
	TIPO DE DOCUMENTO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO.: IPE-2025-2977-M-ET-002
	PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA	HOJA: 1 de 12
	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	

ÍNDICE DE REVISIONES

Fecha	Revisión	Observaciones
23-10-2025	A	Para Revisión del Cliente
27-10-2025	B	Para Aprobación del Cliente

 Ing. Juan Carlos Ferrufino. Ingeniero de Proyecto	 Ing. Kevin Vargas Especialista de Tuberías	 Ing. Andres Aguilar L. Gerente de Proyecto
ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE YPFB TRANSPORTE S.A. Y NO PODRÁ SER REPRODUCIDO O UTILIZADO PARA CUALQUIER FINALIDAD DIFERENTE DE AQUELLA PARA LA QUE HA SIDO SUMINISTRADO

Archivo: IPE-2025-2977-M-ET-002-RB

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	2 de 12
		REV:
		B

ÍNDICE

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE.....	3
3. REFERENCIAS.....	3
4. DEFINICIONES.....	3
5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO EN CAÑERÍAS AÉREAS.....	4
5.1. OBJETIVO ESPECÍFICOS	4
5.2. REQUERIMIENTO GENERALES.....	4
5.3. PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	5
5.4. APLICACIÓN DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL	6
5.5. CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA APLICACIÓN	7
5.6. CONTROLES	7
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CAÑERÍAS ENTERRADAS	8
6.1. OBJETIVO.....	8
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
6.3. METODOLOGÍA	9
6.4. REQUERIMIENTO GENERALES.....	9
6.5. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	10
6.6. APLICACIÓN DEL PROTECTOR SUPERFICIAL.....	11
6.7. INSPECCIÓN	12

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002 HOJA:
	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	3 de 12 REV: B

1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es especificar los requerimientos para la provisión y el procedimiento de aplicación de Revestimiento Externo para cañerías aéreas y enterradas del proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA”.

2. ALCANCE

Este procedimiento, comprende los lineamientos del uso correcto del revestimiento aplicado en tramos aéreos y enterrados de las instalaciones estación Colpa.

3. REFERENCIAS

- ITM.072 Instrucción de Trabajo “Arenado Abrasivo”
- ITM.121 Instrucción de Trabajo “Aplicación de Revestimiento para Cañerías”
- ITO.010 Instrucción de Trabajo “Guía para uso de Colores y Señalización de Equipos”

4. DEFINICIONES

Código RAL: Código internacional con que se designa a los colores del revestimiento, sin importar la marca, ni el tipo, sirve para estandarizar la tonalidad. Los códigos RAL y sus colores se encuentran identificados en Anexo 1 – Tabla Guía de Colores del documento ITO.010.

Pintura: Es un producto generalmente liquido o solido que al aplicarse sobre un objeto se adhiere a él formando una capa o película dura que cumple las funciones para las cuales fue diseñado.

Revestimiento: Son materiales usados para recubrir y evitar la exposición atmosférica del metal.

Arenado (Sand-blasting): Método donde se expulsa arena propulsada a presión a través de una boquilla hacia la superficie a tratar, con el fin de eliminar sus impurezas incrustadas.

Mil(s): unidad de medida de longitud equivalente a una milésima de pulgada (25 micrones).

µm (micras): unidad de medida de longitud equivalente a una millonésima de un metro.

Holiday Detector: Es un equipo de ensayo no destructivo de alto voltaje, que se utiliza para encontrar fallas como poros, grietas y fallas en revestimientos protectores no conductores sobre superficies conductoras, como el metal.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	4 de 12
		REV:
		B

Es un detector especial de alto voltaje que se utiliza para detectar la calidad de metal revestido anticorrosión.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE REVESTIMIENTO EN CAÑERÍAS AÉREAS

El objetivo de las especificaciones técnicas de revestimiento en tuberías aéreas es garantizar la protección del sistema de tuberías contra la corrosión, la abrasión y otros daños ambientales, además de asegurar la integridad estructural y la seguridad operativa del sistema. Para lograrlo, se detallan requisitos para el producto del revestimiento, la preparación de la superficie y los procedimientos de aplicación, así como los métodos de control de calidad y seguridad.

