

|      |                          |            |         |        |        |
|------|--------------------------|------------|---------|--------|--------|
| 3    | CAMBIO DE RAZÓN SOCIAL   | 01/09/2022 | NS      | JCP    | NET    |
| 2    | NUMERACIÓN INTERNA IEASA | 17/03/2021 | BB      | JCP    | AA     |
| 1    | REVISIÓN                 | 24/08/2020 | FZ      | JCP    | JCP    |
| 0    | REVISIÓN                 | 20/06/2018 | FZ      | PR     | JCZ    |
| REV. | DESCRIPCION              | FECHA      | ELABORO | REVISO | APROBO |

LISTA DE REVISIONES

## UNIDAD DE EJECUCIÓN DE GASODUCTOS

ENARSA SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICION DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACION ESCRITA.



### ESPECIFICACIÓN

**TITULO: "Método de medición del gradiente de voltaje de corriente continua (DCVG)"**

3

ESPECIALIDAD: PROTECCION CATODICA | NUMERO INTERNO ENARSA: **GEG-AX-042**

NUMERO DE ELABORADO ENARSA:

**ENARSA-00-K-ET-0004**

Archivo ENARSA-00-K-ET-0004\_3.doc

ESCALA  
S/E

HOJA N°  
1 de 14

REVISION

3

|                                                                                   |                                                                             |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>2 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

## INDICE

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| .....                                                             | 1  |
| 1. GENERAL .....                                                  | 3  |
| 2. ALCANCE .....                                                  | 3  |
| 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....                                  | 3  |
| 4. REQUERIMIENTOS DEL EQUIPAMIENTO.....                           | 3  |
| 1.1. Interruptores sincronizables: .....                          | 3  |
| 1.2. Galvanómetro o Milivoltímetro DCVG:.....                     | 4  |
| 1.3. Electrodo de Referencia: .....                               | 4  |
| 1.4. GPS: .....                                                   | 4  |
| 1.5. Detector de cañerías enterradas: .....                       | 5  |
| 1.6. Accesorios: .....                                            | 5  |
| 5. METODOLOGIA.....                                               | 5  |
| 2.1. Verificaciones previas: .....                                | 5  |
| 2.2. Recorrida previa:.....                                       | 6  |
| 2.3. Detección de la cañería:.....                                | 7  |
| 2.4. Medición de la distancia: .....                              | 7  |
| 2.5. Detección de Fallas de Cobertura: .....                      | 7  |
| 2.6. Inspección de Aislaciones: .....                             | 11 |
| 2.7. Categorización de las Indicaciones: .....                    | 11 |
| 6. INFORMES. ....                                                 | 12 |
| 3.1. El informe final deberá tener la siguiente estructura: ..... | 12 |
| 3.2. Entregables: .....                                           | 13 |

|                                                                                   |                                                                             |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>3 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

## 1. GENERAL

Esta especificación indica los requerimientos y la metodología que se debe cumplir para la aplicación del método de medición del gradiente de voltaje de corriente continua (Direct Current Voltage Gradient DCVG) para la evaluación de la condición del revestimiento aislante de cañerías enterradas.

El método se utiliza en cañerías de las cuales se requiere evaluar la condición del revestimiento aislante, localizar áreas de descarga o ingreso de corrientes de interferencia, evaluar el estado de las aislaciones con estructuras próximas, localizar fallas del revestimiento y su estado con corriente de protección catódica aplicada y en ausencia de ella.

## 2. ALCANCE

Esta especificación es de aplicación para todos los Gasoductos pertenecientes a ENARSA.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Será de aplicación la documentación que a continuación se enuncia:

- NACE TM0109-2009 "Aboveground Survey Techniques for the Evaluation of Underground Pipeline Coating Condition".
- NACE SP0207-2007 "Performing Close-Interval Potential Surveys and DC Surface Potential Gradient Surveys on Buried or Submerged Metallic Pipelines".
- NACE SP0169-2007 "Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems".
- NACE SP0502-2008 "Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology".
- NACE TM0497-2002 "Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems".

