



**El futuro de la medición inteligente en Sudamérica se construye con interoperabilidad, con resiliencia, con redundancia... ¡con G3-Híbrido!**

Martial Monfort, Enedis

Omar Medina, Quantum Energy Grid

FISE Colombia, Noviembre 2025

[www.g3-alliance.com](http://www.g3-alliance.com)



# Introducción



## **Martial Monfort**

Director Técnico del programa de medición inteligente ENEDIS en Francia. Ha estado involucrado en el desarrollo y experimentaciones de campo del G3 durante más de 10 años. Martial también es miembro de la junta directiva de G3-Alliance.

[martial.monfort@enedis.fr](mailto:martial.monfort@enedis.fr)

## Agenda

1. Enedis y el programa de medidores inteligentes LINKY en Francia
2. G3-Híbrido PLC+RF Comunicación
3. La Alianza G3 y la importancia de la certificación
4. Caso de Éxito
5. Conclusión y Debate

# Enedis, la DSO francesa

Filial de distribución de propiedad absoluta de EDF



## > Generación

### Actividad competitiva

Poseemos y operamos diferentes activos de generación, incluidas plantas nucleares, de combustibles térmicos, hidráulicas y de energía renovable.

## > Transmisión



Operación de sistemas de transmisión de alto voltaje (400, 225, 90 and 63kV)

## > Distribución



- 38M conexiones
- 40,000 empleados
- Opera y mantiene 1,4 millones de km de líneas eléctricas de media (20 kV) y baja (230 a 400 V) tensión.
- 16 B € ingresos (2023)
- 5 B € inversiones /año
- 5 GW Renovables conectadas/año

## > Suministrador

### Actividad competitiva

Totalmente abierto a la competencia desde el 1 de julio de 2007; Más de 20 proveedores (EDF, Engie, Direct Energie...)



# Cifras clave del lanzamiento del medidor inteligente LINKY

Una implementación exitosa: a tiempo, por debajo del presupuesto y con buena aceptación pública



6 años



Despliegue masivo  
2015 - 2021

4 vs 5 miles de  
millones €



Inversión  
hasta 2021

6 proveedores

Sagemcom

1 Phase meter  
3 Phase meter  
Data Concentrator

Honeywell

1 Phase meter

Itron

1 Phase meter  
3 Phase meter

Landis+Gyr

1 Phase meter  
3 Phase meter

CAHORS

Data Concentrator

الفيشار  
alfanar

3 Phase meter

con plantas de ensamblaje con  
sede en Francia



CNIL



Restricciones regulatorias de  
coincidencia

Requisitos de privacidad de Match

Cumplir con los requisitos  
cibernéticos



G3-PLC  
99%

tasa de éxito de la  
operación remota



G3-PLC  
99%

tasa de recolección  
diaria(23h59)