5.1. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Estandarizar los colores a usarse en todos los sistemas y equipos involucrados en las operaciones de YPFB TRANSPORTE S.A.

- Identificar y advertir condiciones de riesgo físicos u de salud
- Identificar y advertir peligros
- Identificar equipos y materiales
- Identificar superficies de trabajo y áreas de tránsito
- Identificar el acceso vial hasta las estaciones de trabajo
- Identificar datos generales de cada estación en su ingreso
- Identificar y localizar equipos de emergencia
- Identificar características de los fluidos, los parámetros, los procesos, sus accesorios
- Estandarizar los colores establecidos para pintar todas las facilidades

5.2. REQUERIMIENTO GENERALES

- No se pintarán partes metálicas de aluminio, bronce, acero inoxidable, hierro galvanizado o en general metales resistentes a la corrosión, como tampoco lo serán partes de plástico, vidrios o materiales similares. Se ha de tener especial precaución en evitar el pintado de superficies maquinadas sujetas a contacto o deslizamiento, tales como roscas, ejes, engranajes, caras de bridas, etc.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	5 de 12
		REV:
		B

- Todas las placas de identificación, vástagos de válvulas, escalas, visores, instrumentos, rodetes, etc. no se pintarán y serán enmascaradas; esta máscara será quitada una vez finalizados todos los trabajos de pintura en su alrededor.
- Se deberán proteger convenientemente los equipos industriales cercanos, tales como motores eléctricos, compresores, bombas, instrumentos, etc.
- No se pintará sobre superficies húmedas, debiendo estas estar completamente secas, libres de polvo, óxido, escamas, etc.
- Todos los productos se aplicarán en capas lisas y uniformes, ausentes de marcas, goteo, zonas sin cubrir, etc. No se permitirá aplicar una nueva mano de pintura hasta que la anterior haya secado debidamente, según especificación del proveedor y previa eliminación de las partículas de polvo adheridas.

5.3. PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

El proceso de arenado debe realizarse conforme al documento de YPFBTR ITM.072 Arenado Abrasivo y cumpliendo con el requerimiento del análisis químico del abrasivo (arena) de acuerdo a lo indicado en el ITM.072/SSPC-AB-1:

- La limpieza de las superficies exteriores se efectuará por arenado, eliminando oxidación, escamas de laminación, escorias de soldadura y todo otro producto de oxidación en general.
- En caso de que se detectase algún producto orgánico sobre la superficie, tal como aceites o grasas, tales sustancias serán eliminadas mediante detergente industrial, según la especificación SSPC-SP1.
- Se tendrá especial cuidado en la limpieza del lado interior de las zonas de cambio de sección y de toda otra superficie que por factores de forma sean propensas a retener óxido o escorias de soldadura.
- El grado de limpieza por arenado debe cumplir mínimamente con los requerimientos de las siguientes especificaciones del fabricante de revestimiento según su aplicación:
 - Arenado Metal Blanco, según SSPC-SP-5 / NACE 1.
 - Arenado Casi Metal Blanco, Según SSPC-SP-10 / NACE 2.
 - Limpieza Comercial, según SSPC-SP-6 / NACE 3.
 - Limpieza Brush-Off según SSPC-SP-7 / NACE 4.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	6 de 12
		REV:
		B

- Concluido el arenado se procederá a soplar con aire toda la superficie hasta eliminar completamente todo vestigio de arena **y medir la rugosidad de la superficie**
- El proceso de arenado debe realizarse conforme al documento de YPFBTR ITM.072 Arenado Abrasivo.

5.4. APLICACIÓN DE PROTECCIÓN SUPERFICIAL

Para la aplicación de las 3 capas de protección superficial en cañerías aéreas se procederá de acuerdo a las recomendaciones del fabricante tomando en cuenta los factores climáticos y ambientales requeridos en el punto 5.3.

1ª Capa:

La 1ra capa de revestimiento de Primer Zinc Orgánico (Epoxy) provee gran resistencia a la corrosión en ambientes severos y excelente adherencia a inorgánicos de zinc. Se procederá a la aplicación de Primer Zinc Orgánico (Epoxy) de tipo Amercoat 68HS o similar, de 70 µm a 100 µm de espesor de película húmeda, para lograr un espesor de película seca de entre 50 µm a 75 µm.