## 4. REQUERIMIENTOS DEL EQUIPAMIENTO

### 1.1. Interruptores sincronizables:

- 1.1.1. Reloj interno con actualización periódica por medio de señales provenientes del sistema de posicionamiento global GPS y capaz de mantener un sincronismo con un error máximo de +/-10 mseg en un período mínimo de 10 horas por día.
- 1.1.2. Función Timer para programar horario de inicio y final de los períodos diarios de relevamiento.
- 1.1.3. Llave de interrupción de estado sólido con una capacidad de manejar corrientes de hasta 100 Amperes de CC a 45 Volts.

|                                                                                   |                                                                          |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>4 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                           | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

- 1.1.4. Ciclos de Interrupción 800 mseg ON – 200 mseg OFF para CIS, 300 mseg ON – 700 mseg OFF para DCVG y la alternativa de utilizar un ciclo programado por el usuario.

## **1.2. Galvanómetro o Milivoltímetro DCVG:**

- 1.2.1. Equipo de lectura analógica o digital para medición de gradientes de voltaje con sensibilidad mínima de 1 mV en la escala de 0 – 10 mV.
- 1.2.2. El medidor analógico tendrá el punto central de la escala como posición normal de reposo y poseerá un selector de rango de escala calibrado en intervalos de 0-10, 0- 25, 0-50, 0-100, 0-250, 0-1000, 0-2500, y 0-4000 mV de deflexión completa de la escala.
- 1.2.3. El equipo debe tener una muy alta impedancia a los voltajes inducidos por corriente alterna CA para minimizar la influencia de ésta en las medición del pulso DCVG.
- 1.2.4. La impedancia de entrada de 10 MΩ en el circuito de medición de voltaje de CC para minimizar los errores en el circuito de medición.
- 1.2.5. Certificados de calibración del instrumento emitidos por organismos de acreditación reconocidos, según los procedimientos del fabricante y/o usuario sujetos a la aprobación del responsable del proyecto de ENARSA o la inspección de obra.

## **1.3. Electrodos de Referencia:**

- 1.3.1. Se utilizarán electrodos de referencia de cobre-sulfato de cobre dispuestos en el extremo de bastones, proporción aproximada: cinco (5) gr. de SO<sub>4</sub>Cu de calidad analítica por cada 10 ml de agua destilada.
- 1.3.2. Exceptuando el caso que se utilicen los mismos bastones provistos de electrodos de referencia para llevar a cabo simultáneamente un relevamiento CIS o la medición de potenciales caño/suelo, no es necesario un control estricto del estado de saturación de la solución ni de la contaminación del electrolito en el electrodo de referencia.
- 1.3.3. Por lo menos un electrodo de referencia deberá estar conectado en serie con un circuito compuesto por una batería interna, un selector de rango de voltaje y potenciómetro integrado en la manopla del bastón, con el propósito de desplazar las mediciones dentro de la escala del instrumento DCVG para cada rango de medición de 0 a 4000 mV.

## **1.4. GPS:**

- 1.4.1. El equipo deberá emplear técnicas de corrección diferencial en tiempo real DGPS utilizando la señal de una estación fija o la señal proveniente de un satélite de un proveedor reconocido del servicio DGPS (por ej. Omnistar).

|                                                                                   |                                                                             |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>5 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

1.4.2. La precisión requerida en el posicionamiento deberá tener un error inferior a un metro (submétrica).

1.4.3. El datalogger del GPS deberá poseer una memoria de estado sólido capaz de almacenar las coordenadas geográficas GPS de los puntos singulares, mojones, cruces, arroyos, canales, alambradas, fallas de cobertura, etc. junto a un descriptor de texto y la capacidad de transferir los datos colectados a una PC a través de un puerto USB o Serie.

#### **1.5. Detector de cañerías enterradas:**

1.5.1. Transmisor de radio multifrecuencia con una potencia mínima de 3 watts, modo de trabajo en conducción y en inducción.

1.5.2. Receptor de radio multifrecuencia con capacidad de medición de profundidad de la cañería, selección de modo de operación pico o nulo.

