
	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

Datos generales del documento				
ELABORACIÓN	X	ACTUALIZACIÓN		ELIMINACIÓN
<b>Nombre del documento:</b>	Instructivo para el lavado de aisladores en líneas energizadas desde 13.8 kV hasta 69 kV			
<b>Código:</b>	IT-TEC-MNT-008			
<b>Versión:</b>	01			
<b>Proceso / Subproceso:</b>	Gestión Técnica/Mantenimiento			
<b>Observación:</b>				

	Nombre y Apellido	Cargo	Firma
<b>Elaborado por:</b>	Orly Guzmán	Profesional de Operación – UN GYE	
	Fausto Gusque Quinde	Profesional de Mantenimiento CORP	
	Ubaldo Saldarriaga	Profesional de Gestión de Procesos – UN GYE	
<b>Revisado por:</b>	George Benitez	Director de Mantenimiento CORP	
	Enrique Veloz	Director de Responsabilidad Social Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	
	David Ruales	Director de Gestión de Procesos	
<b>Aprobado por:</b>	Líder Intriago	Gerente Distribución	
<b>Fecha de aprobación:</b>		18 DIC 2017	



	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

## 1 Objetivo

Proporcionar a los responsables que ejecutan trabajos de mantenimiento preventivo de lavado de aisladores en líneas energizadas en las redes del SDE de CNEL EP, la metodología óptima para su ejecución técnica y segura.

## 2 Alcance

El presente instructivo es de aplicación obligatoria para el personal interno y contratistas que realicen el mantenimiento de lavado de aisladores en líneas energizadas desde 13.8kV hasta 69kV en las Unidades de Negocio de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP.

## 3 Definiciones

**AISLADOR FLAMEADO:** Aislador cuya superficie presenta variación en su tonalidad.

**AGUA DESMINERALIZADA:** Agua a la cual se le quitan los minerales y las sales. Se utiliza cuando se requiere agua con bajo contenido en sal o baja conductividad.

**COD:** Centro de Operaciones de Distribución.

**CONDUCTIVIDAD:** Medida de la capacidad de un material o sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él. La conductividad es la inversa de la resistividad; por tanto,  $\sigma = 1/\rho$ , y su unidad es el S/m (siemens por metro) o  $\Omega^{-1}\cdot m^{-1}$ .

**EPP:** Equipo de protección personal utilizado para realizar tareas a diferentes voltajes.

**FLASHOVER:** Descarga disruptiva que se produce entre dos conductores cuando se rompe la rigidez dieléctrica del aislador que los separa.

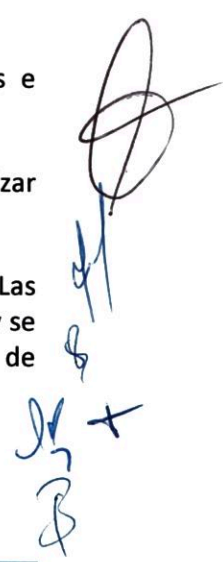
**HUMEDAD RELATIVA:** Capacidad que tiene el aire de absorber más humedad.

**MANÓMETRO:** Instrumento de medición de la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.

**MANTENIMIENTO:** Es el conjunto de actividades cuyo objetivo es conservar las obras e instalaciones en adecuado estado de funcionamiento.

**PITONERO:** Persona que dispara el agua a través de la pistola de lavado, para realizar directamente la limpieza de los aisladores.

**PRESIÓN:** Cantidad de fuerza ejercida por unidad de área:  $P = F$  (fuerza) /  $A$  (área). Las unidades de presión son newtons entre metro cuadrado, que también se llaman pascales, y se abrevian Pa. La libra-fuerza por pulgada cuadrada, más conocida como psi, es otra unidad de presión. La equivalencia entre ambas es la siguiente: 1 psi = 6894,76 pascales = 6,895 kPa.





	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

**RESISTIVIDAD:** Resistencia eléctrica específica de un determinado material. Se designa por la letra griega rho minúscula ( $\rho$ ) y se mide en ohm•metro ( $\Omega\cdot m$ ).

