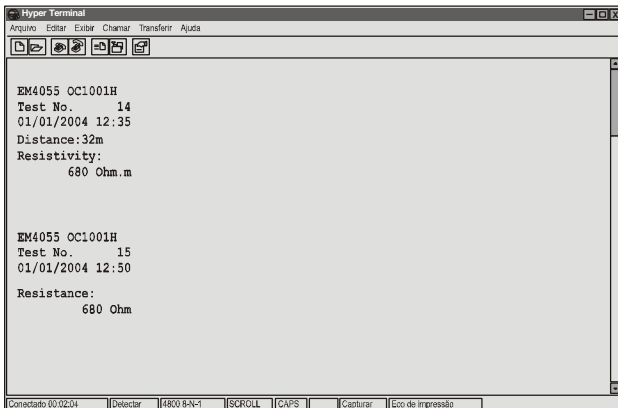


En este momento la PC está lista correctamente configurada para recibir las informaciones colectadas en las mediciones. Oprimiendo la tecla **MEM**, el **EM-4055** enviará los datos almacenados en la memoria para la computadora y el display mostrará el siguiente mensaje:

```
Sending Data  
Wait...
```

Los datos de la memoria estarán disponibles para visualización y almacenamiento en la computadora.

Las informaciones transmitidas tendrán el formato siguiente:



```
HyperTerminal
Archivo  Editar  Exibir  Channel  Transferir  Ayuda

EM4055 OC1001H
Test No.      14
01/01/2004 12:35
Distance:32m
Resistivity:
      680 Ohm.m

EM4055 OC1001H
Test No.      15
01/01/2004 12:50
Resistance:
      680 Ohm


Conectado 00:00:04 | Detectar | 4800 8-N-1 | SCROLL | CAPS | Cambiar | Eco de impresión
```

## 12. Impresora

### 12.1. Ejemplo de impresión

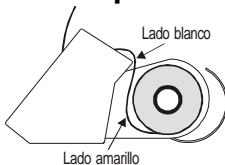
```
EM4055 OC1001H
Test No.      14
01/01/2004 12:35
Distance:32m
Resistivity:
              680 Ohm.m
```



### 12.2. Alimentación del papel

La llave , una tecla azul localizada en la parte superior izquierda del cuerpo de la impresora, es el Control de Alimentación del Papel. Oprima esta tecla 3 veces después del término del ensayo y antes de cortar el papel, con la finalidad de visualizar las últimas líneas.

**ATENCIÓN:** No tire del papel, siempre use la tecla de Alimentación de Papel. Nunca intente introducir el papel de vuelta para la impresora. En cualquier de estos casos la impresora puede dañarse fácilmente.

### 12.3. Papel



Esta impresora utiliza papel térmico, 37mm de ancho, en una bobina de hasta 33mm de diámetro. La figura abajo muestra como colocar el papel. Oprima la tecla  hasta el papel aparecer. Para retirar la bobina de papel antigua, corte el papel cerca de la bobina y oprima la tecla . Las operaciones de retirada de la bobina usada deben ser efectuadas de esta manera por que el movimiento del papel es unidireccional, o sea, el papel se mueve solamente en una dirección

## 13. Especificaciones técnicas

<b>Aplicación</b>	: Medición de resistencias de puesta a tierra (con 3 bornes), resistividad específica del suelo (con 4 bornes) y tensiones presentes en el terreno. De acuerdo con la norma IEC 61557-5.
<b>Método de medición de resistencia de puesta a tierra</b>	: El telurímetro inyecta en el terreno una corriente generada electrónicamente, y mide con alta precisión tanto al corriente como la tensión que aparece en el terreno por circulación de esa corriente a través de la resistencia de difusión de la puesta a tierra. La lectura de R es directa, en el display.
<b>Método de medición de la resistividad específica del terreno</b>	: Como resistímetro inyecta corriente por las jabalinas exteriores, recibe la tensión por las jabalinas interiores y mide los dos valores. Los valores de distancia entre jabalinas pueden introducirse con las teclas apropiadas al equipo. La lectura de la resistividad es directa en el display. El telurímetro utiliza la fórmula completa de Wenner para el cálculo.
<b>Frecuencias de operación</b>	: 270 Hz $\pm$ 1 Hz o 1470 Hz $\pm$ 1 Hz El operador selecciona la frecuencia de ensayo oprimiendo una tecla.
<b>Voltímetro</b>	: En la función voltímetro el equipo opera como un voltímetro convencional de corriente alternada, haciendo posible la medición de tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas.
<b>Rangos de medición</b>	: Resistencia: 0-20 $\Omega$ ; 0-200 $\Omega$ ; 0-2000 $\Omega$ y 0-20 k $\Omega$ (auto-rango) Resistividad: 0-50 k $\Omega$ m (auto-rango) El equipo encuentra automáticamente el mejor rango para la medición seleccionada. Tensión : 0-60 V~
<b>Exactitud</b>	: Medición de resistencia y resistividad: $\pm$ (2 % del valor medido $\pm$ 2 dígitos) Medición de tensión: $\pm$ (3 % del valor medido $\pm$ 2 dígitos)
<b>Resolución de lectura</b>	: 0,01 $\Omega$ en la medición de resistencia. 0,01 $\Omega$ m en la medición de resistividad. 0,1 V~ en la medición de tensión.
<b>Corriente de salida</b>	: La corriente de cortocircuito está limitada a 3,5 mA. (IEC 61557-5 punto 4.5)

