

Transformadores Tipo Seco Refrigerados por Aire

Esta línea de negocio de **ITELVA INGENIEROS S.A.C.**, está dedicada al **diseño y fabricación de transformadores tipo seco refrigerados por aire**, en el rango de 10 kVA a 500 kVA, orientados a aplicaciones de distribución, aislamiento y control en baja tensión. Fabricamos hasta 1,2 kV bajo IEEE y menores a 3,6 kV bajo IEC, con opciones de enfriamiento natural o forzado según condiciones de servicio e instalación, para los sectores utilities, minería, energía e industria, priorizando continuidad operativa, seguridad y cumplimiento normativo.

Diseñamos y fabricamos transformadores tipo seco con criterio de fabricante, visión de activo, rigor normativo IEC o IEEE, con desempeño térmico y dieléctrico verificable, incorporando como diferencial una **tecnología de aislamiento del devanado basada en impregnación/encapsulado con resina mediante proceso Dip & Bake / Múltiple Dip (inmersión y horneado)**, que permite:

- **Protección del sistema de aislamiento** frente a humedad y contaminación superficial, mejorando la estabilidad dieléctrica en ambientes muy severos (industriales, mineros y marinos).
- **Control de calidad repetible** sobre el proceso (pre-secado, impregnación, drenado, curado y recubrimiento), reduciendo vacíos y defectos que pueden reducir la protección dieléctrica o degradación prematura.
- **Diseño orientado a ventilación y mantenibilidad**, con opciones de enfriamiento AN y AN/AF según pérdidas requeridas, restricciones de instalación y grado IP del gabinete.

Tecnologías de bobinado ofrecidas (según norma del proyecto):

- **IEC:** Transformador seco con sistema de impregnación en resina (*impregnation system*).
- **IEEE:** Transformador seco con arrollamientos encapsulados en resina (*resin-encapsulated windings*).
- **Proceso industrial ITELVA:** Dip & Bake / Multiple Dip (inmersión y horneado) como método de impregnación/encapsulado.

ITELVA diseña y fabrica transformadores tipo seco conforme a la norma IEC 60076-11 (transformadores tipo seco) o IEEE C57.12.01 (Norma IEEE para requisitos generales aplicables a transformadores tipo seco de distribución y potencia.) y ejecución de ensayos conforme IEEE C57.12.91 (Código de ensayos estándar IEEE para transformadores tipo seco de distribución y potencia).

TRANSFORMADORES TIPO SECO REFRIGERADOS POR AIRE



Según su aplicación especial **ITELVA**, diseña y fabrica transformadores tipo seco:

Donde predomina la seguridad eléctrica, térmica y mecánica:

IEC 61558-2-4: 2021

Requisitos particulares y ensayos para transformadores de aislamiento y unidades de alimentación que incorporan transformadores de aislamiento para aplicaciones generales.

IEC 61558-2-15:2022

Requisitos particulares y ensayos para transformadores de aislamiento destinados a sistemas IT (aislado de tierra) médicos para el suministro de locales médicos.

Factor K/Armónicos, cargas no lineales

IEEE Std. 110-2018

Práctica recomendada IEEE para establecer la capacidad de transformadores de potencia y distribución, sumergidos en líquido y tipo seco, cuando suministran corrientes de carga no sinusoidales.

Autotransformadores, para arranque de motores

NEMA ICS 2-2000 (R2020)

Controladores, contactores y relés de sobrecarga, con tensión nominal de 600 V.

IEC 60947-4-1: 2023

Contactores y arrancadores de motor - Contactores y arrancadores de motor electromecánicos.

ALCANCE DE FABRICACIÓN

A) Condiciones de servicio

- Altitud: hasta **5500 m.s.n.m.**
- Temperatura del aire de enfriamiento: **≤40°C** (máxima instantánea), **30°C** (mes más caliente), **20°C** (promedio anual), **-25°C** (exterior mínimo), **-5°C** (interior mínimo).
- Humedad relativa: HR < 93% (sin condensación directa sobre bobinas).
- Tensiones y corriente de carga: aproximadamente sinusoidal (**declarar condiciones no usuales (armónicos, cargas no lineales, ambiente agresivo).**)
- **Condiciones no usuales** (relevantes para ventilados): polvo abrasivo, vapores corrosivos, niebla salina, humedad excesiva, entre otros.

Para proyectos fuera de las condiciones usuales (altitud elevada, temperatura ambiente extrema, alta contaminación o restricciones severas de ventilación), **ITELVA** provee ingeniería de aplicación para derating o rediseño térmico/dieléctrico, y definición del esquema de ventilación/enclosure.

