

## Piloto de una solución de conectividad para Instituciones Educativas en la Guajira como mecanismo para el relacionamiento con las comunidades y apalancar una mejor gestión de los activos en Enlaza

Carlos Grisales Ibarra - Juan Pablo Tovar Ochoa - María Alejandra García Ferro – Eduardo Ortiz Valencia  
Enlaza Grupo Energía Bogotá S.A. E.S.P.  
Cra. 9 # 73-40

[cgrisales@enlaza.red](mailto:cgrisales@enlaza.red) - [jtovar@enlaza.red](mailto:jtovar@enlaza.red) - [mgarcia@enlaza.red](mailto:mgarcia@enlaza.red) - [eortiz@enlaza.red](mailto:eortiz@enlaza.red)

Bogotá, D.C. – Colombia

### Resumen

Enlaza, filial de transmisión del Grupo Energía Bogotá (GEB), implementó una solución innovadora para brindar conectividad a las comunidades ubicadas en sus áreas de influencia de uno de sus proyectos de transmisión de energía eléctrica, aprovechando los hilos de fibra óptica disponibles en el cable OPGW. La solución consta de dos nodos: el primario que conecta el sistema a la red nacional de internet y el secundario con la instalación de radioenlaces en las torres de transmisión, que extiende la señal a zonas de acceso denominadas Zonas Digitales [1].

La solución de servicio se entregó implementando un radio enlace, instalado en el nodo secundario, a través de una solución punto – multipunto que es común en sistemas de comunicación para redes Wi-Fi.

Las Zonas Digitales se instalaron en 10 Instituciones Educativas (IEs) del municipio de Riohacha (La Guajira) en donde actualmente se presta el servicio de internet de manera gratuita para los beneficiarios.

Este piloto hace parte del programa *Comunidades Enlazadas*, con el que Enlaza busca fortalecer su relacionamiento territorial y contribuir a la mejora de las condiciones de vida en las comunidades asociadas a las áreas de influencia por donde pasa la infraestructura eléctrica.

A través de un enfoque diferencial, la iniciativa genera valor compartido y garantiza la sostenibilidad a largo plazo con el territorio, no solo brindando soluciones de conectividad, sino también impulsando una transformación real y duradera en la vida de las comunidades, gracias a una mirada integral del ciclo de vida del negocio de transmisión de energía eléctrica.

### Introducción

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la sinergia entre los sectores de energía y telecomunicaciones puede generar importantes beneficios para la sociedad, en términos de eficiencia, costos y calidad de los servicios. La instalación de fibra óptica o telecomunicaciones satelitales en redes eléctricas puede permitir una mayor capacidad de transmisión y una mejor gestión de la energía. Además, la integración de sistemas eléctricos con soluciones off-grid puede contribuir a llevar servicios básicos de telecomunicaciones a zonas rurales o remotas (Irigoyen, 2023). [2]

Al integrar la infraestructura de energía eléctrica y telecomunicaciones, es posible implementar tecnologías inteligentes de gestión de energía, lo que permite optimizar el consumo y reducir los desperdicios. Esta integración también puede mejorar la gestión de la demanda, permitiendo que la energía se dirija de manera más eficiente a las áreas que más la necesitan. Asimismo, puede resultar en una reducción de costos, ya que la

implementación de una infraestructura única suele ser más económica que la de dos infraestructuras independientes (Irigoyen, 2023). [2]

Por otra parte, incrementar el acceso a internet en zonas donde es limitado puede resultar ser un factor determinante que potencie el aprendizaje, la enseñanza y la gestión educativa [3]. El internet amplía las oportunidades de acceso a información actualizada y recursos educativos de calidad, facilita la conexión con plataformas de aprendizaje en línea, y fomenta el desarrollo de competencias digitales. Además, permite a los docentes innovar en sus metodologías, colaborar con colegas globalmente y enriquecer sus clases con herramientas interactivas. Para los estudiantes, el internet abre puertas al conocimiento autodirigido y promueve una educación más equitativa al conectar incluso a comunidades remotas con recursos y experiencias globales. [3]

Fundamentalmente, este proyecto piloto buscaba identificar opciones en las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión, que pudieran utilizarse para la provisión de servicios de telecomunicaciones, especialmente en las zonas más apartadas del territorio, como una estrategia de relacionamiento para apalancar una mejor gestión de los activos de Enlaza.