#### **1.6. Accesorios:**

1.6.1. Las cintas de medición de longitud de fibra o tela y las ruedas odométricas no podrán ser utilizadas, se permitirá el uso de cintas de medición metálicas de longitud de 50 m o 100 m.

1.6.2. Se podrán utilizar GPS para la medición de distancias únicamente si se emplean técnicas de corrección diferencial en tiempo real DGPS, utilizando la señal de una estación fija o la señal proveniente de un servicio de señal de corrección satelital, permitiendo la localización con precisión sub-métrica (error menor a un metro).

**IMPORTANTE:** Los equipos e instrumentos deben estar en perfectas condiciones de operación, con los certificados de calibración vigentes emitidos por un ente reconocido y deberán ser inspeccionados y aprobados para su uso por el responsable de la inspección o responsable del proyecto de ENARSA.

## **5. METODOLOGIA.**

### **2.1. Verificaciones previas:**

2.1.1. Se deberá comprobar el alcance de las UPCCIs que tengan influencia en el tramo a relevar, la comprobación del alcance de cada UPCCI deberá ser documentada por medio de gráficas de señal (diferencia de potencial ON-OFF) medida en puntos representativos del tramo a relevar. Se considerará un pulso de 20 mV como límite para considerar la influencia como significativa.

2.1.2. Se deberá registrar los datos de salida y ajuste de las UPCCIs a intervenir, y deberán ser comparados con los datos históricos de funcionamiento de cada UPCCI antes de empezar el relevamiento, se deberá obtener una señal mínima de 100 mV y máxima de 2500 mV en las CMP dentro del tramo a relevar.

|                                                                                   |                                                                             |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>6 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

- 2.1.3. Se intercalará un interruptor sincronizable en serie con el cable negativo que conecta de la fuente de corriente continua con la tubería, respetando la polaridad del interruptor según indique el manual de fabricante.
- 2.1.4. Se comprobará el funcionamiento correcto del interruptor y la fuente de corriente continua, controlando la ausencia de corrientes de fuga en las puestas a tierra o el chasis de la cañería por problemas de aislamiento.
- 2.1.5. Si debido a la resistencia interna de la llave de conmutación del timer sincronizable no se logran los valores originales de salida del equipo, se deberá compensar esta reducción aumentando el voltaje de salida del equipo.
- 2.1.6. Si se presenta una diferencia significativa en los parámetros de salida de cada UPCCI para obtener una señal mínima de 100 mV en las CMP del tramo a relevar, se deberá informar al responsable de proyecto de ENARSA para que defina bajo que condición se llevará a cabo el relevamiento.
- 2.1.7. Prever la necesidad de equipos rectificadores de ajuste manual y adicionalmente equipos de generación de energía de tipo motogenerador para suplantar los equipos existentes en el caso que no admitan la interrupción cíclica de energía, por ej. turbinas ORMAT, UPCCIs provistas de ajuste automático o semiautomático por valores de corriente de salida o potencial de la cañería. Si el mismo se encuentra fuera de servicio por avería, esta situación deberá ser registrada e informada al responsable de proyecto de ENARSA.
- 2.1.8. El caso de llevar a cabo relevamientos en secciones donde no se alcance los 100 mV de señal o tengan sistemas de protección por ánodos de sacrificio, se pueden utilizar UPCCIs en una instalación provisoria utilizando como dispensor temporario chatarra o alguna estructura enterrada que se encuentre debidamente abandonada, previa comprobación de que no se está afectando propiedad (cañerías, camisas de pozos, soportes, etc.) de ENARSA o de terceros.
- 2.1.9. Se obtendrá la mayor cantidad de información posible de la zona a relevar, planos de la traza de la cañería, ubicación de todas las instalaciones y accesos, mojones, válvulas, cruces especiales, UPCCIs, líneas de transmisión de energía eléctrica aéreas y enterradas, su ubicación, etc. la existencia de antecedentes de corrientes vagabundas o de interferencia con otros sistemas de protección catódica o de transmisión de energía eléctrica.