#### 4 Desarrollo


##### CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD:

- El lavado se debe realizar sin mojar las estructuras adyacentes, manteniendo la visibilidad de la totalidad de la estructura. Para ello es de gran importancia la ubicación del Pitonero, la cual deberá modificarse cuantas veces sean necesarias, incluso al lavar una misma estructura.
  - El lavado en lo posible se debe realizar a favor del viento, a fin de permitir una salida homogénea del chorro de agua. Para este fin reposicionarse las veces que sean necesarias.
  - No lavar aisladores con fallas como fisuras o flameos.
  - Ante la ocurrencia de un flashover, el Pitonero debe mantener el chorro activo hasta extinguir el flashover, sin cortar el chorro ni alejarse de la zona.
  - No se debe alterar el orden de los pasos estipulados y ante cualquier duda que se presente durante el trabajo, se deberá consultar a la persona responsable del mantenimiento.
  - El trabajador se deberá encontrar en perfecto estado físico y mental para la realización de sus actividades.
  - Se debe suspender toda maniobra si las condiciones ambientales en el lugar de trabajo resultan adversas.
  - Se debe suspender toda maniobra si se presentara cualquier caso de duda o anomalía, hasta que esta sea resuelta.
- 4.1 Previo a la ejecución del trabajo el Ingeniero de turno/Jefe de grupo debe realizar el reconocimiento de campo, con la finalidad de determinar el material, herramientas, equipo y personal a ser requerido durante la intervención, y realizar una planificación del trabajo considerando:
- Voltaje nominal de la línea.
  - Distancias mínimas admisibles de seguridad.
  - Características del entorno del lugar de trabajo.
- 4.2 El Ingeniero de turno elabora la "orden de trabajo" de acuerdo a la planificación de mantenimiento o estado de emergencia que se presente en la red de Distribución e informa al grupo de trabajo.

	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

- 4.3 El Jefe de grupo y todos quienes conforman el Grupo de trabajo revisa equipos y herramientas que se van a utilizar en la tarea antes de salir de planta.
- 4.4 El Grupo de trabajo se traslada al lugar de trabajo.
- 4.5 El Conductor posiciona adecuadamente el carro canasta y equipo de lavado.
- 4.6 El Grupo de trabajo procede a delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- 4.7 El Jefe de grupo verifica que las condiciones climáticas del lugar donde se va a realizar el mantenimiento sean adecuadas para la ejecución de la tarea. Se debe considerar lo siguiente:
- Velocidad del viento, que no debe ser mayor a 30 km/h.
  - La humedad relativa del aire, que no debe ser mayor al 80%. Una neblina pesada tiene humedad aproximada al 100%.
- 4.8 El personal que conforma el Grupo de trabajo verifica las herramientas, equipos e insumos que se van a utilizar en el sitio de trabajo:
- De acuerdo al diámetro de boquilla de la pistola, se debe considerar la distancia de seguridad de acuerdo al nivel de voltaje de la línea a intervenir. Ver Anexo 1: Distancias mínimas de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según el diámetro de los orificios de discos de las boquillas.
  - Verificar la resistividad del agua, cuyo valor normal debe ser 8000 ohm/cm. Ver Anexo 2: Parámetros y distancias de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según la resistividad y presión del agua.
  - Verificar la presión del agua con el manómetro, cuyo valor debe ser como mínimo 400 PSI. Ver Anexo 2: Parámetros y distancias de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según la resistividad y presión del agua.
  - Proceder a aterrizar el vehículo, el equipo de lavado y la pistola.
- 4.9 Realizar una charla de 5 minutos de parte del Jefe de grupo, en la que se explique los riesgos potenciales de la tarea y el entorno, las medidas de control, y se repase el procedimiento y objetivo de trabajo.
- 4.10 El Pitonero debe colocarse el EPP correspondiente al nivel de voltaje de la línea a intervenir. Este incluye:
- Casco con barbiquejo y protección facial completa.
  - Gafas de seguridad oscuras.



	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

- Botas de seguridad dieléctricas.
- Ropa ignífuga.
- Mangas y guantes dieléctricos.
- Arnés de seguridad.

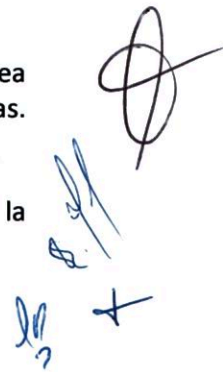
4.11 Antes de que el Pitonero suba a la canasta, el Jefe de grupo verifica en el personal el uso de los EPP de forma adecuada.

4.12 El Pitonero ingresa a la canasta y al mismo tiempo un compañero debe entregarle la pistola y sujetar la manguera al brazo articulado. Luego debe asistirlo desde el piso en el proceso de izado y posicionamiento de trabajo, para evitar que la manguera se enrede.

4.13 El Jefe de grupo comunica al COD el inicio de los trabajos de mantenimiento de lavado de aisladores programados.

4.14 El Pitonero comenzará el lavado dependiendo del nivel de voltaje, la disposición de la estructura, y el tipo de aislador:

- **Líneas de 69kV:** El lavado se debe realizar desde las estructuras inferiores a las superiores, cuidando siempre de repasar las inferiores a fin de impedir la acumulación de suciedad. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.
  - **Aislador line post en posición horizontal:** Se realiza el lavado desde el conductor hacia el soporte del aislador, y se repasa de adentro hacia afuera. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.
  - **Aislador line post en posición vertical:** Se realiza el lavado desde la base hasta la línea, y se repasa en sentido contrario. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.
  - **Cadena de aisladores de retención:** Se realiza el lavado desde la base hasta la línea, haciendo énfasis en limpiar la parte interna de las faldas. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.
  - **Cadena de aisladores de suspensión:** Se realiza el lavado desde la línea hacia la base, haciendo énfasis en limpiar la parte interna de las faldas. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.
  - Si se requiere limpiar un aislador tipo polímero, se procederá de la misma manera que en el caso de un aislador line post.



	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

- **Líneas de 13.8 kV – 34.5 kV**

- **Aisladores de retención y/o suspensión:**

- **Posición vertical:** Se realiza el lavado desde la línea hacia la base, y se repasa en sentido contrario. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas..
- **Posición horizontal:** Se realiza el lavado desde la base hacia el conductor, y se repasa en sentido contrario. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.

- **Aislador tipo pin:** Se realiza el lavado desde la base hacia la línea, y se repasa en sentido contrario. Ver anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas..

4.15 Una vez terminado el lavado, el Pitonero deja de presionar el gatillo de la pistola, para que luego el asistente que se encuentra abajo cierre el paso de agua de la bomba, y baje las revoluciones del motor en relantín.

4.16 El Pitonero desciende con la ayuda del asistente, quien simultáneamente empezará a enrollar la manguera. Una vez completado el descenso, el pitonero debe bajar completamente de la canasta, y luego retirar los equipos y herramientas utilizadas en el trabajo.

4.17 El Jefe de grupo verifica que no exista novedades y reporta al COD la culminación del trabajo.

4.18 El Jefe de grupo elaborará el informe del trabajo realizado dirigido al Ingeniero a cargo del grupo de trabajo.

#### DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Cada Unidad de Negocio utilizará el formato manual de "Orden de Trabajo" que corresponda, hasta que la misma sea emitida a través del sistema informático unificado.

#### 5 Documentos de Referencia

Para la elaboración del documento, se observaron las siguientes disposiciones legales, reglamentarias y normativas:

- CFE (Comisión Federal de Electricidad): Procedimiento para el lavado de aislamiento de líneas energizadas, Octubre 2014.
- IEEE 516: Guide for Maintenance on Energized Powerlines.
- IEEE Guide for cleaning insulators.