<b>Inmunidad respecto a la interferencia de tensiones espurias</b>	: En la medición de R admite la presencia de tensiones espurias provocadas por corrientes parásitas con error inferior a 10 % para tensiones inferiores a: 7 V~ para $0 < R < 20 \text{ k}\Omega$
<b>Resistencias de tierra de las jabalinas auxiliares</b>	: En la medición de R admite $R_{aux}=100R$ hasta $R_{aux} < 50 \text{ k}\Omega$ con error $< 30 \%$
<b>Verificación del estado de la batería</b>	: Permite comprobar el estado de carga de la batería.
<b>Funciones avanzadas</b>	: Detecta automáticamente anomalías que impiden efectuar la medición con errores tolerables (alto ruido de interferencia, resistencias de electrodos auxiliares muy altas, etc.).
<b>Cálculo de resistividad del terreno</b>	: Durante la medición de Resistividad, permite que el operador pueda introducir la distancia entre las jabalinas auxiliares al EM-4055 para mostrar en el display directamente el valor de $\rho$ expresado en $[\Omega\text{m}]$ .
<b>Salida serial de datos</b>	: RS-232 @ 4800 bps. Apta para coleccionar datos en una impresora serial, una computadora o un colector de datos.
<b>Impresora incorporada</b>	: Permite imprimir los resultados para ser registrados como documento.
<b>Alimentación</b>	: A través de batería recargable interna, sellada de 12 V - 2,3 Ah.
<b>Cargador de batería</b>	: 100-240 V~ 50 Hz
<b>Seguridad</b>	: Cumple los requerimientos de la norma IEC 61010-1/1990, IEC 61010 1/1992 anexo 2
<b>Compatibilidad electromagnética (E.M.C)</b>	: De acuerdo con IEC 61326-1
<b>Inmunidad electrostática</b>	: De acuerdo con IEC 1000-4-2
<b>Inmunidad contra radiación electromagnética</b>	: De acuerdo con IEC 61000-4-3
<b>Clase de protección ambiental</b>	: IP54 con gabinete cerrado
<b>Altitud máxima</b>	: 3.000 m
<b>Temperatura de operación</b>	: -10°C a 50°C

- Temperatura de almacenamiento** : -25°C a 65°C
- Humedad relativa ambiente** : 95% RH (sin condensación)
- Peso** : Aprox. 3,0 kg (sin accesorios)
- Dimensiones** : 274 X 250 X 124 mm
- Accesorios incluidos** :
- 4 jabalinas de acero cobreado.
  - Cable de alimentación del cargador interno de batería.
  - Cable RS-232
  - Carrete con cable de 40 m (rojo).
  - Carrete con cable de 20 m (azul).
  - Carrete con cable de 20 m (verde).
  - Cable corto de 5 m (negro).
  - Cable corto de 5 m (verde) para conexión al electrodo incógnita.
  - Este manual de uso.
- 

Marcado 

Se reserva el derecho de realizar modificaciones sin previo aviso

## 14. Certificado de Garantía

---

**MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA. (“MEGABRAS”)**, asegura al propietario / usuario del equipo **EM-4055**, garantía contra cualquier defecto de material o de fabricación que puede presentar en el plazo de **dos años**, contados a partir de la fecha de adquisición por el primer consumidor, adquisición realizada ante un revendedor autorizado o directamente con **MEGABRAS**, excepto la batería recargable que tiene **seis meses** de garantía.

**MEGABRAS** restringe su responsabilidad a la sustitución de piezas defectuosas, desde que, a criterio de su departamento técnico, se constate falla en condiciones normales de uso. La mano de obra y la sustitución de piezas con defectos de fabricación, en uso normal del equipo, serán gratuitas dentro del período de garantía.

**MEGABRAS** declara nula y sin efecto la garantía, si este equipo sufre cualquier desperfecto o daño, provocado por accidentes, agentes de la naturaleza, uso en desacuerdo con el manual de instrucciones, o por haber sido conectado a la línea eléctrica de tensión inadecuada o sujeto a perturbaciones excesivas, o aún en el caso de presentar vestigios de violación del lacre, o por haber sido arreglado, ajustado o calibrado por personas no autorizadas por **MEGABRAS**. También será considerada nula la garantía si este certificado o la Factura Comercial de compra presentara rasuras o modificaciones.

**MEGABRAS** se obliga a ejecutar los servicios encima descritos tanto los gratuitos como los remunerados (después de vencida la garantía), solamente en su fábrica de la ciudad de São Paulo - Brasil. Los propietarios / consumidores de cualquier ciudad o país, serán por lo tanto, los únicos responsables por los gastos y riesgos de transporte del equipo a la fábrica (ida y vuelta). En caso de equipos de exportación, nuestros representantes indicarán en su propio certificado de garantía el plazo y las condiciones vigentes, de acuerdo con sus propias reglas.