## **2.2. Recorrida previa:**

- 2.2.1. A menos que se cuente con información reciente, será necesario una recorrida previa de la zona, para interiorizarse de las actuales condiciones de transitabilidad del suelo, zonas anegadas, zonas con cultivos otros impedimentos, estos datos ayudaran a una adecuada y eficiente planificación en el desarrollo posterior de las tareas.

|                                                                                   |                                                                             |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>7 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

### **2.3. Detección de la cañería:**

- 2.3.1. La traza de la cañería debe ser ubicada utilizando el detector de cañerías y señalizada por medio de banderas o estacas temporarias cada 50 mts en tramos rectos, cuando existan cambios de dirección horizontales se deberá señalizar con más detalle la traza a lo largo del cambio de dirección.
- 2.3.2. Se utilizarán banderas o señales de modo de tener una referencia fácilmente divisible desde al menos 100 mts de distancia.

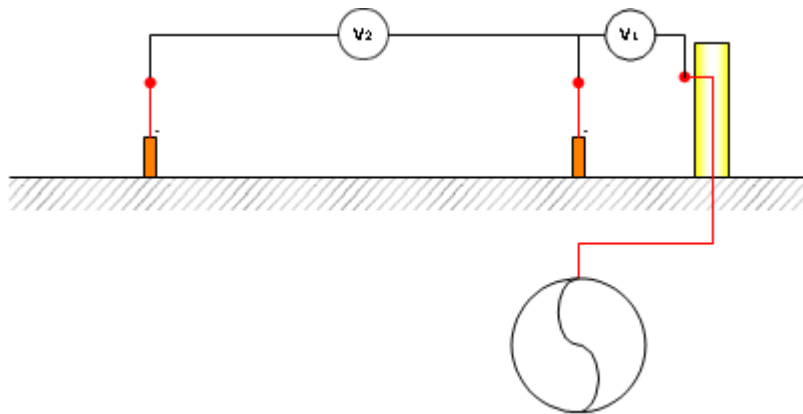
### **2.4. Medición de la distancia:**

- 2.4.1. La medición de la distancia deberá ser realizada con cinta métrica metálica, prestando especial atención a la medición en los tramos donde existan cambios de dirección horizontales y/o verticales.
- 2.4.2. Alternativamente se podrán utilizar GPS para la medición de distancias únicamente si se emplean técnicas de corrección diferencial en tiempo real DGPS, utilizando la señal de una estación fija o la señal proveniente de un servicio de señal de corrección satelital, permitiendo la localización con precisión sub-métrica (error menor a un metro), y si se utilizan puntos de control adicionales dispuestos en los cambios de dirección verticales y horizontales.

### **2.5. Detección de Fallas de Cobertura:**

- 2.5.1. Generalidades:
- 2.5.1.1. Al inicio y al final de cada tramo de aprox. 1 km y adicionalmente en cualquier punto intermedio donde se tenga acceso a un punto de medición conectado a la cañería, se medirá y registrará la distancia, las coordenadas GPS y la amplitud de la señal DCVG, entre la conexión directa a la tubería y el terreno cercano al punto de medida por encima de la cañería V1, y la amplitud de la señal DCVG desde el terreno cercano del punto de medida por encima de la cañería y tierra remota V2, en dirección perpendicular a la cañería.
- 2.5.1.2. Se considerará haber alcanzado la tierra remota a una distancia tal que el desplazamiento de los electrodos en la misma dirección normal a la cañería con una separación de 1,5 m a 2 m aproximadamente, no produzca una variación de potencial mayor a 1 mV.
- 2.5.1.3. Se obtiene la amplitud de la señal DCVG a tierra remota S1 sumando ambos valores relevados de acuerdo al siguiente esquema:

|                                                                                   |                                                                          |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>8 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                           | Revisión<br>3                         | de<br>14  |