	<b>INSTRUCTIVO PARA EL LAVADO DE AISLADORES EN LÍNEAS ENERGIZADAS DESDE 13.8 kV HASTA 69 kV</b>			<b>Código:</b> IT-TEC-MNT-008
				<b>Versión:</b> 01
<b>Elaborado por:</b> CDG/TEC	<b>Revisado por:</b> TEC	<b>Aprobado por:</b> TEC	<b>Fecha de Emisión:</b> 2017-11-28	

- Enosa: AST D/MT 074 Lavado en caliente de aisladores y equipos de redes eléctricas de distribución primaria.

## 6 Anexos

- 6.1 Anexo 1: Distancias mínimas de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según el diámetro de los orificios de discos de las boquillas
- 6.2 Anexo 2: Parámetros y distancias de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según resistividad y presión del agua.
- 6.3 Anexo 3: Gráfico del lavado de aisladores en líneas energizadas.



(Anexo 1)

Distancias mínimas de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según el diámetro de los orificios de los discos de las boquillas

---

TENSIÓN NOMINAL	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD (m)		
	DIAMETRO DE LOS ORIFICIOS DE LOS DISCOS DE LAS BOQUILLAS (mm)		
kV	3.17- 4.76	5.56 - 6.35	7.93
4 -12	2.80	2.15	7.10
13 - 23	2.80	3.10	4.00
24 - 70	2.80	3.70	4.60
71 -115	4.00	4.60	5.50
Mayor a 115	4.60	4.60	6.10

*[Handwritten signatures and marks]*



(Anexo 2)

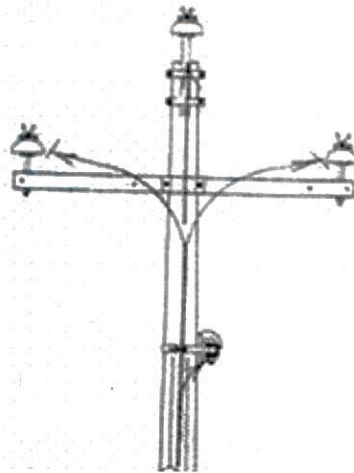
Parámetros y distancias de seguridad para el lavado de aisladores en líneas energizadas según resistividad y presión del agua

---

Tensión Nominal	Distancia mínima de Trabajo	Resistividad mínima del agua		Presión mínima de lavado	
		Ohm- cm	Ohm- pulg	kPa	kg/cm <sup>2</sup>
13.8	2.80	1300	512	2758	28.123
16	2.80	1300	512	2758	28.123
24 – 34.5	2.80	1300	512	2758	28.123
69	3.70	1300	512	2758	28.123
115	4.00	1300	512	2758	28.123
230	4.60	1300	512	2758	28.123

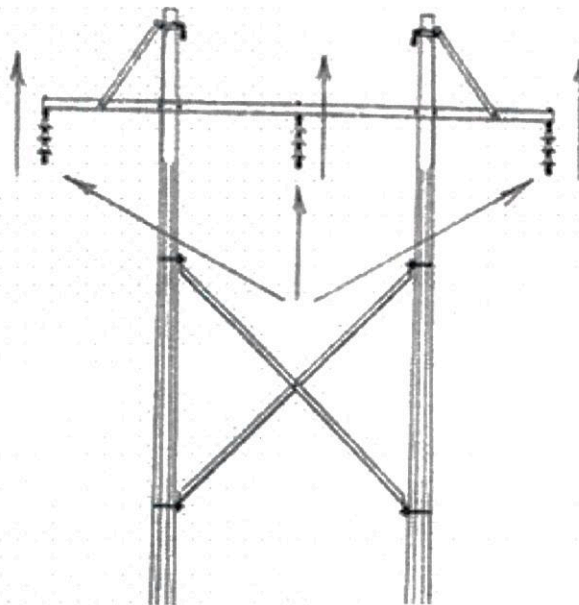
Handwritten notes and a signature in blue ink, including a large circular mark at the bottom.