2ª Capa:

La 2da capa de revestimiento de Epoxy Poliamida de Alto Sólido posee resistencia a ambientes marinos y resistencia química. Para su aplicación mínimamente deberá tener 80% de sólidos para sectores aéreos y un espesor de 3.5 a 4 mils y 2 mils para capa de revestimiento de protección de rayos ultravioleta. Se procederá a la aplicación de Epoxy Poliamida de Alto Sólido, Color GRIS Ral 7035 de tipo Amerlock 400 o similar, de 150 µm a 175 µm de espesor de película húmeda, para lograr un espesor de película seca de entre 100 µm a 150 µm.

3ª Capa:

La 3ra capa de revestimiento el poliuretano Acrílico o Alifático ofrece buena resistencia a ambientes corrosivos marinos con alta resistencia a la intemperie y a la radiación UV, buena resistencia a la abrasión y a salpicaduras de soluciones acidas y alcalinas, vapores ácidos. Se procederá a la aplicación del Poliuretano Acrílico o Alifático (Color ALUMINIO RAL-7042 TRAFFIC GRAY A ITO010 ANEXO 1) del tipo Amercoat 450HS o similar, de 150 µm a 175 µm

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	7 de 12
		REV:
		B

de espesor de película húmeda, para lograr un espesor de película seca de entre 100 µm a 150 µm.

5.5. CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA APLICACIÓN

1ª Capa (Primer Zinc Orgánico)

- Temperatura ambiente entre 0°C y 49°C.
- Temperatura de la superficie a pintar 3°C por encima del punto de rocío, como mínimo.
- Humedad relativa ambiente no debe exceder 85%

2ª Capa (Epoxy Poliamida de Alto Sólido)

- Temperatura ambiente entre 4°C y 50°C.
- Temperatura de la superficie a pintar 3°C por encima del punto de rocío, como mínimo.
- Humedad relativa ambiente no debe exceder 85%

3ª Capa (Poliuretano Acrílico o Alifático)

- Temperatura ambiente entre -7°C y 50°C.
- Temperatura de la superficie a pintar entre -7°C y 50°C ó 3°C por encima del punto de rocío, como mínimo.
- Humedad relativa ambiente no debe exceder 85%.

5.6. CONTROLES

- Antes de comenzar las tareas de revestimiento se realizará un Ensayo de Adherencia (Cross Cut Test), donde se deberá verificar como mínimo un grado ISO Clase 1 / ASTM Clase 4B.
- El especialista de recubrimiento verificará el espesor de película húmeda, aplicable a cada una de las capas de revestimiento.
- El Inspector de Control de Calidad verificará las distintas etapas del proceso de preparación de superficie y aplicación del recubrimiento de acuerdo con lo establecido en este documento.
- Mediante control aleatorio se verificará:
 - Espesor de película seca de cada capa aplicada.
 - Espesor de película seca total final.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA: 8 de 12
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	REV: B

- El Inspector de Control de Calidad realizará un monitoreo de las condiciones ambientales en las que se lleva a cabo el proceso verificando lo establecido en los párrafos correspondientes.

6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CAÑERÍAS ENTERRADAS

6.1. OBJETIVO

El objetivo de las especificaciones técnicas de revestimiento para tuberías enterradas es protegerlas de la corrosión, asegurar su durabilidad y mantener la integridad del sistema durante su vida útil. Esto se logra mediante la selección y aplicación de un sistema de revestimiento adecuado, la correcta preparación de la superficie y el control de los procesos de instalación para prevenir fallas.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Protección contra la corrosión: El principal objetivo es actuar como una barrera física y/o electroquímica contra la corrosión, que puede degradar el acero y otros materiales metálicos de las tuberías.

- Durabilidad del sistema: Garantizar que el revestimiento mantenga su integridad durante todas las fases del proyecto, incluyendo la manipulación, la instalación, la puesta en servicio y la operación a largo plazo.

- Mantenimiento de la integridad mecánica: Un revestimiento adecuado protege la tubería de daños mecánicos y otros factores ambientales que pueden ocurrir en su instalación y durante su vida útil, como el movimiento del suelo o las cargas externas.

- Cumplimiento de normativas: Asegurar que el sistema de revestimiento cumpla con los estándares y regulaciones aplicables (como ANSI/ASME) para garantizar un nivel de protección y seguridad específico.

- Parámetros clave en la especificación

Preparación de la superficie: Es fundamental para la adhesión del recubrimiento. Las especificaciones suelen exigir una limpieza mediante sopleteado abrasivo hasta alcanzar un grado de acabado de "metal casi blanco" para eliminar impurezas, óxido y escamas.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA: 9 de 12
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	REV: B

- Tipo de revestimiento: La selección del material (por ejemplo, epoxi adherido por fusión - FBE, polietileno, polipropileno) depende del tipo de tubería y de las condiciones operacionales a las que estará expuesta.

- Proceso de aplicación: Incluye parámetros como la temperatura de aplicación, el grosor del recubrimiento y las técnicas utilizadas para asegurar la uniformidad y evitar defectos como burbujas de aire.

- Pruebas y calidad: Se realizan pruebas de laboratorio y de campo para evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del revestimiento y para verificar que la aplicación sea correcta.

6.3. METODOLOGÍA

Establecer la metodología que se empleará para la ejecución en las actividades de aplicación de revestimiento a cañerías.

La aplicación de revestimiento de tres capas enmarcado en el instructivo ITM121 es el recubrimiento más usado en el mundo reconocidos por su excelente resistencia química y propiedades interfaciales.

El revestimiento constara de tres capas:

1. Una capa imprimante de epoxi anticorrosivo en polvo de 100 ± 20 μm de espesor, aplicada por spray electrostático, curada en caliente.
2. Una capa intermedia anticorrosiva adhesiva de etileno copolímero aplicada sobre la primera capa, de 250 ± 50 μm de espesor.
3. Una capa envolvente externa protectora mecánica de polietileno de media o alta densidad colocado sobre la segunda capa.

Para polietileno de media densidad, deberá tener un espesor total de revestimiento de 2.8 mm, y para polietileno de alta densidad deberá tener un espesor total de revestimiento de 1.8 mm. El rango de temperatura para ocupar polietileno es entre 32°F (0°C) y 176°F (80°C).

6.4. REQUERIMIENTO GENERALES

- Esta especificación deberá aplicarse en los tramos que se indica en los planos de cañerías.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	10 de 12
		REV:
		B

- Todos los materiales deberán ser almacenados y aplicados en estricta concordancia con las recomendaciones del fabricante y con lo indicado en esta especificación.
- Los accesorios y las uniones soldadas deberán ser revestidas después de efectuarse la prueba hidrostática.
- Donde las cañerías o accesorios sobresalgan de la superficie, el revestimiento deberá quedar aplicado como mínimo 300 mm por encima del nivel de piso acabado.
- Los extremos de las cañerías a ser soldadas deberán permanecer sin revestimiento aproximadamente 100 mm desde el borde para facilitar la soldadura.
- El criterio de aceptación y/o control de las porosidades del revestimiento estará de acuerdo al procedimiento de verificación por medio de un detector de discontinuidades (Holiday Detector).
- Las siguientes actividades deberán ser ejecutadas antes que se efectúe el revestimiento en todas las juntas:
 - Todas las pruebas a presión.
 - Todas las soldaduras para el sistema de protección catódica.

6.5. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- La cañería será limpiada de acuerdo a SSPC-SP-1. Se utilizarán solventes no aceitosos, no deberá utilizarse gasolina o querosene. Cuando la cañería se reciba protegida de fábrica con una capa de barniz, puede ser necesario utilizar solventes especiales o un quemado de la misma antes de la limpieza abrasiva. La limpieza con solventes deberá efectuarse antes de la aplicación de cualquier tipo de revestimiento y cualquier otro método de preparación de superficie.
- La superficie exterior del tubo deberá limpiarse hasta un acabado a “metal gris comercial” de acuerdo a SSPC-SP-6. El grado de limpieza se comprobará usando patrones de comparación de acuerdo a NACE TM 0175. La altura del perfil de anclaje deberá estar entre 25 y 37.5 μm (1.0 y 1.5 mils). Estos valores serán verificados mediante el uso de un equipo apropiado.
- Se deberá eliminar cualquier imperfección de la cañería tales como escorias de las uniones soldadas, rebabas, astillas y salpicaduras de soldadura, etc. Se deberá limpiar el acero expuesto con cepillo de alambre hasta lograr una condición similar de acuerdo

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	11 de 12
		REV:
		B

a SSPC-SP-2 y/o SSPC-SP-3. El grado de preparación de la superficie deberá cumplir con los requisitos del fabricante.

- La superficie limpia no deberá contaminarse con suciedad, polvo, aceite, agua o partículas extrañas que provengan de los sistemas de transporte de las cañerías.
- El criterio del inspector será determinante en la aceptación de la preparación de la cañería a ser revestida.

6.6. APLICACIÓN DEL PROTECTOR SUPERFICIAL

1ª Capa (imprimante de epoxi anticorrosivo)

- Las operaciones de limpieza e imprimación de las áreas metálicas no se llevarán a cabo en condiciones de lluvia o sobre superficies húmedas.
- No se deberá agregar ningún solvente para diluir y los equipos de aplicación deberán limpiarse con solventes recomendados por el fabricante del imprimador.
- En caso de usar rodillo para aplicar el imprimador, estos tendrán que ser reemplazados antes que muestren desgaste avanzado. Se verificará la presión de los rodillos sobre la superficie de la cañería, de manera de asegurar un acabado apropiado, evitando el chorreo o goteo del imprimador.
- Todas las áreas no recubiertas por el imprimador deben ser retocadas inmediatamente con brocha. Donde la capa del imprimador se hace gruesa, deberá removerse el exceso del mismo.
- Deberán tomarse las medidas de precaución necesarias durante la aplicación del imprimador en campo para no dañar el mismo. Se deberá evitar que se levante polvo en las áreas adyacente de aplicación del imprimador.

2ª Capa (intermedia anticorrosiva adhesiva de etileno copolímero)

- La cinta deberá ser aplicada en forma de espiral con un equipo mecánico de enrollado y dispositivo dispensador de cinta incorporado o manualmente, con una tensión constante de 5 a 10 lb/pulg de ancho de la cinta, excepto 1/3 de vuelta inicial y final que debe pegarse sin tensión, para dar un recubrimiento hermético continuo y ajustado con una disminución de no más de 0.5% del ancho de la cinta.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	ESPECIFICACION TÉCNICA	IPE-2025-2977-M-ET-002
	TÍTULO:	HOJA:
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PINTADO DE CAÑERÍAS Y ACCESORIOS	12 de 12
		REV:
		B

- El nuevo rollo debe traslaparse al final del rolo precedente en una longitud mínima de 4". El ángulo de la espiral debe ser paralelo a la espiral aplicada previamente. Se debe evitar la formación de arrugas, pliegos, bolsas de aire o ruptura de la misma.
- El traslape mínimo de las cintas de acuerdo al diámetro de la cañería deberá estar de acuerdo a la tabla 1 "Especificación Técnica Mínima para las cintas de Polietileno" del instructivo ITM121.
- En cañerías que presenten dobladuras suaves y cierta curvatura en su tendido, se deberá garantizar que en la aplicación de la cinta no se formen arrugas, quede aire atrapado u otro defecto visible. Se podrá permitir la aplicación en forma manual tratando de mantener la tensión antes indicada.

3ª Capa (Capa envolvente externa protectora mecánica de polietileno)

- Después de colocar la cinta anticorrosiva, se colocará la cinta de resistencia mecánica en la misma dirección en que se colocó la anterior.
- Los solapes de la cinta de resistencia mecánica no deberán coincidir con los de la cinta anticorrosiva en ningún punto de la cañería.
- El resto de las consideraciones para la aplicación de esta cinta son iguales que las contenidas en lo descrito en la 2da capa.

6.7.INSPECCIÓN

Una vez terminadas las operaciones del encintado, se realizará una inspección visual para posteriormente proceder a efectuar una prueba de **Holiday Detector** con corriente alterna de 10.000 V. y 50 ciclos, y equipado con un sistema positivo de señales.