Señal en la CMP N°1  $S_1 = V_1 + V_2$

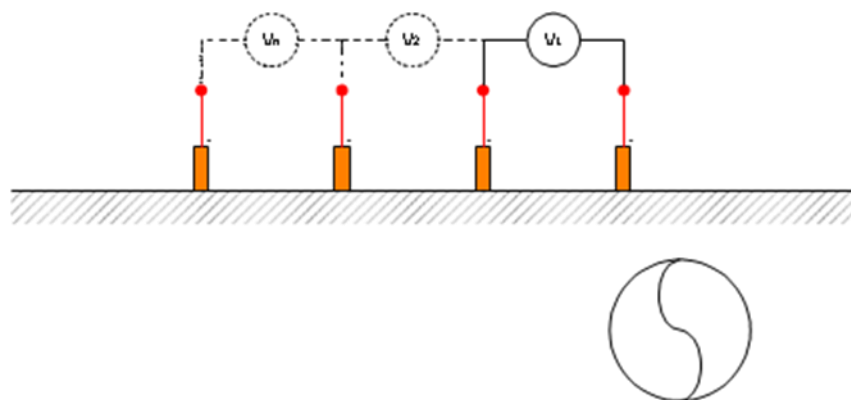
Señal en la CMP N°2  $S_2 = V_1 + V_2$

- 2.5.1.4. Se humectará inmediatamente por delante del recorridor que va realizando las mediciones de gradiente, en puntos separados y en cantidad suficiente, de forma tal que los bastones con los electrodos de referencia apoyen siempre, sobre una superficie del suelo húmeda o mojada. La operación de humectación no será necesaria cuando el terreno de por sí reúna dichas condiciones.
- 2.5.1.5. El operador avanzará sobre la línea del trazado de la cañería, desde el primer punto de medición donde se midió la señal de DCVG, haciendo contacto sobre el terreno los dos bastones con electrodos a intervalos de aproximadamente 2 m y en forma paralela a la traza, y registrándose las distancias referidas a progresivas, tomando como 0, la referencia de comienzo de inspección del tramo.
- 2.5.1.6. Cuando el operador se encuentre en proximidad de una falla de cobertura deberá empezar a notar la deflexión de la aguja del galvanómetro. El sentido del pulso deberá ser tomado en consideración ya que este indica la dirección hacia el bastón que se encuentra más próximo al defecto.
- 2.5.1.7. Para ubicar una falla de cobertura, en primer término, se deberá notar la inversión en el sentido del pulso, lo que indica que el operador ha superado la ubicación del defecto.
- 2.5.1.8. La ubicación del epicentro de la falla de cobertura quedará determinada en el punto medio de la distancia entre bastones, donde se alcanzó la deflexión nula del indicador analógico del instrumento, tanto en dirección paralela al eje de la cañería y en dirección perpendicular a ella.
- 2.5.1.9. La ubicación del epicentro de la falla deberá ser comprobada utilizando un bastón colocado justo sobre el epicentro, desplazando el bastón restante en cuatro cuadrantes separados 90° entre sí, en forma paralela y

|                                                                                   |                                                                          |                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>9 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                           | Revisión<br>3                         | de<br>14  |

perpendicular al eje de la cañería, a una distancia de 2 m el sentido del pulso siempre deberá indicar hacia el bastón apoyado en el epicentro.

- 2.5.1.10. Si esta comprobación no es concluyente se debe reducir o ampliar la separación entre bastones para determinar si existen dos fallas de tipo puntual cercanas entre sí o una falla de tipo continuo de lo cual se tomará registro.
- 2.5.1.11. Si existe un desplazamiento del eje de la cañería que hace suponer que se está en presencia de un ánodo o batería de ánodos conectados a ella, se registrará la distancia y ubicación de la falla con respecto al eje de la cañería en el campo de comentarios.
- 2.5.1.12. Se colocará una señal, bandera o estaca temporaria en el epicentro de la falla, adicionalmente se deberá registrar la distancia a la referencia aguas arriba X1 o aguas abajo X2 según sea el sentido de relevamiento y las coordenadas GPS de esta ubicación con precisión submétrica.
- 2.5.1.13. Para el caso que se lleve a cabo un relevamiento CIPS, las señales deberán permanecer en su lugar hasta que se complete el relevamiento de CIPS de modo de registrar en los comentarios del relevamiento la posición de las fallas y obtener una mejor correlación de los datos.
- 2.5.1.14. Se medirá y registrará la variación de la magnitud del pulso o amplitud, en forma perpendicular a la cañería, desde el epicentro de la falla a tierra remota, adicionando las lecturas parciales realizadas hasta alcanzar la tierra remota, según el siguiente esquema:



$$OL/RE = V1 + V2 + \dots + Vn$$

OL/RE: Amplitud del epicentro a tierra remota [mV]

|                                                                                   |                                                                          |                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>10 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                           | Revisión<br>3                         | de<br>14   |