> 3 mil millones

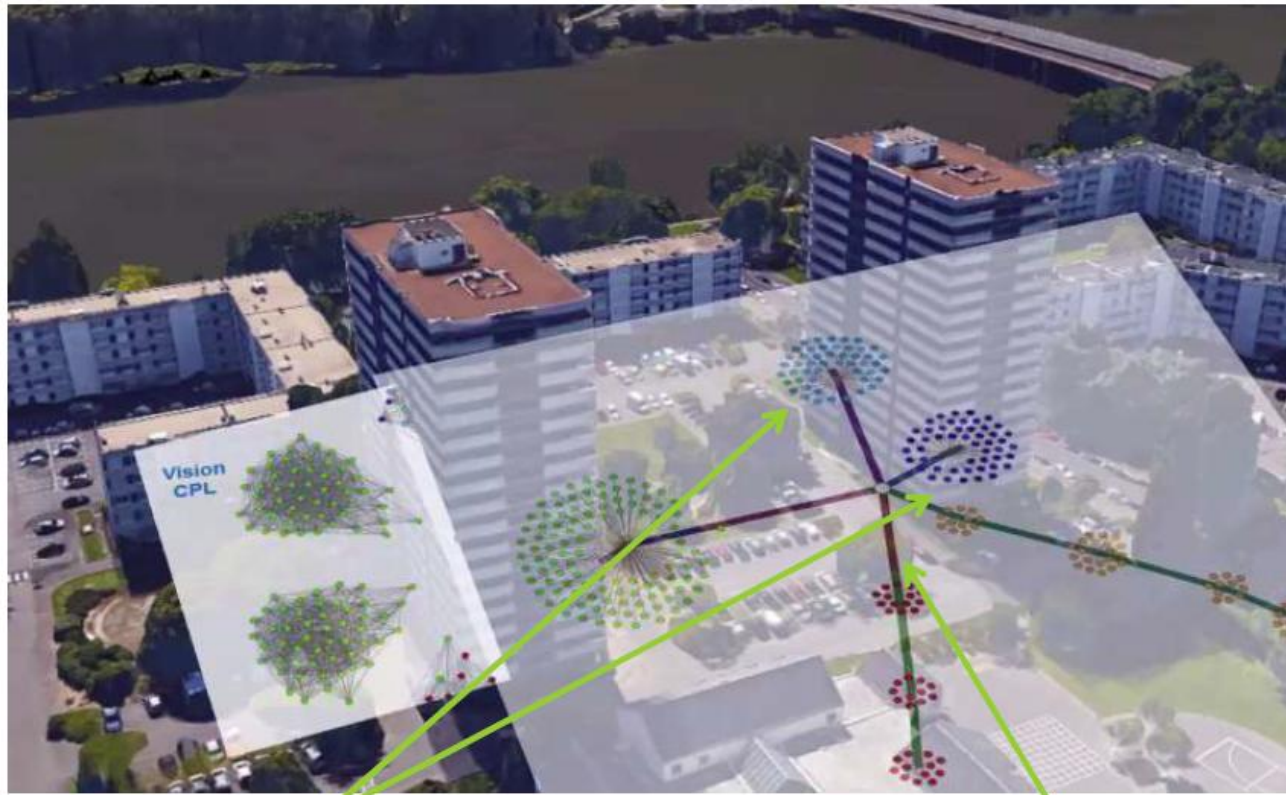
Datos recopilados y  
almacenados por día

ENEDIS  
L'ELECTRICITE EN RESEAU

# Centrarse en los casos de uso de G3-PLC

Consolidación de la cartografía de cuadrícula

La ventaja del PLC: ¡Conexiones de telecomunicaciones = conexiones eléctricas! → Información de red gratuita



1 conexión a la red, pero el PLC permite ir más allá del conocimiento actual sobre cartografía de red (plantas 1-8 + plantas 9-16)

Se referenciaron incorrectamente 2 metros

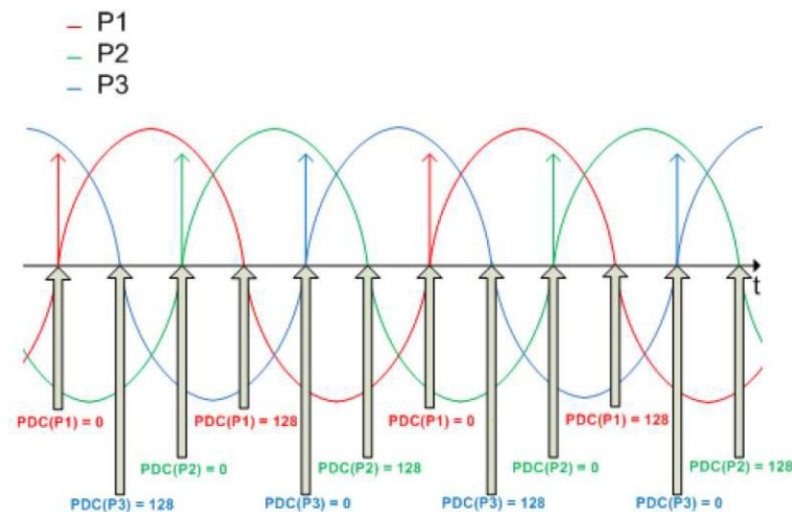
# Centrarse en los casos de uso de G3-PLC

Servicio de detección de fase

## Principio

- G3-PLC proporciona detección de fase relativa entre vecinos, y las comunicaciones no están limitadas a la frecuencia de la red
- Se encuentra en los atributos «Diferencial de Fase» de la tabla de vecinos
- Cada medidor y DC tiene una tabla de vecinos.

