



## Guía para presentación de trabajos – Entrega de resumen

Antes de iniciar, favor nombrar su archivo con la siguiente estructura:

**RES\_PAIS\_LETRA INICIAL NOMBRE\_PRIMER APELLIDO\_CIMGA2024.pdf**  
(Los textos en rojo son caracteres fijos)

Ejemplo: **RES\_COL\_M\_MEDINA\_CIMGA2024.pdf**

**Título del trabajo propuesto:**

Consideraciones de seguridad operativa en instalación de herrajes de compresión para LT de 230 kV

<b>Nombre del primer autor:</b> Fabián R. Rojas L.	<b>Teléfono fijo:</b> 3268000	<b>Móvil:</b> 3102599920
<b>Correo electrónico:</b> frojas@enlaza.red		<b>País:</b> <b>Colombia</b>
<b>Empresa:</b> Enlaza Grupo Energía Bogotá SAS ESP	<b>Cargo:</b> Asesor I	
<b>Nombre del segundo autor:</b> Oscar A. Gonzalez L.	<b>Teléfono fijo:</b> 3268000	<b>Móvil:</b> 3214387729
<b>Correo electrónico:</b> ogonzalez@enlaza.red		<b>País:</b> Colombia
<b>Empresa:</b> Enlaza Grupo Energía Bogotá SAS ESP	<b>Cargo:</b> Asesor I	
<b>Nombre del tercer autor:</b> Juan J. Valencia G.	<b>Teléfono fijo:</b> 3268000	<b>Móvil:</b> 3229063189
<b>Correo electrónico:</b> jvalencia@enlaza.red		<b>País:</b> Colombia
<b>Empresa:</b> Enlaza Grupo Energía Bogotá SAS ESP	<b>Cargo:</b> Asesor I	

### Objetivo del trabajo:

Presentar el contexto e importancia de los elementos de compresión en LT de 230 kV, explicando las causas raíz de la difusión de malas prácticas de instalación y cómo estas afectan la confiabilidad y vida útil de estos elementos y las LT donde se encuentran, además, evidenciando un posible incumplimiento legal al usar conductores de potencia y guarda como puntos de anclaje para trabajos en altura cuando contienen este tipo de elementos con desviaciones de calidad en su instalación.

### Resumen del trabajo:

Dentro de los elementos mecánicos que generan mayor interés en las LT se encuentran los herrajes de compresión (empalmes y grapas de retención), elementos que ante una falla súbita puede generar



desprendimiento o rotura de los conductores con las implicaciones de confiabilidad y seguridad asociadas, por lo cual, se invierten importantes recursos para predecir su estado actual y vida remanente. Dichos elementos para su instalación son troquelados hidráulicamente (ponchados), sobre cada uno de los materiales de acuerdo con tipo de conductor, permitiendo unir los hilos metálicos internos o externos de tramos de conductores, otorgando parámetros mecánicos de esfuerzo máximo de rotura, vida útil y confiabilidad.

El aseguramiento de las condiciones mecánicas del troquelado y los elementos que se usan debe ser parte integral del control operativo y de seguridad del proceso, se han evidenciado varios casos en los cuales la estabilidad mecánica de las matrices de ponchado (dados) no se garantiza en el tiempo y estos elementos pierden paulatinamente las medidas y tolerancias originales, generando una compresión con medidas finales diferentes a las recomendadas, lo que afecta la capacidad mecánica del empalme y puede llegar a afectar su vida útil. La pérdida de capacidades mecánicas en las matrices de ponchado se ve potencializada por un aspecto adicional relacionado con su fabricación en el mercado local. Los costos de este tipo de elementos cuando son certificados por los fabricantes de empalmes/grapas de retención (en general importados) pueden ser entre 10 a 15 veces mayor a los costos de los dados fabricados localmente sin certificación. La gran mayoría de fabricantes locales no pueden garantizar los parámetros de dureza y tolerancia de los materiales de fabricación, lo cual acelera su deterioro.

