

# Generalidades

Las Estaciones Transformadoras Móviles (ETM) son provistas montadas sobre un módulo de transporte. En tensiones de hasta 138 kV y 20 MVA de Potencia, es posible construirlas sobre módulos de transporte capaces de circular libremente por las rutas nacionales, y con transformadores de tecnología convencional con refrigeración ONAN/ONAF.

Para ETM's de potencia superior a 20 MVA, la provisión en general sólo es posible sobre módulos de transporte encuadrados en las reglamentaciones sobre vehículos especiales capaces de circular con permisos otorgados por las autoridades correspondientes y contando además con un transformador de potencia con refrigeración ODAF (Aceite forzado/dirigido + Aire forzado) usando intercambiadores de calor. Las limitaciones que encuadran este tipo de ETM, desde el punto de vista del transporte, son en general el peso, el ancho y el largo. Respecto del ancho, siempre es posible el diseño con un ancho máximo de 3.6m, lo que permite la circulación normal (con permiso otorgado por Vialidad Nacional) sin vehículos balizados de apoyo. Las prestaciones finales de una ETM siempre son un compromiso entre las características físicas (peso y dimensiones) y las prestaciones eléctricas deseadas. A la hora de especificar una ETM, TADEO CZERWENY SA posee personal capacitado capaz de asesorar convenientemente en la definición de todos los aspectos necesarios para la correcta elección de los parámetros que la definen.

# ETM

## Estaciones Transformadoras Móviles



**Tadeo Czerweny**



**Tadeo Czerweny**

**SERVICIO TÉCNICO**  
Llame al teléfono o envíe un mail  
+ 54 - 3404 - 487200 - Int. 113  
servicios1@tadeoczerweny.com.ar

### Administración:

Av. República 328 (S2252BQQ), Gálvez, Santa Fe, Argentina / Tel: + 54 - 3404 - 487200  
administracion@tadeoczerweny.com.ar

### Planta Industrial y Ventas:

Bv. Argentino 374 (S2252CMP), Gálvez, Santa Fe, Argentina / Tel: + 54 - 3404 - 487200  
tczsa@tadeoczerweny.com.ar / ventas\_galvez@tadeoczerweny.com.ar

### Oficina Comercial Bs.As.:

Bernardo de Irigoyen 330 5º piso of. 121 (C1072AAH), C.A.B.A., Argentina / Tel: + 54 - 11 - 5272 8001 al 5  
tczbsas@tadeoczerweny.com.ar

[www.tadeoczerweny.com.ar](http://www.tadeoczerweny.com.ar)

FT 2167 Rev.2

**SOLUCIONES TRANSFORMADORAS**



## Estaciones Transformadoras Móviles

Las Empresas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, que compiten en un mercado totalmente desregulado, se enfrentan cada día con el desafío de brindar un servicio seguro, confiable y con normas de calidad muy estrictas. Para evitar una disminución en la calidad de servicio, muchas de ellas han optado por duplicar la capacidad de transformación en cada estación transformadora. Esta solución representa en la actualidad costos financieros muy altos e inaceptables.

El desafío para el Gerenciamiento de las Empresas de Energía en el Siglo XXI será la Calidad en las Decisiones de Inversión. Las compañías deberán tener muy en cuenta en sus decisiones la Minimización de los Costos de Capital, entre otros factores.

El negocio de la distribución de energía es de fuertes inversiones de capital. Por ello, éstas deben ser minimizadas sin descuidar la calidad de servicio. El stock de transformadores debe ser optimizado sin descuidar el crecimiento y las contingencias que puedan llevar a penalizaciones económicas de los Entes Reguladores y, peor aún, de los mismos clientes.

En este contexto, **Tadeo Czerweny S.A.** se ha puesto a la vanguardia de los proveedores de las Empresas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, proponiendo proyectos concretos para la minimización de los costos de capital: las Estaciones Transformadoras Móviles.

La incorporación de Estaciones Transformadoras Móviles en la Dirección Técnica de una Empresa de Energía, estratégicamente distribuidas en el área de abastecimiento de energía, reduce considerablemente los costos de capital y de mantenimiento de la calidad de servicio. El tiempo requerido para su efectiva puesta en servicio, una vez transportada al lugar de operación con velocidad de 50km/h por caminos pavimentados, es de tres a cuatro horas.

En **Tadeo Czerweny S.A.** sabemos interpretar las necesidades específicas de cada uno de nuestros clientes, lo que nos posibilita desarrollar respuestas tecnológicas exclusivas e innovadoras.



## Guía de consideraciones para especificar una ETM

### ALTERNATIVAS DE PROVISIÓN :

Tipo I:

- Módulo de Alta Tensión
- Módulo Transformador
- Módulo de Media Tensión

Tipo II:

- Estación Transformadora Móvil compacta
- Módulo de Media Tensión

Tipo III:

- Estación Transformadora Móvil compacta

### TRANSFORMADOR DE POTENCIA:

Para potencias superiores a 15 MVA, no es recomendable solicitar un arrollamiento terciario. Tampoco resulta recomendable solicitar las pérdidas del transformador considerando fórmulas de capitalización de pérdidas iguales que para los transformadores destinados a Estaciones del tipo convencional. Las ETM se diseñan para cubrir emergencias, y por lo tanto la cantidad de horas equivalentes tanto sea para las pérdidas en vacío o para las pérdidas en carga, son totalmente diferentes. Es altamente recomendable definir en 65° la sobretensión máxima del cobre y 60° la del aceite. La consideración de estos hechos lleva a reducciones de hasta el 30% en el peso del transformador, y en consecuencia una importante disminución en sus dimensiones.

Para lograr módulos de potencia superiores, se debe pensar en bobinas con aislamiento tipo NOMEX. El uso de estos materiales permite una mayor reducción en dimensiones y peso del transformador de potencia.

### TRANSFORMADORES DE CORRIENTE:

Son preferibles los toroidales tipo "bushing" a los convencionales. Estos últimos son más pesados y ocupan espacios adicionales importantes. Es altamente recomendado dejar la elección de las características al fabricante, ya que la definición de prestaciones exageradamente altas no son necesarias por la proximidad de los elementos de protección a los cuales se conectan. Prestaciones o índices de protección elevados conducen a dimensiones y pesos mayores para el transformador de potencia.

### NIVELES BÁSICOS DE IMPULSO:

Considerar siempre los menores niveles especificados por las Normas para cada clase de tensión. Esto redundará finalmente en menores dimensiones y pesos. Los niveles de protección brindados por los descargadores de OZn de hoy en día, hacen que aún con los mínimos niveles de aislación, la protección contra sobretensiones temporarias brindadas por éstos sea muy segura.

### DESCARGADORES, TRANSFORMADORES DE TENSIÓN, ELEMENTOS DE MANIOBRA:

En estos tipos de Estaciones Transformadoras Móviles, es recomendado utilizar columnas de aislamiento envueltas en caucho de silicón en lugar de cerámicas. Los polímeros de caucho de silicón actuales han demostrado muy buen comportamiento bajo las más severas condiciones atmosféricas, y son una excelente solución cuando se busca reducir pesos y aumentar la seguridad para el transporte y ante acciones de vandalismo.

### SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:

El fabricante seleccionará el mejor y más conveniente sistema de enfriamiento para una determinada potencia especificada de la ETM, logrando así la mejor solución técnica/económica para el diseño de la refrigeración del transformador de potencia y el ahorro de espacio en el correspondiente módulo de la ETM.

