

## Zero Heights

Disminuir el riesgo en operaciones comerciales y técnicas, eliminando el trabajo en alturas

Yeison Garzon, Diego Granados

Grupo Enel Codensa

Bogotá, Colombia

[diego.granados@enel.com](mailto:diego.granados@enel.com); [yeison.garzon@enel.com](mailto:yeison.garzon@enel.com)

### Resumen:

Las interrupciones en la prestación del servicio energético son más comunes en la temporada de verano e invierno, lo anterior, debido al incremento en la presencia de objetos extraños, la dispersión de las zonas en los circuitos eléctricos de distribución. Actualmente, se desarrolla el despeje de estas redes por métodos convencionales, los cuales implican altos costos, tiempos prolongados y personal experimentado, generando riesgos asociados a la afectación de la integridad de los operadores. En el desarrollo del proyecto Zero Heights de la Unidad Operativa Cundinamarca, permite mejorar el modelo de operación, logrando que se efectúe de manera más rápida, segura, precisa y con menos personal y eliminando los riesgos de trabajo en alturas, ergonómico, mecánico y eléctrico.

### Abstract:

Interruptions in the provision of the energy service are more common in the summer and winter season, the foregoing, due to the increase in the presence of foreign objects, the dispersion of the zones in the electric distribution circuits. Currently, the clearing of these networks is developed by conventional methods, which involve high costs, long times and experienced personnel, generating risks associated with affecting the integrity of the operators. In the development of the Zero Heights project of the Cundinamarca Operational Unit, it allows to improve the operation model, making it to be carried out more quickly, safely, accurately and with less personnel and eliminating the risks of work in ergonomic and mechanic electrical heights

**Palabras claves:** Drone, Tecnología, Prototipo, Seguridad, Red de Cableado, Eliminación De Riesgos, Trabajo en alturas, himenópteros, anafilaxis, SAIDI

### I. INTRODUCCIÓN

El Grupo Enel Codensa a partir de la creación de equipos de trabajo, ha venido desarrollando estrategias de mejora a partir de la innovación en el desarrollo de las actividades cotidianas. Es por esto, que se da la iniciativa Zero Heights, cuyo objetivo principal es usar algunos modelos tecnológicos como pilar fundamental para el desarrollo de estas actividades, ya sean en terreno o en la oficina, con el objetivo de aumentar seguridad y rendimientos, todo esto encaminado al perfeccionamiento de los índices de calidad de la compañía y a la mejora continua de los procesos. Se pretende proponer nuevas tecnologías en pro de reducir la accidentalidad y mejora de los procesos en terreno, con el fin de aumentar los rendimientos y optimizar recursos, procurando la calidad de vida de los trabajadores. Todo esto para dar cumplimiento con los objetivos de la UOC (Unidad Operativa Cundinamarca).

Uno de los hitos propuestos en la iniciativa es la implementación de vehículos aéreos no tripulados o “drones”, los cuales en la actualidad son conocidos por los diversos usos que tienen en la sociedad y la disposición de esta tecnología para la investigación científica o desarrollo de actividades de toda clase. En Zero Heights, se propone como herramienta para a la toma de corrientes y voltajes, además de la presentación de nueva propuestas adicionales que encaminan a los óptimos resultados de las más importantes de la operación día a día, en los municipios rurales de Cundinamarca.

Organiza:



Apoyan:



<b>1. Toma con equipo aéreo de Corrientes en Nivel de tensión 2- (Equipo Dron)</b>
<b>2. Toma de Corriente en niveles de tensión 1 y 2. (Redes Abierta)</b>
<b>3. Toma de Voltaje en niveles de tensión 1. (Red Abierta)</b>
<b>4. Dispositivo para cambio de Macro medidor en Nivel de tensión 1, sin Apertura de transformador.</b>
<b>5. Equipo soporte para Marcación de la infraestructura eléctrica (puntos Físicos)</b>
<b>6. Mecanismo para mitigar el riesgo biológico a nivel de piso (Equipo himenópteros)</b>
<b>7. Instalación de Puestas a tierra desde nivel piso con equipo adaptador</b>
<b>8. Implementación de dispositivo para pruebas de transformadores en vacío.</b>
<b>9. Equipo para corte de Acometidas en redes para nivel de tensión 1.</b>

Tabla. 1. Proyectos Cero Alturas.

Para las soluciones inmediatas, además de otros mecanismos requeridos en las diferentes operaciones de niveles de tensión 1 y 2, se ratifican las estrategias que se ejecutan en la actualidad por medios de manipulación como pértigas y equipos.