B) Datos nominales

- Potencia nominal: **10 a 500 kVA** (servicio continuo).
- Fases: monofásico y trifásico.
- Frecuencia: **50/60 Hz** (según proyecto).
- Tensiones nominales: **hasta 1.2 kV (IEEE) o menor a 3.6 kV (IEC).**
- Sistema de enfriamiento: **AN (natural)** como estándar, **AN/AF (forzado)** como opción (ventiladores comandados por control térmico) para incremento de capacidad, ambientes severos o restricciones de ventilación del recinto.
- Gabinetes/enclosures metálicos: con IP ofertables (según aplicación) y diseño de ventilación compatible con IP y mantenimiento (filtros, rejillas, laberintos, etc.).
- Clases térmicas: En IEC, letras **F (155°C), H (180°C), N (200°C), R (220°C)**. En IEEE, sistemas de aislamiento en temperatura **155°C / 180°C / 200°C / 220°C**.
- Conductor: cobre o aluminio.
- Instrumentación térmica: PT100 / PTC; controlador/relé térmico; contactos de alarma y disparo; mando de ventiladores (si aplica).

C) Tecnología del devanado

Proceso estándar ITELVA: Dip & Bake / Múltiple Dip (Inmersión y Horneado / Múltiples Inmersiones) para lograr bobinas impregnadas/encapsuladas en resina, según el marco contractual:

- **IEC:** “sistema de impregnación en resina”.
- **IEEE:** “arrollamientos encapsulados en resina”

ENSAYOS DE RUTINA (FAT) POR NORMA (IEC vs IEEE)

Ensayo de rutina (FAT)	IEC 60076-11	IEEE C57.12.01/IEEE C57.12.91
Resistencia de devanados	Rutina (14.2.1)	Rutina (Tabla de ensayos)
Relación de transformación	Rutina (14.2.2)	Rutina (ratio)
Verificación de fase / grupo vectorial	Rutina (incluida en 14.2.2)	Rutina (polaridad y relación de fase)
Impedancia de cortocircuito + pérdidas en carga	Rutina (14.2.3)	Rutina (impedance voltage + load loss)
Pérdidas en vacío + corriente de excitación	Rutina (14.2.4)	Rutina (no-load loss + excitation current)
Ensayo dieléctrico de tensión aplicada	Rutina (14.2.5), típicamente 60 s	Rutina; procedimiento y duración en C57.12.91
Ensayo dieléctrico de tensión inducida	Rutina (14.2.6): $2 \times V$, 60 s (ajuste si $f > 2f_r$).	Rutina; duración 7200 ciclos o 60 s (lo menor)
Resistencia de aislamiento (IR)	No figura como rutina explícita en 14.2 (se incluye si lo exige la especificación)	Rutina en tabla IEEE.
Descargas parciales (DP)	Condicionado: rutina cuando $U_m \geq 3,6$ kV	Condicionado: rutina cuando $U_m > 1,2$ kV

ITELVA suministra transformadores tipo seco refrigerados por aire (10–500 kVA) para aplicaciones de distribución, aislamiento y control, fabricados para baja tensión hasta 1,2 kV bajo IEEE y baja tensión < 3,6 kV bajo IEC, con bobinas impregnadas/encapsuladas mediante proceso Dip & Bake / Multiple Dip. La conformidad se verifica mediante ensayos de rutina (FAT) y documentación técnica trazable al estándar aplicable.

Transformadores Tipo Seco Encapsulados en Resina (Cast Resin Dry – Type Transformers)

Esta línea de negocio de **ITELVA INGENIEROS S.A.C.**, está orientada al suministro de transformadores tipo seco encapsulados en resina de la marca BETA ENERJİ, fabricante turco con experiencia en soluciones para distribución y potencia. Estos equipos están diseñados para condiciones de servicio exigentes, ofreciendo alta seguridad operativa gracias a su comportamiento autoextinguible y a la ausencia de líquido dieléctrico inflamable, lo que minimiza riesgos de incendio, derrames, impacto ambiental y labores de mantenimiento.

Su configuración constructiva permite su aplicación en instalaciones interiores y, con envoltorio adecuada y grado de protección correspondiente, también en exteriores. Por ello, constituyen una solución técnicamente conveniente para proyectos de generación, infraestructura, industria, edificaciones de servicios y centros de transformación subterráneos, así como para ambientes con alta humedad, bajas temperaturas o elevada altitud, siempre que el diseño contemple las correcciones técnicas aplicables.

Ventajas técnicas y operativas:

- **Mayor seguridad operacional:** diseño autoextinguible y libre de líquido inflamable.
- **Alta confiabilidad mecánica y dieléctrica:** adecuado comportamiento frente a esfuerzos por cortocircuito, vibraciones y sobrecargas de corta duración.
- **Flexibilidad de instalación:** aptos para interiores y para exteriores con gabinete apropiado, con menores requerimientos de obras civiles y sistemas de contención.
- **Mantenimiento reducido y menor riesgo ambiental:** condición favorable para un costo total de propiedad competitivo.
- **Desempeño adecuado en entornos sensibles:** buen comportamiento acústico y conveniencia de uso en hospitales, edificios, minería, utilities e instalaciones industriales.

Certificaciones ISO:

- ISO 9001:2015: diseño, producción, ensayo y mantenimiento de transformadores secos y en aceite.
- ISO 14001:2015: gestión ambiental para fabricación, ensayo y mantenimiento.
- ISO 45001:2018: gestión de seguridad y salud ocupacional.
- ISO 50001:2018: gestión de la energía aplicada a sus actividades de fabricación y servicios asociados.

Certificaciones en ensayos especiales:

Clase ambiental: E2

Test Report

Document No.	87000337	Copy No.	1	Number of pages	15
Apparatus	Non-enclosed three-phase dry-type power transformer, with encapsulated windings, for continuous duty, with cooling by air natural convection (AN); 1000 kVA, 10/0.4/0.4 kV; High-voltage an low-voltage material winding conductor : Copper				
Designation	MPC 1000 KVA CAST RESIN TRANSFORMER				
Serial Number	21007-3				
Manufacturer	TRANSFORMATOR ELEKTROMEKANİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				
Client	TRANSFORMATOR ELEKTROMEKANİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				
Tested for	Haci Sabancı Organize Sanayi Bölgesi 01350 Kuluca Yungur Turkey				
Quantity of tests	February 06, 2017 - March 01, 2017				
Tested by	CESI S.p.A.				
Test performed	Environmental Test Class E2 transformer				

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this document has been subjected to the series of proving tests in accordance with: IEC 60076-11 (2004)

March 16, 2017

Test Engineer in charge: *[Signature]*
Approved By: *[Signature]*



CESI

Trust the Power of Experience

Clase climática: C2

Test Report

Document No.	87000337	Copy No.	1	Number of pages	15
Apparatus	Non-enclosed three-phase dry-type power transformer, with encapsulated windings, for continuous duty, with cooling by air natural convection (AN); 1000 kVA, 10/0.4/0.4 kV; High-voltage an low-voltage material winding conductor : Copper				
Designation	MPC 1000 KVA CAST RESIN TRANSFORMER				
Serial Number	21007-3				
Manufacturer	TRANSFORMATOR ELEKTROMEKANİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				
Client	TRANSFORMATOR ELEKTROMEKANİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				
Tested for	Haci Sabancı Organize Sanayi Bölgesi 01350 Kuluca Yungur Turkey				
Quantity of tests	February 13, 2017				
Tested by	CESI S.p.A.				
Test performed	Tests after "thermal shock test for C2 class transformers" - Insulated AC withstand voltage test (class 1B) - Insulated AC withstand voltage test (class 2B) - Partial discharge measurement (class 2B)				

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this document has been subjected to the series of proving tests in accordance with: IEC 60076-11 (2004)

February 13, 2017

Test Engineer in charge: *[Signature]*
Approved By: *[Signature]*



CESI

Trust the Power of Experience

Clase de comportamiento frente al fuego: F1

 LAPI LAPI LABORATORIO PREVENZIONE INCENDI s.r.l. 10100 TORINO - Via La Doria - 10121 Torino - Italy Tel. +39 011 517101 - Fax +39 011 517102 E-mail: info@lapi.it - Web: www.lapi.it		
Spettabile TRANSFORMATOR ELEKTROMEKANİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. Haci Sabancı Organize Sanayi Bölgesi Cankaya Cd. No:13 / B Samsun ADANA / TURKEY		
Proto. 19/09/2016 Rif. 1537/26/AC In riferimento alle Vs. richieste, Vi rimettiamo in allegato ns. Rapporto di Prova in doppia lingua (Italiano/Inglese), contenenti i risultati della prova effettuata su V. materiale. With reference to your order, please find enclosed our Test Report in double language (Italian/English), containing the results of the test effected on your material.		
Denominazione commerciale	Metodo di prova	Riferimento
Trade name	Test method	Laboratorio
BRAND DI: MPC 1000 KVA CAST RESIN TRANSFORMER	CESI EN 60076-11:2008 limitatamente al punto 28 Trasformatore di tipo a secco Power Transformer - fire behaviour test Part 21: Dry-type transformers	1454/76