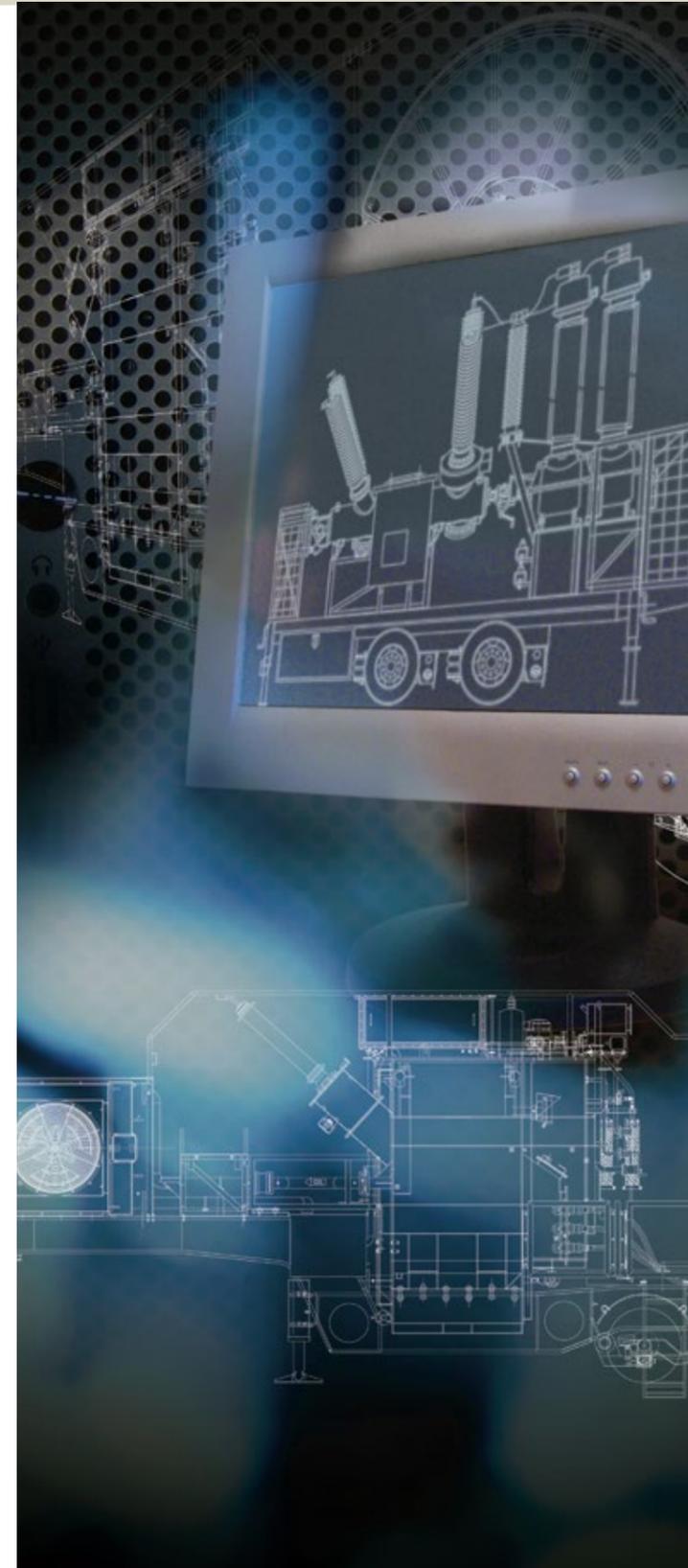
### INTERRUPTORES, SECCIONADORES PARA ALTA/MEDIA TENSIÓN Y RECONECTADORES:

Existen en la actualidad reconectores con protecciones ya incorporadas por sobrecorriente. Estos son una alternativa muy conveniente y una excelente solución frente a un campo de Media Tensión conformado por celdas con interruptores y seccionadores de línea.

### SERVICIOS AUXILIARES:

En el caso de requerir servicios auxiliares de corriente continua, seleccionar tensiones de comando y capacidades de carga lo más baja posible (eventualmente dejar su elección al fabricante). Es conveniente permitir que los servicios auxiliares de corriente continua los provea, en condiciones normales de funcionamiento, el equipo rectificador del cargador de baterías a partir de los servicios auxiliares de corriente alterna. Evitar especificar capacidades de los servicios auxiliares para alimentar cargas externas a las ETM, como iluminación de predios, cargadores de batería externos, etc. Estas consideraciones conducen a dimensiones y pesos menores para los compartimentos de servicios auxiliares.

Arranque en negro: Para el caso de querer cubrir la contingencia de no contar con provisión externa de energía eléctrica para alimentar los servicios auxiliares y así poder operar el seccionador/interruptor de Alta Tensión, es recomendable contar con el agregado a la ETM de un grupo electrógeno apropiado.



### CIRCUITOS DE ALARMA, PROTECCIÓN:

Seleccionar aquellos de menor consumo interno (a igual prestación) para minimizar la potencia necesaria para los servicios auxiliares.

### BUS DE BARRAS:

Dentro de las posibilidades, y para el caso en que sean necesarias, especificar barras de aluminio para la conexión de la salida de Media Tensión. Son más livianas y presentan una excelente conductibilidad.

### ENROLLADORES DE CABLES PARA INTERCONEXIÓN DE LAS SALIDAS DE MEDIA TENSIÓN:

No es recomendable la incorporación de dichos enrolladores en la ETM, ya que su incorporación aumenta considerablemente las dimensiones físicas de la ETM.

### CONSIDERACIONES GENERALES:

No es recomendable especificar para una ETM las características técnicas correspondientes a una Estación Transformadora de Tipo Convencional. Esto lleva muchas veces a la inviabilidad en el diseño de una ETM o, en el mejor de los casos, a reducir drásticamente las condiciones de transportabilidad de la misma.

### Dimensiones y Pesos Máximos de Transporte:

La reglamentación Argentina, regulada por la Ley de Tránsito N° 24.449, establece las siguientes dimensiones y pesos máximos de transporte:

Vehículos con Unidad Tractora y Semirremolque de Circulación Irrestricta:

<b>A/</b> Ancho Máximo:	2.6 m
<b>B/</b> Largo Máximo:	20.5 m
<b>C/</b> Alto Máximo:	4.1 m
<b>D/</b> Peso Máximo con dos ejes y ruedas individuales:	10.0 tn
<b>E/</b> Peso Máximo con dos ejes y ruedas duales:	18.0 tn.
<b>F/</b> Peso Máximo con tres ejes y ruedas duales:	25.5 tn

### VENTAJAS ADICIONALES DE LAS ETM's:

- Responder a demandas estacionales de carga a bajo costo.
- Disminuir los costos de mantenimiento en las Estaciones Transformadoras tradicionales.
- El suministro de energía temporario, permite reducir los cortes de energía por mantenimiento a cero, con la ventaja adicional de realizar sin tensión todas las tareas de mantenimiento sobre el transformador y equipos asociados.
- Rápida provisión de energía para casos extraordinarios, como catástrofes o inundaciones.
- Provisión de energía, en tiempo y forma, para grandes obradores.

## ETM desarrollada para EDESUR



Conjunto formado por tres unidades o módulos independientes. Tienen la posibilidad de trabajar todos juntos formando una Sub-Estación convencional. Asimismo, cada módulo puede operar de forma independiente.

Sus características principales son:

Potencia: 35 MVA

Tensiones: 132/13,86 kV

### Módulo Transformador de Potencia:

**Potencia:** 35MVA

**Tensiones:** 132 ± 11 x 1,4273% / 13,86 kV (regulación bajo carga).

**Grupo de conexiones:** YNyn0

**Tipo de refrigeración:** ODAF –Aceite forzado y dirigido / Aire forzado.

Además se encuentran los siguientes componentes principales:

- Sistema antiincendio.
- Equipo de bombeo para el sistema antiincendio.
- Equipo enfriador de aceite.
- Cables de Media Tensión con sus respectivos enrollables motorizados.
- Instrumentos de medición y protección (sobrecorriente, diferencial, etc).
- Telecontrol.
- Gabinete para alojar los instrumentos de protección, medición y telecontrol.
- Gabinete de interconexión (para conectar este módulo con los demás).
- Sistema de iluminación.
- Sistema de puesta a tierra

### Módulo de Alta Tensión:

Provisto con todos los componentes necesarios para la protección, medición y maniobra sobre una línea de 132 kV. La base sobre la cual están montados los componentes de este módulo, es un carro especialmente diseñado para cumplir con este propósito.

Este módulo consta de los siguientes equipos principales:

- Interruptor-seccionador de 145 kV.
- Transformadores de tensión.
- Descargadores de Ozon.
- Instrumentos de medición y protección.
- Telecontrol.
- Gabinete para alojar los instrumentos de protección, medición y telecontrol.
- Gabinete de interconexión (para conectar este módulo con los demás).
- Sistema de iluminación.
- Sistema de puesta a tierra

### Módulo de Media Tensión:

Equipado con un CD compuesto de seis celdas metálicas de interior (montadas dentro de un Shelter) con todos los componentes necesarios para protección, medición y maniobra de línea de 13,2 kV.

Este módulo consta de los siguientes equipos principales:

- Shelter alojamiento de celdas.
- Cargador de baterías trifásico.
- Celda primaria de entrada 2000 A-13.2 kV (cantidad 1 (una)).
- Celdas primarias de salida 800 A-13.2 kV (cantidad 4 (cuatro)).
- Celda de medición.
- Instrumento de medición y protección (sobrecorriente, protección de arco, etc).
- Transformador de servicios auxiliares.
- Telecontrol.
- Gabinete para alojar los instrumentos de protección, medición y telecontrol.
- Gabinete de interconexión (para conectar este módulo con los demás).
- Sistema de iluminación.
- Sistema de puesta a tierra.



## ETM desarrollada para EDEERSA (Entre Ríos – Argentina)



EDEERSA - 7 MVA - relación 33 (+8x1,25%; -12x1,25%) / 13,86 kV

EDEERSA - 15 / 15 / 15 MVA - ONAN / ONAF - 132 (+8 -12 x 1,25%) / 34,5(+/-2x2,5%) / 13,86 KV



**Tranformador de Potencia**  
 15/15/15 MVA - 132/34,5/13,86 kV  
 Aislación 550-170-95 kVcr  
 Refrigeración ONAN-ONAF  
 con Comando Automático o Manual  
 Conmutador bajo carga 132 kV  
 Conmutador sin tensión 33 kV  
 Detectores de incendio  
 Cubrecoronas IP66 en tensiones de 33 y 13,2 kV



**Campo de 132 kV**  
 Transformadores de Tensión  
 Descargadores Sobretensión  
 Campo de maniobra  
 Seccionador Rotativo de Línea  
 Seccionador Rotativo de P.A.T.  
 Interruptor en SF6  
 Transformador de Corriente  
 Comando in situ desde Shelter



**Campo de Media Tensión**  
 Celdas de Seguridad Aumentada  
 Cuba a prueba de arco interno  
 Interruptor de Vacío  
 Aislación SF6  
 Seccionador Rotativo de Barra y PAT  
 posibilidad de Telecontrol



**Sistema de Enrollables**  
 Campos de 13 y 33 kV vinculados por 60 m de cable monofásico.  
 Desenrollado total o parcial.  
 Materiales adecuados para evitar pérdidas magnéticas.  
 Accionamiento mediante moto-reductor eléctrico.

## ETM desarrollada para ENELCO - VENEZUELA



**ENELCO - VENEZUELA: 30 MVA - ODAF - 138 (+/-8x1,25%) / 25 KV - 115 (+/-8x1,25%) / 34,5 - 13,8 KV**



**Tranformador de Potencia**  
 30 MVA 115-138/34.5-13.8-25 kV.  
 Aislación 650-200 kV.  
 Refrigeración ODAF con intercambiadores de calor.  
 Conmutador bajo carga en el arrollamiento de A.T.  
 Conmutador sin tensión en el arrollamiento de M.T.  
 Posibilidades de trabajo: 115/34.5-13.8 kV  
 y 138/25 kV.



**Campo de 138 kV**  
 Descargadores de sobretensión.  
 Transformadores de corriente de medición y protección.  
 Campo de maniobra.  
 Seccionador rotativo de línea.  
 Seccionador rotativo de PAT.  
 Interruptor en SF6.  
 Comando in situ desde gabinete.



**Módulo de Servicios Auxiliares**  
 Transformador de servicios auxiliares de 40 kVA  
 Relación: 8.439-6.9/0.215 kV.  
 Inmerso en silicona aislante.  
 Cubrebornes para aisladores.  
 Conmutador sin tensión.  
 Selección de tensión del lado de A.T. a través de seccionador bajo carga.  
 Protección con fusibles tipo Bay-o-net.



**Sistema de Refrigeración**  
 Intercambiador de calor compuesto de:  
 Bombas para la circulación del aceite.  
 Ventiladores para el enfriamiento del aceite.  
 Detector de flujo en las cañerías del intercambiador.