Este proyecto pretende ser un aporte fundamental en el balance de los indicadores de calidad (disminución de la afectación del SAIDI – Duración de cada interrupción del servicio de energía), indicador de seguridad (Disminución de IF - Índice de frecuencia e IG - índice de gravedad) e indicador de rendimientos (Aumento de rendimientos de cuadrillas). Además, se ejecuta con el fin de generar beneficios tales como la disminución en los esfuerzos físicos, la reducción en la accidentalidad y principalmente rendimiento en los trabajos.

## II. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Esta iniciativa en curso tiene la finalidad de mitigar los incidentes y accidentes de alto riesgo que se venían presentando con los trabajadores que realizan las actividades diarias en alturas, controlando los siguientes factores:

**Trabajo en alturas:** Resolución 1409 del 2012, evitar la caída de trabajo en alturas de los trabajadores que realizan estas actividades diariamente.

**Riesgo eléctrico:** Controlar el contacto directo con redes energizadas de baja y media tensión, utilizando guantes dieléctricos y pértigas aisladas para trabajo a distancia.

**Riesgo mecánico:** Controlar las lesiones que pueden ser causadas al manipular herramientas y equipos de ascenso como arnés, mosquetones, manilas, escaleras, grúas y otros elementos que pueden ser utilizados en la operación.

**Riesgo biológico:** Evitar la picadura de enjambres de abejas que se anidan en los orificios de los postes, controlando la anafilaxis que puede ser ocasionada por el veneno inyectado.

**Riesgo ergonómico:** De acuerdo a los estudios de ergonomía es diseñar equipos que ayuden a evitar la manipulación de cargas.

Através de los trabajos del día – día, en operaciones comerciales y técnicas se ha evidenciado los altos riesgos de accidentalidad por mal estado en postes de madera, seguido por la percepción negativa de los clientes frente al servicio y el incremento negativo de los indicadores de calidad del servicio, sin embargo los procedimientos existentes se cumplen, pero con un desvío de tiempo de respuesta muy baja. Afectando la imagen de las entidades prestadoras de servicio.

Con el fin de disminuir los impactos en el servicio de energía, compañías como CODENSA, han diseñado todo tipo de estrategias (Plan de Mitigación de Fallas), en el cual se han ocupado grandes grupos de personal durante todo el periodo.

En distintas épocas de la compañía se puede evidenciar las diferentes fallas que se presentan en el día a día, el restablecimiento del servicio es una de las medidas más importantes, además que abarca una serie de procesos, anunciando la inestabilidad de los indicadores de gestión.

En este plan de mitigación se equiparon cuadrillas para retirar, medir, corregir, instalar y realizar trabajos de restablecimiento

Organiza:



Apoyan:



del servicio, incluso en línea viva cuando fuese necesario [1]. Este proceso además de ser demorado, costoso y dispendioso, genera riesgos para aquellos funcionarios que realizan el retiro de estos elementos debido a la ubicación de las redes eléctricas, catalogándolo como trabajo en alturas.

Adicional a este plan técnico estratégico, CODENSA, inició un plan de capacitación de Trabajo seguro en alturas, basado en el comportamiento íntegro, este se viene desarrollando desde 2010, con el fin de crear una cultura de trabajo eficaz con los grupos operativos.

El objetivo del presente proyecto se centra en estructurar varios sistemas que permita emplear modelos alternos como herramientas para la normalización de servicio de energía en línea, identificación de datos, respuesta eficaz. Optimizando los tiempos de operación.

### III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA



Fig. 2. Grupo de Investigación y desarrollo

Investigando las tecnologías vigentes en el mercado universal, se conocen los drones hoy por hoy como una herramienta de uso general, que bien implementados pueden traer grandes beneficios en el desarrollo de operaciones como las que se desea ejecutar en la UOC.

#### 1. Toma con equipo aéreo de Corrientes en Nivel de tensión 2 (Equipo Dron)

Los drones son una herramienta útil capaz de optimizar la El operario tiene la opción de mantener la medida receptor en sus manos, para la lectura sea lo más correcta y acertada posible.

realización de muchas tareas o trabajos y de aumentar la eficiencia de las empresas y negocios. Adicional, funcionan con el empleo de energía limpia, lo cual aporta un valor agregado a su implementación.

La máquina consta de un mecanismo de conducción mediante radiocontrol. A pesar de ello, no se limita solo a las instrucciones que recibe, pues está en la capacidad de ejecutar ciertas actividades o tareas de forma autónoma, gracias al giroscopio, GPS, los sensores de nivel y de altura que posee incorporados en su estructura, la cual está generalmente fabricada con material polipropileno expandido, el cual es liviano y posee gran resistencia [2].

El dron implementado en la propuesta de proyecto, presenta las siguientes características:

- Multitrotor de 6 motores
- ESC (Electronic Speed Control)
- Controlador de vuelo
- GPS, Cámara y estabilizador
- FPV (First Person View): transmisión y recepción de video capturado por la cámara en tiempo real
- Control de encendido de arco voltaico.