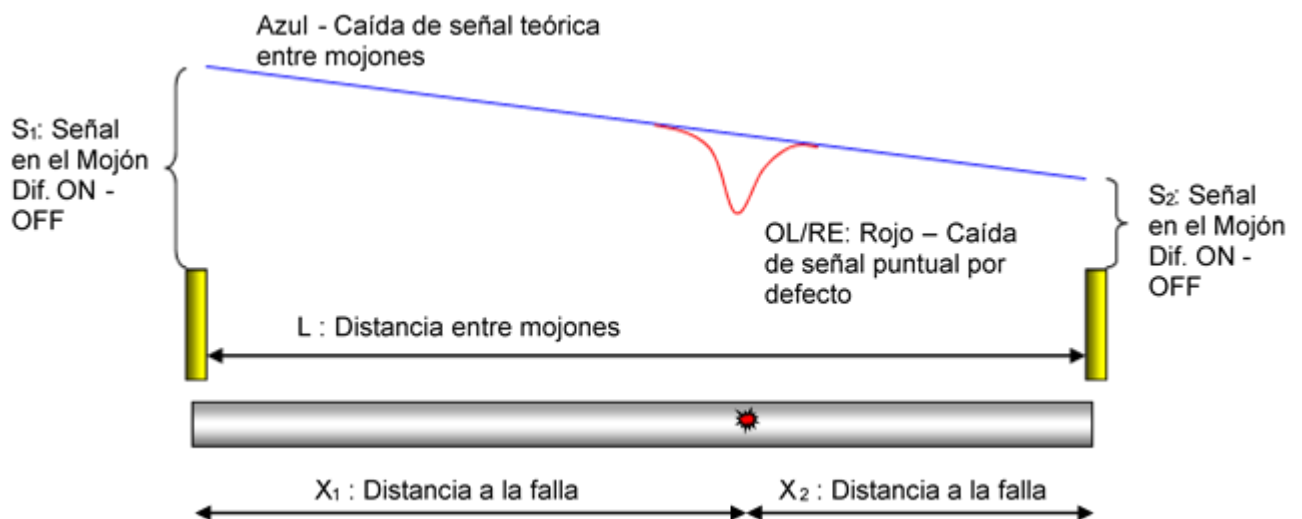
## 2.5.2. Cálculo de Severidad IxR:

- 2.5.2.1. Con el valor la amplitud de señal en los puntos de medición aguas arriba S1 y aguas abajo de la falla S2, y el valor de la distancia de la falla X1 ó X2 según corresponda la dirección del relevamiento, se procede al cálculo del valor de amplitud de la señal en la ubicación de la falla de cobertura

$$PR/E = S_1 + X_1 \frac{(S_1 - S_2)}{(X_1 + X_2)}$$

$$PR/E = S_2 + X_2 \frac{(S_1 - S_2)}{(X_1 + X_2)}$$

P/RE : Amplitud de la señal en la ubicación de la falla [mV]



- 2.5.2.2. El valor de severidad de cada una de las fallas relevadas se llevará a cabo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad IxR [\%]} = \frac{OL/RE}{P/RE} \times 100$$

## 2.5.3. Estado ON – OFF:

- 2.5.3.1. Se evaluará y tomará registro del estado de cada falla de cobertura con protección catódica aplicada y en ausencia de ella, para ello se colocará los electrodos de referencia juntos en un punto alejado del epicentro de la falla.
- 2.5.3.2. Se llevará a cero la aguja del galvanómetro, en la posición de descanso en el centro de la escala.
- 2.5.3.3. Se desplazará el bastón conectado al galvanómetro en la mitad identificada en el cuadrante del instrumento como catódica, al epicentro de

|                                                                                   |                                                                          |                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>11 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                           | Revisión<br>3                         | de<br>14   |

la falla, dejando el bastón restante en la posición donde se llevó a cabo la puesta a cero de la aguja.

2.5.3.4. En esta condición se deberá caracterizar la falla según su estado ON – OFF, que estará definido por la ubicación de la aguja en los cuadrantes Catódico – Nulo – Anódico para la condición ON y OFF:

2.5.3.4.1. **Catódico – Catódico (CC):** la aguja se encuentra en el cuadrante catódico en ambos estados ON-OFF.

2.5.3.4.2. **Catódico – Nulo (CN):** la aguja se encuentra en el cuadrante catódico en el estado ON y en el centro de la escala en el estado OFF.

2.5.3.4.3. **Catódico – Anódico (CA):** la aguja se encuentra en el cuadrante catódico en el estado ON y en el cuadrante anódico en el estado OFF.

2.5.3.4.4. **Catódico – Anódico (AA):** la aguja se encuentra en el cuadrante anódico en ambos estados ON-OFF.

## 2.6. Inspección de Aislaciones:

2.6.1. Se deberá medir y registrar la amplitud de la señal DCVG en la cañería y en las estructuras cercanas, camisas de cruces de caminos, derivaciones, juntas monolíticas, utilizando el mismo procedimiento definido en los puntos 6.5.1.1. a 6.5.1.3.

2.6.2. La eficiencia de la aislación se deberá calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$Eficiencia [\%] = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100$$

$S_1$  : Amplitud de la señal en la cañería [mV]

$S_2$  : Amplitud de la señal en la estructura cercana (camisa - derivación) [mV]

## 2.7. Categorización de las Indicaciones:

2.7.1. Los defectos de cobertura deberán ser clasificados utilizando el criterio listado en la NACE SP502-2008:

| % IR Severidad del defecto | Clasificación General | Acción propuesta                    |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 0-15                       | Categoría 1           | Normalmente no se reparan           |
| 16 a 35                    | Categoría 2           | Reparación programada a largo plazo |

|                                                                                   |                                                                          |                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>12 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                           | Revisión<br>3                         | de<br>14   |

|          |             |                                               |
|----------|-------------|-----------------------------------------------|
| 36 a 60  | Categoría 3 | Reparación programada a corto y mediano plazo |
| 61 a 100 | Categoría 4 | Reparación Inmediata                          |

2.7.2. De acuerdo a los valores de potenciales ON-OFF relevados por el método CIS se categorizará la reparación en:

| Categoría | Clasificación General      | Criterios de Protección | Acción propuesta                         |
|-----------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| A         | Categoría 4<br>Categoría 3 | No Cumple               | Reparación a muy corto plazo             |
| B         | Categoría 3                | Cumple                  | Reparación a corto plazo                 |
| C         | Categoría 2                | Cumple                  | Reparación a mediano plazo               |
| C         | Categoría 1                | Cumple                  | Reparación a largo plazo o reinspección. |

## 6. INFORMES.

### 3.1. El informe final deberá tener la siguiente estructura:

- 3.1.1. Resumen ejecutivo, un detalle del alcance de las tareas del informe, los hallazgos del estudio, las conclusiones y las recomendaciones de reparación o mitigación si son aplicables.
- 3.1.2. Una representación gráfica de la severidad IxR vs distancia en tramos de 500 mts o 1000 mts, con los valores de severidad sobre el eje vertical y la distancia en el eje horizontal, disponiendo en el gráfico de las referencias sobre superficie, mojones, ubicación de fallas de cobertura DCVG, válvulas, cruces encamisados, arroyos, caminos públicos o privados, derivaciones, etc.
- 3.1.3. Un listado tabulado de fallas de cobertura con las referencias, distancia relativa a las referencias de cada falla, severidad de falla IxR clasificadas en columnas según su severidad punto 6.7.1, estado ON-OFF, coordenadas GPS, comentarios de texto, categorización de cada falla según el punto 6.7.2.
- 3.1.4. En el caso de haber realizado estudios de DCVG – CIS – RESISTIVIDAD se dispondrán los datos en forma de hoja de datos alineados (data sheet), donde bajo la misma base de distancia de 1000 mts, se dispongan los distintos gráficos de los estudios CIS – DCVG – RESISTIVIDAD.
- 3.1.5. Los gráficos de forma de onda de cada CMP donde se verificó el sincronismo de los ciclos de interrupción de las UPCCI's.

|                                                                                   |                                                                             |                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>13 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14   |

3.1.6. El detalle de las UPCCI's intervenidas para cada tramo de relevamiento, las comprobaciones realizadas del alcance de cada UPCCI y los parámetros de salida de los equipos durante los relevamientos.

3.1.7. En el caso de haber corroborado la existencia de una interferencia o de la existencia de corrientes vagabundas, la magnitud de la interferencia deberá ser documentada en el informe del relevamiento.

3.1.8. Un listado de los puntos singulares (vértices, cruces de cañerías, caminos públicos o privados, LAT, arroyos, canales, alambradas, etc), coordenadas GPS, su distancia respecto a las referencias sobre superficie, mojones, válvulas, etc. y valor de la tapada relevada con el detector de cañerías.

3.1.9. Un listado de reparaciones ordenado por progresivas y categorizado según el punto 6.7, indicando las longitudes de excavación de cada reparación, progresiva de inicio y final, prioridad de reparación.

### 3.2. Entregables:

3.2.1. Se deberán entregar dos copias impresas encarpetadas del informe final y dos CD con los archivos en formato electrónico de los documentos solicitados en el punto 8.1.

3.2.2. Se deberá entregar un listado en formato excel (\*.xls formato compatible con Office 1997-2007) de los listados de puntos singulares, referencias, distancias, coordenadas geográficas y altimetría GPS, valor de tapada relevada y comentarios.

3.2.3. Se deberá entregar un listado en formato excel (\*.xls formato compatible con Office 1997-2007) referencias, distancias, valores de severidad IxR en grupos de 0-15 / 16-35 / 36-60 / 61-100, estado ON- OFF, Tipo Continuo o Puntual, coordenadas geográficas y altimetría GPS, comentarios y categoría de falla, % eficiencia de aislación según punto 6.6.

3.2.4. El listado electrónico debe ser entregado con la siguiente estructura tabulada y formatos:

3.2.4.1. **Referencia:** formato de texto detallando ubicación, nomenclatura del mojón ó válvula, progresiva de la placa en el mojón.

3.2.4.2. **Distancia:** en metros desde la referencia, formato numérico de dos decimales.

3.2.4.3. **Severidad IxR:** formato de numérico de dos decimales para cada columna de rango 0-15 / 16-35 / 36-60 / 61-100.

3.2.4.4. **Estado ON-OFF:** formato de texto, para cada columna de valores ON y OFF.

|                                                                                   |                                                                             |                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|  | MÉTODO DE MEDICIÓN DEL GRADIENTE<br>DE VOLTAJE DE CORRIENTE CONTINUA (DCVG) | Identificación<br>ENARSA-00-K-ET-0004 | Pág.<br>14 |
|                                                                                   | ESPECIFICACIÓN                                                              | Revisión<br>3                         | de<br>14   |

- 3.2.4.5. **Tipo de Defecto:** formato de texto.
- 3.2.4.6. **Categoría de Falla:** formato de texto.
- 3.2.4.7. **Latitud:** datum WGS1984 en grados y fracciones de grado en base decimal, anteponiendo el signo negativo a las coordenadas del hemisferio oeste W, de hasta doce dígitos.
- 3.2.4.8. **Longitud:** datum WGS1984 en grados y fracciones de grado en base decimal, anteponiendo el signo negativo a las coordenadas del hemisferio sur S, de hasta doce dígitos.
- 3.2.4.9. **Altimetría:** número entero de hasta 5 dígitos.
- 3.2.4.10. **Comentarios:** formato de texto.