### El Proyecto

Localización: Para que Enlaza validara y comprobara la posibilidad de llegar a una solución de internet a través de las líneas de transmisión, era necesario contar con un activo en operación, en una región preferiblemente plana y donde Enlaza tuviera un buen conocimiento del entorno social. Teniendo en cuenta que Enlaza tiene una línea de transmisión en el departamento de La Guajira: línea Riohacha – Maicao 110 kV - RIMA de 76kms, con disponibilidad de fibra óptica y más de **170 torres** (algunas con alturas superiores a los 40 metros), esta infraestructura fue seleccionada para la implementación del piloto.

Dentro de la línea RIMA, se eligió la **torre RIMA 34** para la instalación del nodo secundario debido a su altura de **53,12 metros**, lo que permitió un **radio de dispersión de la señal de internet de 12 km a la redonda**. Un criterio clave para esta selección fue la presencia de **cajas de empalme del OPGW** en la torre, ya que estas permiten la conexión de los equipos de comunicación a la fibra óptica.

El nodo principal donde se une esta fibra con la troncal de internet nacional está ubicado en la subestación Riohacha, propiedad de Air-e y se encuentra aproximadamente a 10 km del nodo secundario.

Para la Red de Acceso se implementaron 10 Zonas Digitales en igual número de instituciones educativas, en donde toda persona que cuente con un dispositivo con acceso a WiFi y se encuentre a 100 metros a la redonda, puede conectarse a internet.

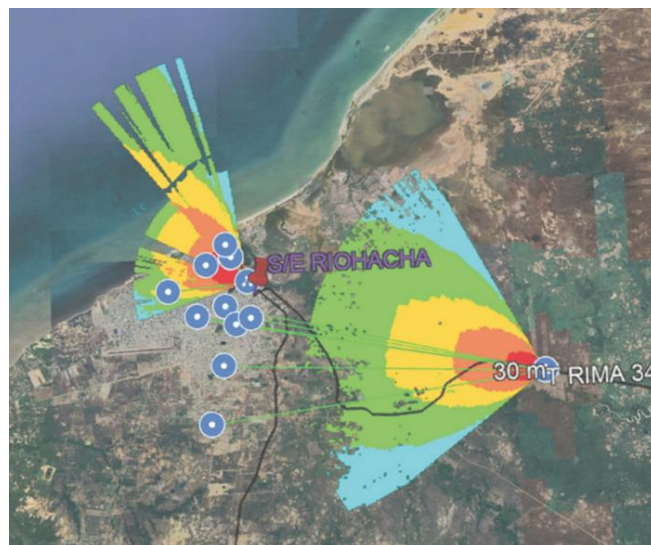


Fig 1. Ubicación del proyecto piloto. En la figura se aprecia la Torre RIMA34 (Nodo Secundario) y la SE Riohacha (Nodo Primario). Las 10 Instituciones Educativas se señalan con un círculo azul con un punto blanco.

**Solución técnica:** La solución de conectividad se logró a través del despliegue de un sistema de telecomunicaciones basado en una red troncal que fue implementada utilizando la infraestructura de transmisión de la línea RIMA. En esta red, la fibra óptica del cable OPGW se conectó a la red nacional a través del nodo primario.

Las características de la fibra óptica presentes en la línea de transmisión, permite establecer un enlace de alta capacidad, capaz de soportar altos volúmenes de tráfico, gestionados con equipos de borde de entrada. Este nodo sirve igualmente para desarrollar toda la administración, gestión, seguimiento y control de las Zonas Digitales, de manera que se realicen todas las configuraciones exigidas por el Ministerio de las TIC, para el filtrado y protección a menores en la conectividad a internet y depuración de sitios clasificados como peligrosos.

Como se mencionó anteriormente, el nodo secundario se implementó con la adecuación de la Torre RIMA 34, la cual cuenta con una caja de empalme de fibra óptica, en donde se hicieron las fusiones necesarias (unión de fibra óptica a través de fuente calórica) para integrar una nueva fibra que conecta a los equipos de telecomunicaciones. Dado que las torres de transmisión no cuentan con energía de baja tensión para alimentar los equipos activos, se implementó una solución de energía fotovoltaica individual.

Aprovechando la altura de la torre, tanto los equipos de telecomunicaciones como la solución de energía fueron instalados a una altura de **25 a 35 metros**, optimizando la cobertura de la señal y garantizando un funcionamiento eficiente del sistema.

Para llegar a la red de acceso, es decir, a la Zona Digital, se utilizan radioenlaces, en una solución punto – multipunto, que es un tipo de red de conectividad en donde un nodo central (punto – para este caso es el nodo secundario) se conecta y

comunica con múltiples nodos periféricos (multipunto – para este caso, cada una de las 10 IEs beneficiarias). Este modelo es común en aplicaciones inalámbricas y cableadas, enlaces satelitales, o sistemas de comunicación de datos en áreas rurales o como es el caso de este proyecto, en redes WiFi.



Fig 2. Nodo Secundario ubicado en la Torre RIMA34. Se pueden apreciar en el cuerpo de la torre los paneles solares que proveen de energía a los equipos del gabinete y a la antena de transmisión de radio.

Para llegar a la red de acceso, es decir, a la Zona Digital, se utilizan radioenlaces, en una solución punto – multipunto, que es un tipo de red de conectividad en donde un nodo central (punto – para este caso es el nodo secundario) se conecta y comunica con múltiples nodos periféricos (multipunto – para este caso, cada una de las 10 IEs beneficiarias). Este modelo es común en aplicaciones inalámbricas y cableadas, enlaces satelitales, o sistemas de comunicación de datos en áreas rurales o como es el caso de este proyecto, en redes WiFi.

Cada Zona Digital cuenta con una antena receptora, un decodificador de señal y un router o punto de acceso (AP - Módems) habilitados en 2.4Ghz y 5Ghz; con un área de cobertura entre 50 y 100 metros a la redonda. De esta forma se habilita un servicio de internet donde pueden conectarse dispositivos con acceso a WiFi. La velocidad mínima garantizada en cada uno de los

puntos ubicados en las 10 Instituciones Educativas es de 40 Mbs y son de acceso completamente público.

### Hipótesis

Con este proyecto piloto se esperaba comprobar que la implementación de una solución de internet, utilizando las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión, es una opción válida para extender la conectividad de manera eficiente en zonas rurales y de difícil acceso y que la interferencia electromagnética inherente al sistema de transmisión no afecta notablemente su capacidad ni la calidad del servicio de internet.

Al escalar esta solución, se espera que se convierta en un generador de valor compartido entre Enlaza y las comunidades del área de influencia de las líneas de transmisión. La mejora en la percepción territorial sobre los beneficios de los proyectos de transmisión de energía contribuirá a fortalecer el relacionamiento en los territorios de tal manera que se facilita el avance constructivo y por ende el inicio temprano de la operación, reduciendo el riesgo de compensaciones económicas por retrasos.

Asimismo, se prevé que las actividades de mantenimiento sobre la infraestructura eléctrica se realicen conforme a la programación establecida, ya que la iniciativa contribuye a mitigar posibles bloqueos comunitarios. Esto reduce el riesgo de suspensión de la operación, lo que podría afectar los ingresos de la empresa.

Desde una perspectiva de gestión de activos, esta solución también optimiza la operación y mantenimiento de la infraestructura de transmisión, al promover una mayor estabilidad en el acceso a las torres. La conectividad en estos puntos facilita la implementación de herramientas de monitoreo remoto, mejorando la eficiencia operativa y la respuesta ante eventos críticos.

Igualmente, se espera que las comunidades al tener acceso permanente a internet cuenten con una

mayor disponibilidad de recursos educativos en línea como programas interactivos, videos educativos y textos en línea. Esto les permitiría disfrutar de una educación más completa e igualitaria, y tener la capacidad de adquirir conocimientos adicionales para complementar los que reciben en el aula, lo que puede significar un aumento notable en la calidad educativa.

Finalmente, las oportunidades de acceso laboral y de emprendimiento podrían incrementarse, dado que las personas que tienen acceso a internet pueden adquirir habilidades prácticas en tecnología, como programación, edición de video y diseño gráfico. Esto les permitiría tener un mayor potencial de empleo y también, podría fomentar el espíritu empresarial.

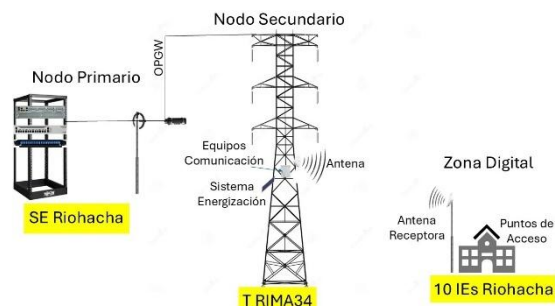


Fig 3. Esquema operación EnlazaNET: a través de un nodo primario se conecta la fibra óptica de la línea de transmisión, para luego derivarse en el nodo secundario, donde a través de señales de radio se dispersa en territorio. Las zonas WiFi reciben esta señal en las antenas receptoras que la llevan a un punto de acceso o módem, desde donde los usuarios se pueden conectar a internet.

Sistema de gestión: Los equipos de la Red de Acceso cuentan con Absolute, un software de administración de dispositivos y control parental, que permite asegurar que los estudiantes los usen de manera segura y no accedan a contenidos que puedan afectar su sensibilidad o en general, evitar un uso inapropiado de los equipos.

Absolute es una plataforma centralizada en la nube para inteligencia de negocios, que permite geolocalización con bloqueo remoto, lo que habilita la posibilidad de hacer análisis del uso de los dispositivos (inventario de Hardware o Software, aplicaciones más y menos usadas, páginas web más visitadas, tiempo promedio de uso del dispositivo, rendimiento de hardware (RAM, CPU, Disco), ubicación y rutinas de administración remota vía automatización de tareas).

Portal Cautivo: EnlazaNET incluyó la implementación de un Portal Cautivo, que es una página web que se presenta automáticamente a los usuarios cuando intentan acceder a una red WiFi pública. Antes de obtener acceso completo a internet, se realiza un proceso de captación de DATA, debidamente legalizada, cumpliendo con la ley de uso y protección de datos.

Igualmente, a través de EnlazaNET, el portal cautivo permite adelantar campañas con formatos, videos, encuestas e imágenes, incluyendo marketing personalizado (Instagram, Facebook, email marketing, videos, encuestas y app download) a los usuarios en los equipos conectados a la red WiFi.

Toda esta información se almacena y se procesa a través de un dashboard de analítica, en donde se puede conocer la frecuencia en el uso de la red en cada institución educativa, las horas a las que se conectan los usuarios y la preferencia frente a los videos que se disponen en el portal cautivo.

### **Resultados, discusión y conclusiones**

Validación técnica: a través de las aplicaciones del portal cautivo y la analítica de datos, se puede obtener información sobre la disponibilidad, velocidad de navegación, calidad en la atención al usuario y estado de las instituciones activas.

Esta información puede ser monitoreada en tiempo real, a través del aplicativo de gestión, lo que permite mantener un seguimiento permanente de los indicadores del servicio de conectividad.

En cada institución educativa se realiza este monitoreo en tiempo real: verificando que el servicio se encuentre en funcionamiento y que la efectividad del radioenlace permita entregar la velocidad pactada.

Estos aplicativos han permitido verificar y validar que la solución técnica de utilizar un sistema de radioenlaces punto – multipunto, aprovechando la infraestructura de transmisión de energía para llevar servicio de conectividad de internet a los territorios cercanos a esta infraestructura, es posible; y que, además, puede mantener unos estándares de velocidad y confiabilidad adecuados.

Validación de uso: Tan importante como comprobar que la solución técnica es viable, fue la verificación del uso del servicio por parte de la comunidad como parte fundamental para garantizar el éxito del piloto. Mediante la analítica de los datos obtenidos a través del portal cautivo, es posible comprobar el uso que la comunidad hace del servicio de internet.

Desde febrero de 2024, fecha en la que inició la operación del piloto, y hasta diciembre 2024, se registra el uso de EnlazaNET por parte de 2.734 personas, de las cuales 1.921 son alumnos y 813 son profesores o personas de las comunidades aledañas a las instituciones Educativas.

De acuerdo con la información entregada por la analítica de datos, se puede precisar el número de veces que esas 2.734 personas han utilizado EnlazaNET, desde febrero 2024, es de 35.440 conexiones.

Como se había mencionado, en cada ingreso para hacer uso de la red se reproduce un video con una

duración de entre 30 y 45 segundos. La persona que ingresa tiene la opción de decidir cuál video reproducir. Los videos disponibles son: i. ¿qué es Enlazanet?, ii. Ciclo de la Energía, iii. ¿Qué puedes hacer cerca de una torre de transmisión de energía eléctrica?, iv. ¿Qué no puedes hacer cerca de una torre de transmisión de energía eléctrica? v. ¿Qué es una línea de transmisión eléctrica? y vi. ¿Qué es una subestación eléctrica?

El portal cautivo lleva el conteo de las veces que cada video se ha reproducido, de esta manera Enlaza puede inferir un interés por parte de los usuarios hacia alguno de los temas propuestos.

En conclusión, EnlazaNET está siendo utilizado por alumnos, profesores y hasta por la comunidad cercana a las instituciones educativas. Esta situación valida que es una solución que está siendo útil a los beneficiarios y que representa un beneficio adecuado a las necesidades de las comunidades.

Relacionamiento: Este piloto hace parte del programa Comunidades Enlazadas con el que se busca tener un mejor relacionamiento en territorio gracias a una mirada integral del ciclo de vida del negocio con el que se logra una agregación de valor con una óptica diferencial.

Uso en la gestión de activos: Este tipo de proyectos benefician la gestión de activos productivos al hacer más sostenible y resiliente la relación de la empresa con las comunidades al actuar juntas hacia un beneficio mutuo. Se espera que este enfoque no solo optimice los resultados financieros, sino que también fortalezca la sostenibilidad a largo plazo de los activos de Enlaza.

Igualmente, la disponibilidad de internet en las líneas de transmisión puede fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas adaptadas a necesidades de las comunidades y de la gestión de los activos, como por ejemplo la tecnología LTE

(Long-Term Evolution) [4] que es un estándar de comunicaciones inalámbricas para redes móviles de alta velocidad, que permite a los dispositivos móviles (como smartphones, tablets y módems) conectarse a Internet con velocidades y estabilidad mucho mayores que las generaciones anteriores. De esta manera, pueden llegarse a acuerdos con la población en donde se les dote con telefonía móvil que sea funcional a través del internet que se entrega gracias a la infraestructura de Enlaza y la comunidad se compromete a reportar, a través de esta telefonía móvil, cualquier novedad que perciban de los activos de la infraestructura eléctrica, ayudando a reducir riesgos como actos vandálicos, robos o conflictos sociales.

Dado lo anterior, lo fundamental de este piloto, es que ha abierto la posibilidad de que los mismos activos se conviertan en el beneficio directo para la población, dado que la aceptación comunitaria de la infraestructura eléctrica es crucial para su desarrollo, operación y sostenimiento en el largo plazo.

### **Bibliografía**

- [1] MinTIC (9 de enero de 2025). Líneas de Fomento 2.0. MinTIC.  
<https://mintic.gov.co/portal/inicio/Iniciativas/Sector-TIC/160033:Zonas-Digitales>
- [2] A.G. José Irigoyen, "Empresas digitales del futuro: nuevas fronteras en servicios compartidos de energía y telecomunicaciones", en el webinar sobre Empresas Digitales del Futuro, BID, Washington, abril 19, 2023.
- [3] Internet Society (20 de noviembre de 2017). Acceso a internet y educación.  
<https://www.internetsociety.org/es/resources/doc/2017/internet-access-and-education/>
- [4] DIGI. ¿Qué es LTE: ¿Cómo funciona y por qué es importante?  
<https://es.digi.com/blog/post/what-is-lte>

## Hoja de Vida de los Autores

Carlos A. Grisales: Ingeniero de Producción y especialista en Pensamiento Estratégico. Con más de 15 años de experiencia en la búsqueda de garantizar el acceso a servicios públicos y el crecimiento socioeconómico de los territorios, generando valor a los inversionistas a través de la estructuración y ejecución de proyectos que articulan las empresas, la población y los entes territoriales.

Juan Pablo Tovar Ochoa: Profesional en Gobierno y Relaciones Internacionales, especialización en Gobierno y Gestión Pública Internacional, MPM y MBA con más de 18 años de experiencia en el desarrollo de estrategias de relacionamiento con comunidades ubicadas en áreas de influencia de proyectos de infraestructura, generando en ellas sinergias positivas de crecimiento y bienestar.

Maria Alejandra García: Profesional en Diseño, con Maestría de Gerencia y Práctica del Desarrollo, especialización en Diseño y Gerencia de Productos para la Exportación con más de 6 años de experiencia en proyectos de valor compartido articulando el trabajo entre empresas y comunidades, enfocándose en la generación de soluciones innovadoras y sostenibles que promuevan el desarrollo integral, el bienestar colectivo y el sostenimiento de las soluciones.

Eduardo Ortiz Valencia: Ingeniero Eléctrico y Electrónico, especialización en Ingeniería, Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y Maestría en Gestión Integral de Activos Físicos, con 18 años de experiencia en la gestión de activos de transmisión de energía

eléctrica, desde el mantenimiento, hasta la gestión de activos productivos, garantizando su utilización de manera eficiente, segura y sostenible, asegurando con éxito la confiabilidad y continuidad de los servicios de transmisión eléctrica.

### **Carlos Adolfo Grisales Ibarra**

Celular: 3212402973

Dirección Oficina: Cra. 9 # 73-44

E. mail: cgrisales@enlaza.red

Ciudad: Bogotá

País: Colombia

### **Juan Pablo Tovar Ochoa**

Celular: 3158332699

Dirección Oficina: Cra. 9 # 73-44

E. mail: jtovar@enlaza.red

Ciudad: Bogotá

País: Colombia

### **María Alejandra Garcia Ferro**

Celular: 3107877501

Dirección Oficina: Cra. 9 # 73-44

E. mail: mgarcia@enlaza.red

Ciudad: Bogotá

País: Colombia

### **Eduardo Ortiz Valencia**

Celular: 3143318814

Dirección Oficina: Cra. 9 # 73-44

E. mail: eortiz@enlaza.red

Ciudad: Bogotá

País: Colombia