Fig. 3. Instalación Dron con Pinza sensor Link

#### 2. Toma de Corriente en niveles de tensión 1. (Redes Abierta)

El Equipo Sensor Link es una herramienta muy importante para los equipos de operación, su tecnología y característica principal se basa en mostrar la lectura actual a una distancia de 15 Mts, de receptor a remoto, Todas las mediciones son inductivas, lo cual no usa materiales magnéticos y no tiene partes móviles, su lectura múltiple graba instantáneamente.

Organiza:



Apoyan:





Fig. 2. Toma de Corriente con Pinza sensor Link

### 3. Toma de Voltaje en niveles de tensión 1. (Red Abierta)



Fig. 3. Toma de Voltaje con Pinza sensor Link

El operario tiene la opción de mantener la medida receptor para que la lectura sea lo más correcta y acertada posible, además es durable y capaz de medir con precisión de 1 a 5000 amperios en niveles de tensión 1 y 2, sin embargo se está validando niveles de tensión 3.

### 4. Dispositivo para cambio de Macro medidor en Nivel de tensión 1, sin Apertura de transformador.



Fig. 4. Dispositivo para cambio de macro medidor, sin apertura de transformador.

Este sistema permite ubicar una caja bornena antes del grupo de medida del macro medidor. Su finalidad consiste en cortocircuitar las señales de corrientes y aislar las señales de tensión, para cambio del macro medidor sin afectación del servicio de energía evitando apertura de centros de distribución.

### 5. Equipo soporte para Marcación de la infraestructura eléctrica (puntos Físicos)



Fig. 5. Marcación de la infraestructura punto físico

Organiza:



Apoyan:



Este dispositivo permite marcar e identificar el número técnico (punto físico) de la infraestructura eléctrica en niveles de tensión 1 y 2, por medio de una plantilla desde nivel del piso

Este equipo contiene los siguientes elementos:

- Rojo Bermellón en Sprite
- Soporte accesorio para aerosol
- Plantilla de números
- Pértiga Telescópica

## 6. Mecanismo para mitigar el riesgo biológico a nivel de piso (Equipo himenópteros)



Fig. 6. Ayuntador de Abejas

En algunos de los orificios internos de la posterior de concreto, reposan agentes biológicos (abejas, insectos), en distintos casos se ha identificado, un alto en los trabajos, debido a la presencia de estos animales, poniendo en riesgo la salud de los operarios de red.

Con ayuda de los entes ambientales, se realizaron pruebas de investigación con agentes químicos (Jabón Fab, Repelente) y agua, el resultado indicó que al expandir esta mezcla de líquido nos permite trabajar de manera segura en un lapso de tiempo (2-3 horas), sin la presencia de estos agentes biológicos.

Este equipo contiene los siguientes elementos:

- Equipo de Bombeo
- Pértiga

- Traje de Apicultura.

## 7. Instalación de Puestas a tierra desde nivel piso- con equipo adaptador



Fig. 7. Equipo puesta a Tierra B.T.

Se implementó un dispositivo de equipo de puestas a tierra destinado para redes eléctricas áreas desnudas de baja tensión. Con un máximo de 4 conductores (1 neutro- 3 fases), esta labor se realiza con una pértiga telescópica desde el suelo. Solución muy oportuna en los mantenimientos y restablecimientos de servicio.

Este equipo contiene los siguientes elementos:

- Equipo de Puesta a Tierra (Diseño Nuevo)
- Barreno
- Pértiga

## 8. Implementación de dispositivo para pruebas de transformadores en vacío.

Se diseñó un sistema para probar los transformadores en sitio sin ascenso a poste, consiste en instalar cuchillas mono polares 400 Amp de protección a los DPS, luego al sistema de protección Fusibles NH, 0 -125A 500V en BT.

Para validar su funcionamiento de los DPS, se realiza apertura del seccionamiento monopolar, luego Apertura de los Fusibles NH, para descartar la falla en red de BT. Por último se intercala el fusible de protección MT para validar el estado del transformador

Este equipo contiene los siguientes elementos:

- Tres seccionadores monopolares 400 Amp, para transformadores trifásicos.

Organiza:



Apoyan:



- Cortacircuitos
- Seccionamiento Monopolar en BT ( Fusible NH)



Fig. 7. Dispositivo para prueba de transformadores en vacío

- Pértiga

En conjunto con la Firma Quanta-(Jorge Sanchez), Care Security y con el apoyo investigativo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL), se realizaron pruebas en diferentes alturas, a partir de lo cual se logró comprobar que la altura no determina la viabilidad de las actividades. Además, se evaluaron las distancias de seguridad para aplicar los nueve proyectos, se destaca la toma de corrientes y voltajes con el Dron.