En el sector algunas empresas de transmisión han identificado la incorrecta instalación de herrajes de compresión como un problema sectorial. Al ser constituidos por materiales dúctiles los herrajes de compresión cuando son maquinados por las matrices, experimentan una deformación fría a temperatura ambiente, este proceso genera un endurecimiento mecánico originado en la deformación que desencadena la interacción de las dislocaciones del material. La deformación fría hasta determinados umbrales controlados por la distancia final entre los lados del elemento garantiza un equilibrio entre el aumento de dureza y la pérdida de ductilidad del material, manteniendo el elemento en una zona específica de deformación plástica. Si los parámetros de compresión y calidad de maquinado no son adecuadamente controlados la dureza final puede ser mayor y generar rotura súbita ante sobre-compresiones o excesiva ductilidad con el riesgo de escurrimiento del material, cuando son sub-comprimidos.

Este trabajo presenta los aspectos de uso de los elementos de compresión en LT de 230 kV, haciendo un contexto histórico que explica la difusión de malas prácticas de ponchado en el sector, las consideraciones técnicas de vida útil de estos elementos y como se ve afectada por ponchados deficientes, destacando los impactos de la sobre-compresión y la sub-compresión, además, explicando los efectos de la peligrosa práctica de “calzado” de matrices y limados profundos. Bajo este marco se presentan ejemplos visuales de elementos instalados que sufren un envejecimiento acelerado y riesgo de falla súbita por dichas prácticas. Se presenta un apartado de las principales técnicas de evaluación de estado y como algunas de estas resultan inaplicables en elementos con una mala instalación. Se presenta también una consideración de posible incumplimiento legal en trabajos en altura cuando se usan conductores o guardas como puntos de anclaje o como elementos de tránsito. Se finaliza con un apartado que muestra las soluciones de ingeniería que permiten reacondicionar elementos con este tipo de fallas.



### Tabla de contenido del trabajo:

1. Introducción
2. Problemática y contexto histórico
3. Consideraciones técnicas de vida útil en herrajes de compresión
4. Impactos de las desviaciones de calidad en la instalación
  - 4.1. Afectaciones por sobre compresión
  - 4.2. Afectaciones por sub compresión
  - 4.3. Afectaciones por calzado de matrices
  - 4.4. Afectaciones por limados
5. Estudio de caso en una empresa de transmisión
6. Técnicas de evaluación de estado de herrajes de compresión
  - 6.1. Termografía y pruebas de medición de  $T^{\circ}$
  - 6.2. Medición de  $\mu R$
  - 6.3. Reluctancia
  - 6.4. Rayos X
  - 6.5. Boroscópio
7. Consideración de seguridad y trabajo en alturas con estos elementos
8. Conclusiones





- Uso de energías alternativas, aplicadas en los procesos de mantenimiento

## **2. GESTIÓN DE ACTIVOS**

### **2.1 Ciclo de vida de los Activos**

- Desincorporación de activos
- Costo del ciclo de vida del activo
- Vida remanente de los activos
- Etapas tempranas y su influencia en el resto del ciclo de vida
- Evolución de la gestión de activos 4.0
- Técnicas y casos para reemplazo de equipos
- Gestión de inversiones en activos
- Gestión de activos y la relación con la sostenibilidad en el ciclo de vida

### **2.2 Implementación de la Gestión de Activos**

- Gestión de activos intangibles
- Gestión de activos y las energías alternativas
- Gestión de contratación (contratos por desempeño)
- Gestión de riesgos
- Integración de los sistemas de gestión con gestión de activos
- Resiliencia en gestión de activos
- Alineación de planes GA con PEGA
- Experiencias en certificación de gestión de activos (nacionales e internacionales)

### **2.3 Aproximación Estratégica de la implementación de Gestión de Activos:**

- Importancia estratégica de la gestión de activos en su compañía: Objetivos estratégicos que impacta, indicadores, beneficios obtenidos - evolución de indicadores y resultados (*antes de gestión de activos, durante el proceso*)
- La gestión del Talento Humano en la implementación de gestión de activos: Liderazgo y cultura, gestión del cambio, lecciones aprendidas del proceso
- La Digitalización en la gestión de activos. Experiencias en la compañía, beneficio-costos real vs caso de negocio
- Nivel de utilización de la gestión de activos en su compañía y ejemplos en la toma de decisiones estratégicas en las distintas fases del ciclo de vida (*Diseño-adquisición, Instalación-Construcción, Operación, Mantenimiento, Mejoramiento, Desincorporación*)