Distinti saluti,
Best regards,



CAST RESIN DRY TYPE TRANSFORMERS

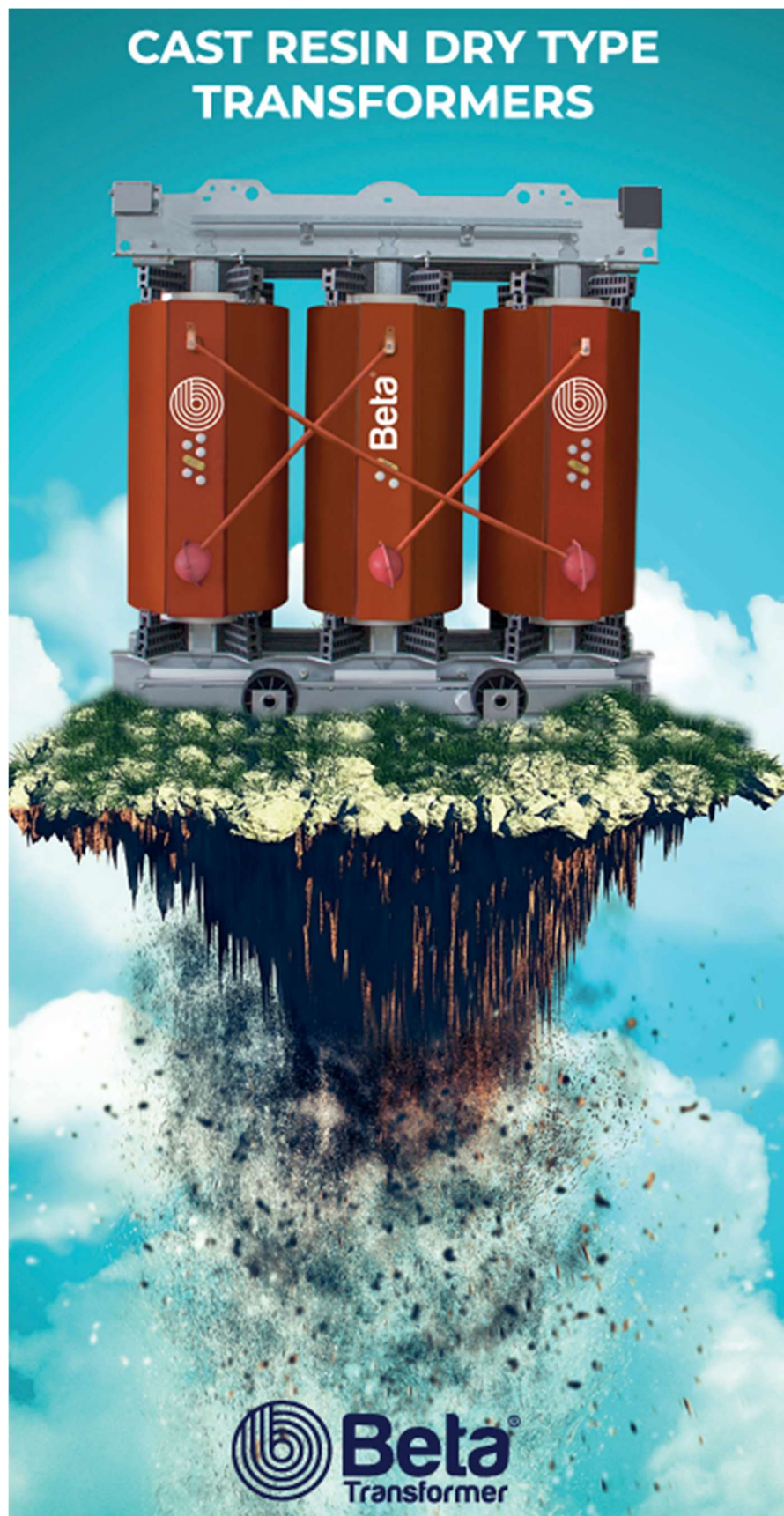


PRODUCTION OF TRANSFORMERS

Standard Place of Use: Indoor (Internal)
Place of Use with cabin: Outdoor (External)
Tap Changer Type: OLTC / OCTC
Power Range: 40 kVA / 10 MVA
Voltage: up to 52 kV

- Ambient Temperature (°C): -25 °C / +60 °C
- Ground Shake: Horizontal acceleration;
Vertical acceleration of 0.5 g; 0.4 g
- Cooling Type: AN / AF
- Environmental Class: E2
- Climate Class: C2
- Fire Class: F1
- Insulation Class: F/H





Transformadores de Medida (TC y TP) y Verificación de Clase de Precisión

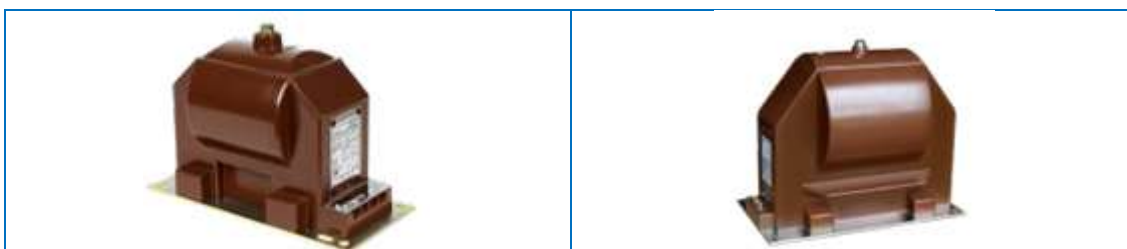
Esta línea de negocio de **ITELVA INGENIEROS S.A.C.**, está dedicada al **diseño y fabricación de transformadores de corriente (TC) y transformadores de tensión (TP) de medida y protección**, hasta niveles típicos de media tensión utilizados en utilities, minería, energía e industria.

Diseñamos y fabricamos transformadores de medida con criterio de fabricante, visión de activo y rigor normativo IEC, orientados a tres objetivos:

- Precisión metrológica y estabilidad a largo plazo
Clases de precisión para medida típicas 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 0,2 S – 0,5 S – 3,0 – 5,0 según IEC 61869-2 (TC) e 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0 IEC 61869-3 (TP).
Clases de protección 5P/10P para TC y 3P/6P para TP, aptas para esquemas de protección de sobrecorriente, diferencial y de tierra.
- Confiabilidad eléctrica, dieléctrica y mecánica
Diseño y ensayo conforme a IEC 61869-1 (requisitos generales), incluyendo niveles de aislamiento, esfuerzos térmicos, mecánicos y pruebas de rutina, tipo y especiales. Verificación de calentamiento, distancia de fuga, rigidez dieléctrica y comportamiento frente a cortocircuito según partes 1, 2 y 3 de la serie IEC 61869.
- Adaptación a la realidad del cliente
Rango completo de corrientes primarias típicas (de decenas a varios miles de amperios) y relaciones de tensión para redes de 3,6 kV – 7,2 kV – 12 kV – 17,5 kV – 24 kV – 36 kV, con secundarios normalizados 5 A / 1 A y 380 V - 220 V - 208 V - 100 V. Posibilidad de versiones monofásicas, trifásicas, interiores/exteriores y para integración en celdas metálicas, tableros, seccionadores o equipos de medida compactos.

ITELVA diseña y fabrica transformadores de medida (TC y TP) conforme a la norma IEC 61869 y cuenta con equipamiento especializado, calibrado en laboratorios acreditados ISO/IEC 17025, para realizar la verificación de clase de precisión en laboratorio y en campo.

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN (TP) – ENCAPSULADOS EN RESINA



- TP inductivos monofásicos y conjuntos trifásicos para interior MT, hasta **Um = 36 kV**, 50/60 Hz.
- Aplicación en celdas metálicas, tableros, subestaciones compactas y sistemas de protección/medida.
- Tensiones secundarias típicas: 100–110–120 V/ $\sqrt{3}$ y 100–220–208–380 V, incluyendo ejecuciones para tensión residual (triángulo abierto).
- Clases de precisión para medida: **0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0**.
- Clases de precisión para protección: **3P y 6P**, con factores de tensión según IEC 61869-3.

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC) – ENCAPSULADOS EN RESINA



- TC de medida y protección para tableros, celdas de MT y aplicaciones industriales.
- Relaciones típicas de corriente: desde **50/5 A** hasta varios miles de A / 5 A o 1 A, en versiones mono-ratio y bi-ratio.
- Ejecuciones de núcleo simple o múltiple (medida + protección) con diferentes combinaciones de VA y clase.
- Clases de medida: **0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 3,0 – 5, 0,2S, 0,5S**.
- Clases de protección: **5P y 10P**, con factores de límite de exactitud (ALF) definidos según IEC 61869-2.

NORMAS DE DISEÑO Y ENSAYO

Los TC y TP de **ITELVA** se diseñan y ensayan conforme a la serie:

- **IEC 61869-1** – Requisitos generales para transformadores de medida.
- **IEC 61869-2** – Requisitos adicionales para transformadores de corriente.
- **IEC 61869-3** – Requisitos adicionales para transformadores de tensión inductivos.

Ensayos considerados:

- **Ensayos de tipo:**
 - Ensayo de tensión soportada a impulso en los terminales primarios.
 - Ensayo de elevación de temperatura.
- **Ensayos de rutina en cada unidad:**
 - Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial en los terminales primarios.
 - Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial en los terminales secundarios.
 - Ensayos de exactitud (precisión).
 - Verificación de los marcados.
 - Determinación de la resistencia del devanado secundario.
 - Ensayo de sobretensión entre espiras.
 - Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial entre secciones.

SERVICIO DE VERIFICACIÓN DE CLASE DE PRECISIÓN – LABORATORIO Y CAMPO

Además de la fabricación, **ITELVA** ofrece el servicio de:

Verificación de clase de precisión de TC y TP, conforme a IEC 61869-1/2/3:

- Medición de error de relación y ángulo de fase en los puntos de ensayo definidos por la norma, para clases de medida y protección.
- Uso de **equipos de prueba específicos para transformadores de medida**, calibrados en **laboratorios acreditados bajo ISO/IEC 17025**, garantizando trazabilidad metrológica.
- Modalidades de servicio:
 - **En laboratorio:** verificación completa de clase y emisión de informe técnico.
 - **En campo (on-site):** verificación de clase de precisión de TC y TP instalados, sin necesidad de desmontar el equipo, ideal para subestaciones en servicio y activos críticos.

Celdas (Aparamenta) de media tensión

Esta línea de negocio de **ITELVA INGENIEROS S.A.C.**, está orientada al suministro de celdas de media tensión que son conjuntos de aparamenta diseñados para maniobra, protección, seccionamiento, control, medición y continuidad operativa en redes eléctricas de distribución y sistemas de utilización. Desde el enfoque de la norma IEC 62271-1, la aparamenta comprende los dispositivos de maniobra y su combinación con equipos asociados de control, medida, protección y regulación, incluyendo sus interconexiones, accesorios, envoltentes y estructuras soporte.

En términos prácticos, una celda de media tensión constituye el núcleo funcional de una subestación MT, ya que permite recibir energía, distribuirla, proteger circuitos, aislar fallas y facilitar una operación segura del sistema. Esta interpretación es plenamente consistente con la definición de aparamenta, con el alcance de la norma y con la estructura de requisitos de diseño, construcción, ensayos, selección, operación y mantenimiento que desarrolla la norma IEC 62271-1.

¿Dónde se utilizan?

La norma IEC 62271-1 aplica a aparamenta de corriente alterna para instalación interior y/o intemperie, a frecuencias de hasta 60 Hz, con tensiones asignadas superiores a 1 000 V. La propia norma aclara que, aunque utiliza el término “alta tensión”, en la práctica el término media tensión se usa comúnmente para redes de distribución por encima de 1 kV y generalmente hasta 52 kV.

Por ello, las celdas de media tensión se emplean típicamente en:

- subestaciones de distribución;
- subestaciones industriales;
- plantas manufactureras;
- minería;
- infraestructura crítica;
- edificios de gran demanda;
- centros comerciales, hospitales, data centers y campus;
- redes internas de utilización y distribución primaria.

¿Por qué son importante en una subestación de media tensión?

Las celdas son importantes porque concentran funciones críticas de la subestación:

- maniobra de entrada, salida y acoplamiento;
- protección frente a sobrecargas y cortocircuitos;
- seccionamiento para mantenimiento seguro;
- puesta a tierra de circuitos;

- medición y supervisión del sistema;
- coordinación operativa con relés, transformadores de medida y sistemas de automatización.

La norma desarrolla requisitos sobre puesta a tierra, equipos auxiliares y de mando, indicación de posición, enclavamientos, placa de características, protección contra choque eléctrico, envolventes, estanquidad, compatibilidad electromagnética, seguridad, transporte, instalación, operación y mantenimiento, lo que demuestra que la celda no debe verse solo como un gabinete, sino como un sistema integral de maniobra y protección.

Función principal de una celda de media tensión

Desde el punto de vista funcional, una celda permite conectar, interrumpir, aislar o poner a tierra partes del sistema eléctrico de manera controlada y segura. La norma define, entre otros, al interruptor como el dispositivo capaz de establecer, conducir y cortar corrientes en condiciones normales y también conducir corrientes de cortocircuito durante un tiempo especificado; y al seccionador como el dispositivo que proporciona una distancia de aislamiento adecuada en posición abierta.

Esto explica por qué las celdas son esenciales en toda subestación MT: permiten que el sistema sea operable, mantenible, selectivo y seguro.

Tipos de celdas de media tensión

1. Celdas AIS

AIS (Air Insulated Switchgear) son celdas donde el aislamiento principal se realiza en aire. En estas soluciones, las distancias dieléctricas dependen principalmente del aire y del diseño geométrico interno de la aparamenta.

Aplicaciones típicas:

- subestaciones interiores de industria;
- edificios técnicos;
- centros de carga;
- instalaciones donde existe espacio suficiente;
- proyectos donde se prioriza simplicidad, mantenibilidad y menor dependencia de gases aislantes.

Ventajas:

- diseño generalmente más simple;
- inspección visual más directa;
- facilidad de mantenimiento y diagnóstico;
- menor complejidad asociada a sistemas presurizados de gas;
- solución robusta y ampliamente utilizada en distribución e industria.

Consideraciones

En una AIS, el comportamiento frente a ambiente, contaminación, humedad, altitud y líneas de fuga tiene especial relevancia. La norma IEC 62271-1 dedica capítulos específicos a condiciones normales y especiales de servicio, niveles de aislamiento, líneas de fuga para aisladores exteriores y exposición a contaminación.

2. Celdas GIS

GIS (Gas Insulated Switchgear) son celdas donde el aislamiento principal se realiza en gas, en compartimentos sellados o controlados. La norma establece requisitos para equipos que utilizan gas o vacío como medio de aislamiento, conmutación o maniobra, incluyendo presión, indicación de nivel/presión, estanquidad de gas y requisitos de diseño asociados.

Aplicaciones típicas:

- subestaciones compactas;
- instalaciones con espacio limitado;
- ambientes severos;
- zonas con alta contaminación;
- proyectos donde se requiere alta confiabilidad en envolventes compactas.

Ventajas:

- mayor compactación;
- menor sensibilidad del aislamiento interno al ambiente externo;
- mejor desempeño en espacios reducidos;
- adecuada solución para aplicaciones exigentes de infraestructura y continuidad operativa.

Consideraciones

En GIS, la estanquidad, la supervisión de presión, la integridad del compartimiento y la correcta selección de materiales y sellos son críticas. La norma IEC 62271-1 establece requisitos específicos para sistemas de presión controlada, cerrada o sellada, así como ensayos de estanquidad de gas y vacío.

Ventajas de las celdas de media tensión

Seguridad operativa

La norma exige protección contra choque eléctrico, dispositivos de enclavamiento, indicadores de posición, requisitos de envoltorio y medidas de seguridad tanto por parte del fabricante como del usuario. Esto es clave para reducir el riesgo de maniobras incorrectas y exposición a partes peligrosas.

Continuidad y confiabilidad

Las celdas adecuadamente seleccionadas y ensayadas permiten sostener el servicio bajo condiciones normales y soportar eventos anormales como cortocircuitos dentro de los límites asignados. La norma establece corriente en servicio continuo, corriente soportada de corta duración, corriente soportada de cresta y duración de cortocircuito.

Selectividad y protección del sistema

Permiten coordinar interruptores, seccionadores, fusibles, relés y transformadores de medida para que la falla sea despejada de manera selectiva, limitando el impacto sobre el resto de la red. Esta conclusión deriva de la naturaleza de la aparamenta y de los requisitos de selección e integración funcional previstos en la norma.

Adaptabilidad a diferentes entornos

La norma IEC 62271-1 contempla condiciones de servicio normales y especiales, incluyendo altitud, contaminación, temperatura, humedad, vibración, choque, basculamiento y velocidad del viento. Esto permite especificar celdas de acuerdo con el entorno real del proyecto.

Protección mecánica y ambiental

La norma exige que las envolventes proporcionen grados de protección apropiados. Como mínimo, la protección frente al acceso a partes peligrosas e ingreso de sólidos debe ser IP1XB; para equipos de intemperie, la protección frente al agua debe ser al menos IPX3. Además, para instalación interior el nivel de impacto preferente es IK07, y para intemperie sin protección adicional el nivel mínimo es IK10.

Aspectos técnicos clave al seleccionar una celda

La correcta selección de una celda de media tensión no debe limitarse a la tensión nominal. La norma IEC 62271-1 muestra que deben revisarse, como mínimo:

- tensión asignada;
- nivel de aislamiento;
- frecuencia;
- corriente en servicio continuo;
- corriente soportada de corta duración;
- corriente de cresta;
- duración de cortocircuito;
- tensión de alimentación de circuitos auxiliares y de mando;
- condiciones de servicio normales y especiales;
- requisitos de envoltorio, IP e IK;
- requisitos de gas, vacío o líquidos, si aplica;
- filosofía de operación, enclavamientos y seguridad;
- instalación, mantenimiento y documentación del fabricante.

Ensayos que respaldan la confiabilidad

La norma IEC 62271-1, no solo define el producto; también exige verificarlo. Entre los ensayos de tipo e individuales que sustentan el desempeño de la aparamenta se incluyen:

- ensayos dieléctricos;
- ensayos de corriente en servicio continuo;
- ensayos de corriente soportada de corta duración y de cresta;
- verificación de IP e IK;
- ensayos de estanquidad;
- ensayos de compatibilidad electromagnética;
- ensayos sobre circuitos auxiliares y de mando;
- medida de resistencia;

- comprobaciones de diseño y visuales.

Enfoque técnico de ITELVA

En **ITELVA** entendemos que la correcta aplicación de una celda de media tensión no depende únicamente de seleccionar una tensión asignada, una corriente nominal o definir si la solución será AIS o GIS. Su especificación debe revisarse de manera integral, considerando las características asignadas, las condiciones de servicio, los requisitos de seguridad, la filosofía de operación y la integración real de la celda dentro de la subestación. Esta aproximación es coherente con la propia estructura de la norma IEC 62271-1, que organiza los requisitos en función del campo de aplicación, condiciones de servicio, características asignadas, diseño y construcción, ensayos, selección, documentación, instalación, mantenimiento y seguridad.

Por ello, nuestro enfoque técnico para celdas de media tensión considera, como mínimo:

- función de la celda dentro de la subestación, ya sea llegada, salida, protección de transformador, acoplamiento, medición, seccionamiento o transferencia;
- tensión del sistema y nivel de aislamiento requerido, incluyendo coordinación de aislamiento según el entorno y la altitud;
- corriente de carga y capacidad térmica continua, de acuerdo con la demanda real del circuito;
- nivel de cortocircuito del sistema, verificando corriente soportada de corta duración, corriente de cresta y tiempo de soporte;
- filosofía de operación y maniobra, incluyendo continuidad de servicio, transferencia, seccionamiento y mantenimiento;
- coordinación con relés, transformadores de medida, fusibles, interruptores y sistemas de control;
- esquema de puesta a tierra de la subestación, dado que la norma exige un punto confiable de puesta a tierra y criterios para continuidad del circuito de tierra;
- condiciones de instalación, tales como interior o intemperie, contaminación, humedad, altitud, vibración, temperatura y severidad ambiental;
- grado de protección de la envolvente, resistencia al impacto y seguridad para el personal, conforme a los requisitos IP e IK;
- tecnología de aislamiento más conveniente, evaluando AIS o GIS según espacio disponible, ambiente, mantenibilidad y criticidad del servicio;
- requisitos de enclavamiento, indicación de posición, circuitos auxiliares y mando, para asegurar una maniobra segura, confiable y mantenible.

Desde esta perspectiva, una celda de media tensión no debe tratarse como un gabinete estándar ni como un simple conjunto de equipos. Debe entenderse como una solución integral de maniobra, protección, seguridad y continuidad operativa, cuya confiabilidad depende tanto de su diseño y ensayos como de su adecuada selección para las condiciones reales del proyecto.

Recloser de media tensión

Esta línea de negocio de **ITELVA INGENIEROS S.A.C.**, está orientada al suministro de Recloser, que es un equipo de maniobra y protección de media tensión diseñado para cerrar, conducir, interrumpir automáticamente una corriente de falla y recerrar el circuito siguiendo una secuencia predeterminada, para luego quedar en condición de reposición, mantenimiento de cierre o bloqueo (*lockout*), según la lógica programada. La norma IEC 62271-111 / IEEE C37.60 lo define como un equipo autocontrolado que integra también los elementos de control necesarios para detectar sobrecorrientes y gobernar su operación.

En términos prácticos, el recloser permite aislar fallas temporales o permanentes en redes de media tensión y, cuando la perturbación ha sido transitoria, restablecer automáticamente el suministro sin intervención manual. Esta es la razón por la que constituye uno de los equipos más importantes para elevar la confiabilidad y disponibilidad de los sistemas eléctricos de distribución y utilización.

¿Dónde se aplica?

La norma IEC 62271-111 / IEEE C37.60 aplica a reclosers automáticos en corriente alterna, monofásicos o multipolares, para tensiones asignadas superiores a 1 kV y hasta 38 kV, en configuraciones overhead, pad-mounted, dry vault y submersible. Esto le da un campo de aplicación amplio en redes aéreas, sistemas subterráneos, instalaciones industriales, infraestructura crítica, minería, utilities y complejos comerciales o institucionales. Por ello, un recloser puede instalarse en:

- alimentadores de distribución;
- derivaciones críticas;
- entradas de planta;
- redes internas de media tensión;
- circuitos donde se requiera mejorar continuidad, selectividad y reducción del área afectada ante fallas.

¿Por qué es importante en los sistemas de utilización?

1. Mayor continuidad de servicio

La filosofía del recloser es evitar que una falla transitoria produzca una interrupción prolongada. La norma reconoce la operación automática con secuencia predeterminada de apertura y recierre, y el Anexo F señala que los reclosers están diseñados típicamente para ofrecer hasta tres intervalos de recierre, dando varias oportunidades de restablecimiento antes del bloqueo final.

2. Reducción de interrupciones innecesarias

Estudios informativos de la norma IEC 62271-111 / IEEE C37.60 indican que una porción muy importante de fallas en redes aéreas de distribución es temporal. Bajo esa lógica, el recloser evita que una perturbación momentánea se convierta en una interrupción sostenida del servicio.

3. Mejor coordinación de protecciones

La norma contempla ensayos y requisitos asociados a curvas tiempo-corriente, corriente mínima de disparo, capacidades de interrupción y secuencia operativa, lo que sustenta técnicamente su integración dentro de esquemas coordinados de protección.

4. Versatilidad de instalación

Puede suministrarse en configuraciones para aplicación aérea, pedestal, cámara seca o instalación sumergible. La propia norma incluye definiciones y condiciones específicas para equipos pad-mounted, dry vault y submersible, incluyendo requerimientos de operación en entornos con sumersión ocasional.

5. Aporte a la confiabilidad de la red

El recloser no es solo un interruptor; es una solución integral que combina interrupción de falla, lógica automática, control, censado y capacidad de recierre. En consecuencia, mejora la confiabilidad global del alimentador y contribuye a contener la zona afectada ante fallas permanentes.

Capacidades técnicas que deben verificarse

La norma IEC 62271-111 / IEEE C37.60 no trata al recloser como un dispositivo genérico. La norma exige que sus prestaciones sean verificadas mediante ratings y ensayos específicos, entre ellos:

- tensión máxima asignada;
- nivel de aislamiento;
- corriente continua asignada;
- corriente soportable de corta duración;
- corriente pico soportable;
- corriente mínima de disparo;
- corriente de interrupción en cortocircuito;
- corriente de cierre en falla;
- secuencia operativa;
- capacidad de maniobra de corriente de carga de línea y de cable.

Además, la estructura de ensayos tipo incluye verificación dieléctrica, corriente continua, corriente soportable de corta duración, ensayos EMC, maniobra de corriente capacitiva de línea y cable, interrupción de cortocircuito, TRV, ensayos de baja corriente, corriente mínima de disparo, descargas parciales, ensayos mecánicos, hielo y soportabilidad de la electrónica de control. Esto es particularmente importante porque el desempeño real del recloser depende tanto del interruptor como de su sistema de control.

Adecuado para condiciones reales de servicio

La norma también contempla condiciones normales y especiales de servicio, incluyendo temperatura ambiente, radiación solar, hielo, contaminación, vibración, viento, altitud y condiciones de sumersión. Para unidades sumergibles, por ejemplo, se establece que la columna de agua no debe exceder 3 m por encima de la base del enclosure durante una

sumersión ocasional. Asimismo, para instalaciones por encima de 1 000 msnm, la norma exige corrección del nivel de aislamiento externo mediante un factor de altitud.

Este punto es particularmente relevante en aplicaciones como minería, infraestructura urbana, redes costeras o instalaciones en altura, donde las condiciones ambientales inciden directamente en la selección, especificación y confiabilidad del equipo.

Enfoque técnico de ITELVA

En **ITELVA** entendemos que la correcta aplicación de un recloser no depende únicamente de seleccionar una tensión o una corriente nominal. Requiere revisar integralmente:

- filosofía de protección del sistema;
- niveles de cortocircuito;
- coordinación aguas arriba y aguas abajo;
- tipo de red: aérea, cableada o mixta;
- condición de puesta a tierra del sistema;
- ambiente de instalación;
- requerimientos de continuidad y criticidad de carga.

Por ello, nuestro enfoque técnico considera al recloser como una solución de confiabilidad y automatización primaria, no solo como un equipo de corte.