ESTRUCTURAS  
PS 30



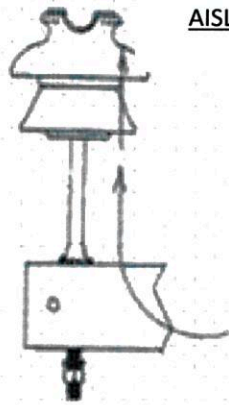
- INICIAR CON LOS AISLADORES QUE SE ENCUENTRAN EN LOS NIVELES MAS BAJOS.
- INICIAR EL LAVADO DESDE LA PARTE INFERIOR DEL AISLADOR, CONTINUANDO HACIA LA PARTE SUPERIOR.
- FINALMENTE DE ARRIBA HACIA ABAJO PARA REAFIRMAR EL LAVADO

ESTRUCTURAS  
HS3G

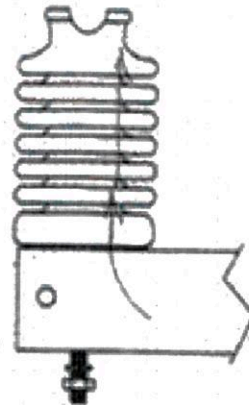


- INICIAR EL LAVADO CON LOS AISLADORES QUE SE ENCUENTRAN EN LOS NIVELES MAS BAJOS.
- INICIAR EL LAVADO DESDE LA PARTE INFERIOR DEL AISLADOR QUE ESTA ENERGIZADO HASTA LA CRUCETA.
- POSTERIORMENTE SE LAVARA DE ARRIBA HACIA ABAJO PARA REAFIRMAR EL LAVADO.

*[Handwritten signature]*

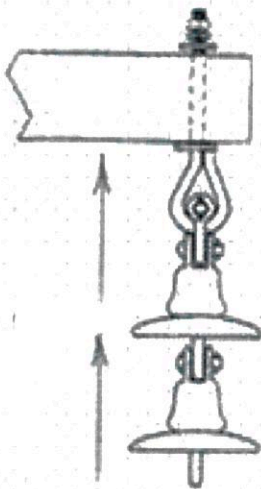


AISLADORES CON ALFILER

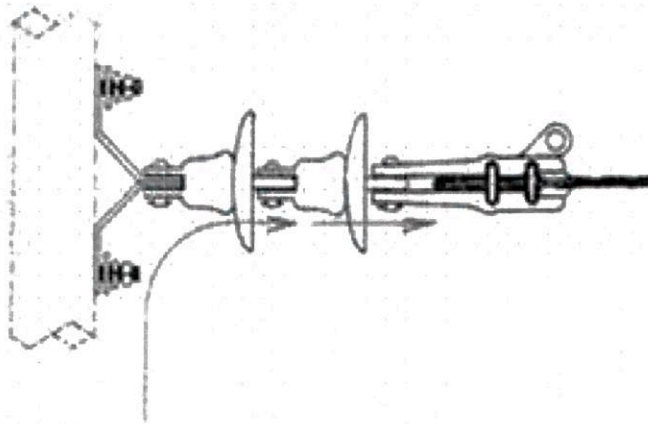


- EL LAVADO DEBE INICIARSE DESDE LA PARTE INFERIOR DEL AISLADOR, CONTINUANDO HACIA LA PARTE SUPERIOR.
- POSTERIORMENTE SE LAVARA DE ARRIBA HACIA ABAJO PARA REAFIRMAR EL LAVADO.

AISLADORES DE SUSPENSION Y REMATE



INICIAR EL LAVADO DESDE LA PARTE INFERIOR DEL AISLADOR CONTINUANDO HACIA LA PARTE SUPERIOR DEL MISMO Y VICEVERSA PARA REAFIRMAR EL LAVADO.



INICIAR EL LAVADO DESDE LA PARTE QUE NO ESTA ENERGIZADA HASTA LA ENERGIZADA Y VICEVERSA PARA REAFIRMAR EL LAVADO

*[Handwritten signature]*