A partir de un protocolo de pruebas establecido, se evaluaron los tiempos y demás variables requeridas, realizando las mejoras con cada iteración hasta obtener el prototipo final. Adicional, durante el desarrollo de dichas pruebas, se evidenció el proceso de aprendizaje para la manipulación del equipo por parte del personal operativo, logrando así la puesta en marcha del proyecto.

## 9. Equipo para corte de Acometidas en redes para nivel de tensión 1.



Fig. 9. Equipo para corte de Acometidas.

Este dispositivo, se diseñó con el fin de dismantelar redes, desde nivel del piso, en su gran mayoría en los proyectos de inversión de plan calidad (Overhaul). En la actualidad el operario asciende a la red BT, utilizando la cizalla, para cortar cables hasta calibre 2-4-6 ASCR en redes aéreas.

Este equipo contiene los siguientes elementos:

- Equipo de Desgarretadora para cable

## IV RESULTADOS

Una vez desarrollado los nueve temarios de cero Alturas, aduciendo en los nuevos procesos y normatividad para ascenso de poste e infraestructura, nos indica que los tiempos de reducción son significativos, lo más importante de hacer cambiar los procesos sin necesidad de afectar la operación, disminuyendo el tiempo, y aumentado la rentabilidad de las operaciones programadas.

El método convencional presenta un promedio en ascender por cada operación de 25 minutos incluyendo la operación en general, el producto final bajo las nuevas iniciativas muestra por cada operación 5,44 minutos promedio en ejecución.



Fig.10. Toma de Corrientes con equipo Sensor Link

Organiza:



Apoyan:



# Formato Paper



Con esta aplicación se reducen los tiempos en aproximadamente un 70% con respecto al sistema convencional (ascenso con equipo), aspecto que se ve relacionado, en primer lugar, con el tiempo que se requiere al ejecutar trabajos en alturas con todo el alistamiento y protocolos que estos requieren.

Los tiempos de instalación y ejecución que requiere cada uno de los proyectos de cero alturas se presentan en la Tabla 1.

Actividad	Cero alturas	Metodo convencional
Toma de corrientes y voltajes	5,2	25,21
cambio de macromedidor	4,9	27,45
Marcacion de infraestructura punto fisico	6,3	21,23
Instalacion de puestas a Tierra BT	5,2	24,56
equipo para corte de acometidas	5,6	26,56
<b>TOTAL (min)</b>	<b>27,2</b>	<b>125,01</b>

Tabla.2. Comparación de tiempos en minutos

## V. CONCLUSIONES

Los equipos diseñados optimizan de forma efectiva los procesos de toma de corrientes, voltajes, corte de acometidas, puestas a tierra BT, cambio de macromedidores, marcación de infraestructura y prueba en vacío de transformadores, con estos dispositivos los tiempos de ejecución disminuyen en un alto porcentaje y los resultados son efectivos (Tabla 2).

La variable más efectiva en la aplicación de esta tecnología es el tiempo, pues en comparación con el método convencional, existen varios aspectos que influyen en su ejecución tales como: a) la cantidad de personal requerido es menor, b) no se efectúa trabajo en alturas, ni exposición de tipo ergonómico y eléctrico.

La implementación de nuevas tecnologías en el desarrollo de las actividades laborales cotidianas, evidencia la mejora en los índices de rendimiento y calidad de servicio de la compañía, así

como influye en aspectos como accidentalidad laboral en terreno.

## AGRADECIMIENTOS

Se reconoce en primer lugar la labor realizada por la empresa Latinoamericana de Seguridad Eléctrica SAS (LASEGE), quienes de manera desinteresada han venido realizando las pruebas, los pilotos necesarios y la inversión que permitió tener esta implementación en servicio.

Se reconoce el apoyo de las cuadrillas y supervisores del Grupo Enel, de quienes nacen estas iniciativas y que aportaron ideas y tiempo en las pruebas desarrolladas, permitiendo el avance en armonía del mismo.

Agradecimientos especiales al grupo de innovación y al equipo Smart Town quienes siempre han apoyado estas iniciativas que están directamente enfocadas a mejorar rendimientos, seguridad y calidad en el servicio a los clientes de CODENSA.

Agradecimiento especial a los Ing. Ximena León y Dexter Beltran, quienes apoyaron estas iniciativas y siempre estuvieron atentos de los avances.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que hicieron parte de la ejecución del proyecto y confiaron en el éxito de esta iniciativa como una realidad para Hacer las Cosas de Manera Diferente.

## VI. REFERENCIAS

- [1] Revista Semana, «¿los diez oficios mas riesgosos?», sector eléctrico, trabajo en alturas, forencis, consejo nacional de seguridad ,Bogotá, Colombia, 2017.
- [2] Instalaciones Electricas de gran Altura, « Una introducción, características y cómo su inclusión cambia la forma de trabajo,» De Instalaciones Eléctricas de gran Altura, México, 2017.

Organiza:



Apoyan:

