



**International Copper  
Association Mexico**  
Copper Alliance

## **Webinar:**

### **GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

**Continuidad en el servicio**

**Mtro. Enrique Balan Romero**

**Octubre de 2018**

**Resumen Ejecutivo**

## Hoja de control de emisión de documento

<b>Título del documento:</b>	GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Continuidad en el servicio
<b>Publicación número:</b>	001, 2018
<b>Edición:</b>	01
<b>Fecha de publicación:</b>	Octubre de 2018
<b>Autor(es):</b>	Mtro. Enrique Balan Romero
<b>Revisor(es):</b>	

## Historia del documento

EDICIÓN	FECHA	PROPÓSITO
01	Octubre de 2018	Dar a conocer factores que pueden afectar la continuidad en la entrega de energía eléctrica.

## Exención de responsabilidad

A pesar de que esta publicación se ha realizado con mucho cuidado, ICA-Procobre México y otros contribuidores no brindan ninguna garantía con respecto al contenido y no se harán responsables de ningún daño directo, incidental o consecuente que pueda resultar del uso de la información o datos aquí contenidos.

## Copyright© Procobre Centro Mexicano de Promoción del Cobre, A.C.

La reproducción de este documento está autorizada siempre y cuando el material esté íntegro y se incluya la fuente del que proviene.



# GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

## Continuidad en el servicio

### Continuidad en el servicio

La energía eléctrica se produce, generalmente, a gran distancia de los centros de consumo, se transporta y distribuye con recorrido de muchos kilómetros. En la generación, transporte y distribución puede perder continuidad por eventos atmosféricos, por la acción humana y por deterioro de sus elementos. Restablecer el suministro de energía puede durar varios días.



Evento climático: Huracán causa falla de energía eléctrica.

Google Images.



Acción humana: Accidente corta suministro eléctrico,

Imagen: El Diario, Chihuahua

### Daño en el material eléctrico

La selección equivocada de materiales eléctricos por su ubicación o daño en su manejo puede provocar falla en el suministro de energía.

Corrosión y aumento volumétrico en algunos metales por filtración de humedad o agua de su medio ambiente. El diseñador debe seleccionar los materiales eléctricos de acuerdo con la ubicación y al tiempo de vida esperado.



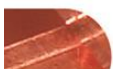
Imagen: Electricistas de los buenos (Facebook)

La energía eléctrica es materia prima para la realización de casi cualquier actividad humana actual, es un producto que debe estar a disposición del usuario en el momento en que este lo necesite. La falla en el suministro:

- Apaga la lámpara de una habitación.
- Puede hacer fallar equipo médico de sustento de vida de un paciente.
- Puede inhibir las comunicaciones de una empresa.
- Puede impedir la operación de defensa de una nación.
- ...

Para la suministradora del fluido eléctrico los 365 días del año (525,600 minutos) no representa gran pérdida la interrupción de 1 minuto (0.00019% del tiempo de suministro) de energía no facturada, ese minuto puede representar millones para una empresa cuyos procesos productivos dependen de la continuidad del suministro eléctrico. Mantener la continuidad en los procesos productivos requiere, entre otros, energía continua. La falla de suministro puede provocar:

- La salida de la empresa del mercado.
- No cumplir con el servicio o producto ofrecido en calidad y tiempo de entrega.
- Incremento del precio final al consumidor de servicios o productos.
- Falla en los medios de producción.



## Generación de energía

Las Centrales Eléctricas requieren elevadas cantidades en inversión.

(2017-01-04) Diario de Yucatán YUC, Redacción, 06:52:41 ..garantizada la construcción de nueve plantas de energía eólica que comenzarán a funcionar en 2018 en Yucatán. La inversión global es de 2,042 millones de dólares...



Google images

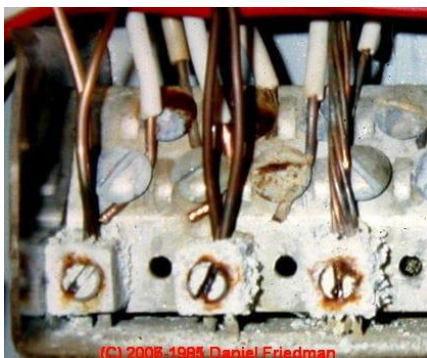
En la inversión inicial se intenta erogar el mínimo posible, para disminuir el tiempo de retorno de la inversión y obtener la mayor utilidad, son inversiones a largo plazo. Algunos elementos, como los conductores eléctricos, pueden seleccionarse de diferente metal en el caso de cobre, su pureza no es menor de 99.9%, otros metales tienen diferentes aleaciones, en ése caso:

- ¿Cuál seleccionar?
- ¿Cómo asegurar que se suministra el ofertado?
- ¿Cuál es el tiempo de vida en la zona de instalación?
- ¿Es desnudo, tiene aislamiento, va al aire, esta enterrado?

Los conductores están sujetos a cambio en su temperatura de operación que modifican sus dimensiones físicas y causan falso contacto en las conexiones, en casos más graves fusión del metal resultando en corte de energía. Se recomienda seleccionar el material del conductor con el menor coeficiente de dilatación:

Metal	Coeficiente de dilatación (1°C)	
	Lineal	Cúbica
Cobre	$16,7 \times 10^{-6}$	$50,1 \times 10^{-6}$
Aluminio	$22,4 \times 10^{-6}$	$67,2 \times 10^{-6}$

Algunos metales son vulnerables en zonas costeras o de alta contaminación industrial, se pueden deteriorar con facilidad por diversas variables, el costo del mantenimiento y su periodicidad se incrementan. Si la Central Eléctrica se diseña y construye para venta posterior, existe la tentación de utilizar componentes de menor duración o hasta menor calidad, para obtener máximo rendimiento económico, afectando seguridad y durabilidad. ¿Se le informa al posterior inversionista?



Algunos metales se corroen con facilidad por condición atmosférica, o por contacto con otros metales.



## Transmisión de la energía

Para transmitir la energía de la Central Eléctrica a los centros de consumo, se utiliza la Red Eléctrica, está formada por torres, conductores, subestaciones y equipo auxiliar de protección, comunicaciones y control.

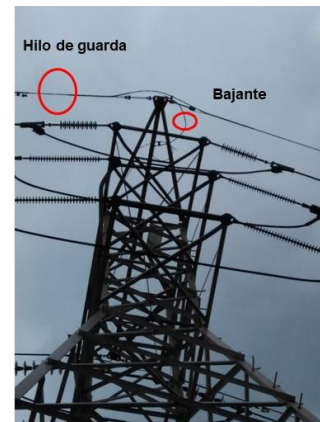
En la parte superior de las torres se ubica el hilo de guarda cuya función básica es proteger a los cables conductores de electricidad de descargas atmosféricas directas, esta protección no es 100 por ciento efectiva, puede presentarse impacto en los conductores y en la torre.

La energía de rayo en el hilo de guarda hay que enviarlo al terreno:

- Por la estructura de la torre.
- Por los cables de retenida.
- **Por un conductor para ese fin específico.**

(En el diseño se determina una o más trayectorias)

El hurto de cables de cobre predispone a utilizar otros metales o aleaciones, acate lo establecido en la norma o reglamento del país o localidad.



Algunos materiales en contacto con el terreno o el acero de la torre se deterioran, ya no es útil para conducir la corriente de rayo. El aluminio recubierto de cobre (CCA) en contacto con un electrolito o daño en el revestimiento de cobre pierde condiciones de seguridad.



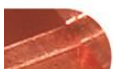
## Puesta a tierra, vulnerabilidad

El acero requiere 6 veces el diámetro de cobre para la misma capacidad de conducción, para el acero recubierto de cobre (CCS) depende del volumen de cobre utilizado.



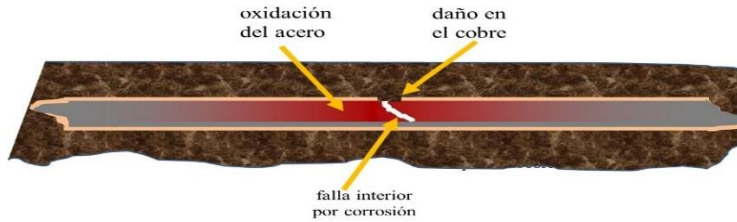
Los conductores de cobre:

- Son aceptados normativamente.
- No se deterioran en atmósfera marina o de contaminación industrial.
- Tienen altísima longevidad.





La ausencia del cobre protector (por daño mecánico o falla de fabricación) en el CCA o en el CCS permite que el conductor entre en contacto con agentes corrosivos o que se genere una pila galvánica entre los metales, la intensidad y velocidad de la corrosión depende de la concentración de los elementos corrosivos.



- Conductor recubierto de cobre enterrado, la corrosión inicia por daño mecánico en el cobre.
- Medición de continuidad o resistencia a tierra no refleja daño, el cobre no se corroe.
- Se pierde capacidad para corrientes de rayo y otras corrientes elevadas.

### Precio de la línea de transmisión

*Electric Light & Power, by Frank Alonso and Carolyn A. E. Grenwell*

[http://www.elp.com/articles/powergrid\\_international/print/volume-18/issue-2/features/underground-vs-overhead-power-line-installation-cost-comparison-.html](http://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-18/issue-2/features/underground-vs-overhead-power-line-installation-cost-comparison-.html)

Una línea de transmisión aérea típica de 69 kV de un solo circuito tiene un costo aproximado de \$285,000 Dólares norteamericanos por milla, para una línea subterránea el costo es de \$1.5 millones por milla. Wisconsin, USA.

Un impacto de rayo en la torre, por falla en la trayectoria a tierra, puede debilitarla y causar su caída por ese evento o por otros posteriores como viento o presencia de hielo en los conductores.

A mediano plazo es más económico utilizar conductores de cobre y protegerlo contra hurto.



Seleccione el conductor de la bajante del hilo de tierra no sólo por un “ahorro” inicial, incluya tiempo de vida esperado y el comportamiento ante condiciones atmosféricas e industriales en el lugar de instalación.

### Distribución de energía al usuario final

Algunos metales se corroen con facilidad por condición atmosférica, por contacto con el terreno o por contacto con otros metales, los diferentes elementos del sistema deben ser compatibles. El aluminio y el hierro regresan a su estado natural con facilidad, (óxidos, hidróxidos, sales).

Sistema de puesta a tierra en poste de transmisión, CDMX, Alcaldía Cuauhtémoc.

- Conductor: Aluminio
- Electrodo: Acero recubierto de cobre
- Conector: Hierro

Cuando falle la unión (por uso de metales no apropiados):  
 ¿De dónde se obtienen los recursos para decenas de miles de instalaciones en la ciudad?  
 ¿En cuánto tiempo se restituye el servicio en caso de falla?



Los conductores se seleccionan por sus características eléctricas, físicas y mecánicas, para el sitio y ubicación geográfica de operación.

Alimentación a vivienda en Atizapán de Zaragoza, Edo. Mex. Los conductores de acometida al paso peatonal, el neutro (aluminio) en contacto con el terreno y concreto armado, el conductor de fase prensado por la tapa de un antiguo registro de acometida subterráneo.

Cuando se trocen los cables por corrosión:  
¿De dónde obtener recursos para 30 millones de viviendas en el país?  
¿En cuánto tiempo se restituye el servicio?  
¿Cómo es la alimentación a comercios, fabricas, centros de salud, ...



En los ejemplos anteriores se logró ahorro económico en la instalación final hacia el usuario.

¿Cuánto cuesta el servicio de corregir la falla?

- Económico
- Materiales
- Humanos
- Administrativo

¿Por qué no utilizar componentes de probada duración y resistencia a sus condiciones de uso?

## Sanciones

### **Ley de la Industria eléctrica**

**Artículo 1.-** ...finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y **garantizar su operación continua...**

**Artículo 2.-** La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica...

**Artículo 3.-** Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

**XI. Continuidad:** Satisfacción de la demanda eléctrica de los Usuarios Finales con una frecuencia y duración de interrupciones menor a lo establecido en los criterios respectivos que emita la CRE;

**Artículo 4.-** ...La generación y comercialización de energía eléctrica son servicios que se prestan en un régimen de **libre competencia**.

**La competencia comercial puede disminuir la confiabilidad del servicio:**

**¡Materiales de menor calidad o duración! ¡Menor dedicación al mantenimiento!**

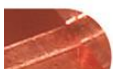
**Artículo 6.-** El Estado establecerá y ejecutará la política, regulación y vigilancia de la industria eléctrica a través de la Secretaría y la CRE... objetivos:

**I. Garantizar la eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional;**

**VII. Proteger los intereses de los Usuarios Finales.**

**Artículo 11.-** La Secretaría está facultada para:

**XLI. Imponer las sanciones...**



**Artículo 165.-** ...se sancionarán de conformidad con lo siguiente:

**I. Con multa del dos al diez por ciento de los ingresos brutos** percibidos en el año anterior por:

**k)** Dejar de observar, de manera grave a juicio de la CRE, las disposiciones en materia de la Calidad, Confiabilidad, Continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional;

**II. Con multa de cincuenta mil a doscientos mil salarios mínimos** por:

**c)** Incumplir las disposiciones en materia de la Calidad, Confiabilidad, Continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional;

**Resolución Núm. RES/151/2016**

### **2.7 Costo de la energía no suministrada**

*El costo de la energía no suministrada lo determinará la SENER, y reflejará el costo que tiene para la economía cada kWh que deje de suministrarse. Para los estudios de planeación, se considerará un valor para la energía no suministrada de 2.61 USD/kWh. Posteriormente, este valor podrá ser actualizado por la SENER.*

## **Conclusiones**

La generación de energía eléctrica, su transmisión y distribución son importantes para el desarrollo del país. El marco legal establece sanciones al incumplimiento en la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

Es obligación de los actores de la Industria Eléctrica la continuidad de su servicio.

**Utilice conductores y elementos de conexión apropiados al uso y localidad de la instalación, son variables de cumplimiento en la continuidad del servicio.**