## red trifásica



# Centrarse en los casos de uso de G3-PLC

## Ping al medidor

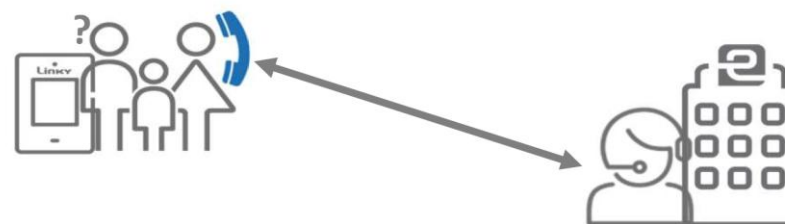
El Ping al medidor permite sondear un medidor **en tiempo real**:

- La orden y la respuesta del medidor recorren toda la cadena de comunicación con la máxima prioridad.
- El medidor transmite en la respuesta la información principal sobre su comportamiento actual: el estado del interruptor, el motivo de la apertura (en caso de estarlo), la detección de una sobretensión, etc.

## Ayuda para diagnosticar durante una llamada al cliente

Compte rendu du Ping Linky		
Titre du ping		
Résultat disponible - Anomalie détectée		
Informations générales		
Point de Livraison (PDL)	22438350102987	?
Organe de coupure	Ouvert - surtension amont, tel dépannage	?
Temps de réponse	18 sec	?
Date d'émission de la demande	Vendredi 13 Juillet 2018, 10:01:05	?
Date d'exécution réelle	Vendredi 13 Juillet 2018, 10:00:56	?
Palier technique du compteur	P1	?
Heure et date ouverture/fermeture du breaker	Vendredi 13 Juillet 2018, 15:22:25	?
Registre d'erreurs		
Défaut contact sec	Non	?
Inversion branchement phase-neutre	Non	?
Ouverture cache-bornes	Non	?
Tension anormale en aval	Non	?
Registre des statuts		
Contact sec	Ouvert	?
Etat du cache-bornes client	Fermé	?
Surtension sur une des phases	Surtension en cours	?
Valeur de tension phase 1	243 v	?
Valeur de tension phase 2	269 v	?
Valeur de tension phase 3	242 v	?

1. Durante una llamada de un cliente debido a una interrupción del suministro eléctrico, el operador puede hacer ping al medidor.
2. Si el medidor recibe alimentación, responde en segundos.
3. El medidor informa el estado del interruptor y, si está abierto, el motivo de la apertura, lo que permite un diagnóstico en tiempo real al cliente.
4. Si el medidor no responde, sospechamos que hay un fallo de baja tensión aguas arriba y se inicia el proceso de resolución de problemas.



# Factores de éxito

Problemas que enfrentó Enedis y recomendaciones para otras DSO

- Tecnología abierta y estandarizada: G3-PLC y G3-Híbrido
- Múltiples proveedores e interoperabilidad imprescindibles:
  - Evita la dependencia de un proveedor y los problemas logísticos.
  - Gestionar el final del suministro/suporte por parte de los fabricantes de medidores o chipsets.
- Productos certificados por G3-Alliance para una interoperabilidad total.
- Un centro de pruebas dedicado, desarrollado y operado por Enedis.
- Desarrolle los conocimientos técnicos necesarios; no dependa de terceros.

## Agenda

1. Enedis y el programa de medidores inteligentes LINKY en Francia
2. G3-Híbrido PLC+RF Comunicación
3. La Alianza G3 y la importancia de la certificación
4. Caso de Éxito
5. Conclusión y Debate

# Introducción



## **Omar Medina**

Director AMI para LATAM. Ha estado involucrado en diversas consultorías de Infraestructuras de Medición Avanzada, software Meter Data Management y ciberseguridad. Tiene amplia experiencia en telecomunicaciones y automatización avanzada para sectores de energía, minería y petróleo.

[proyectos@quantumenergyg.com](mailto:proyectos@quantumenergyg.com)

# G3 ofrece tecnologías probadas que ofrecen el menor costo total de propiedad y no dependencia de los operadores de telecomunicaciones.

## Comunicación rentable, confiable y segura...

<b>Rentable</b>		<b>Comunicación de largo alcance</b>	<b>Comunicación en tiempo real</b>
<b>ITU estándar</b>	<b>Soportes IPv6</b>	<b>Ciberseguro</b>	
	<b>Alta robustez</b>	<b>Alta velocidad de datos</b>	<b>A prueba de futuro</b>
<b>Enrutamiento</b>		<b>Plug and play</b>	

## ...en una amplia gama de aplicaciones

Medición inteligente de múltiples servicios públicos

Movilidad eléctrica y energías renovables

Control de red / Monitoreo

**G3-Hybrid**

Ciudades inteligentes y alumbrado público

Aplicaciones ferroviarias

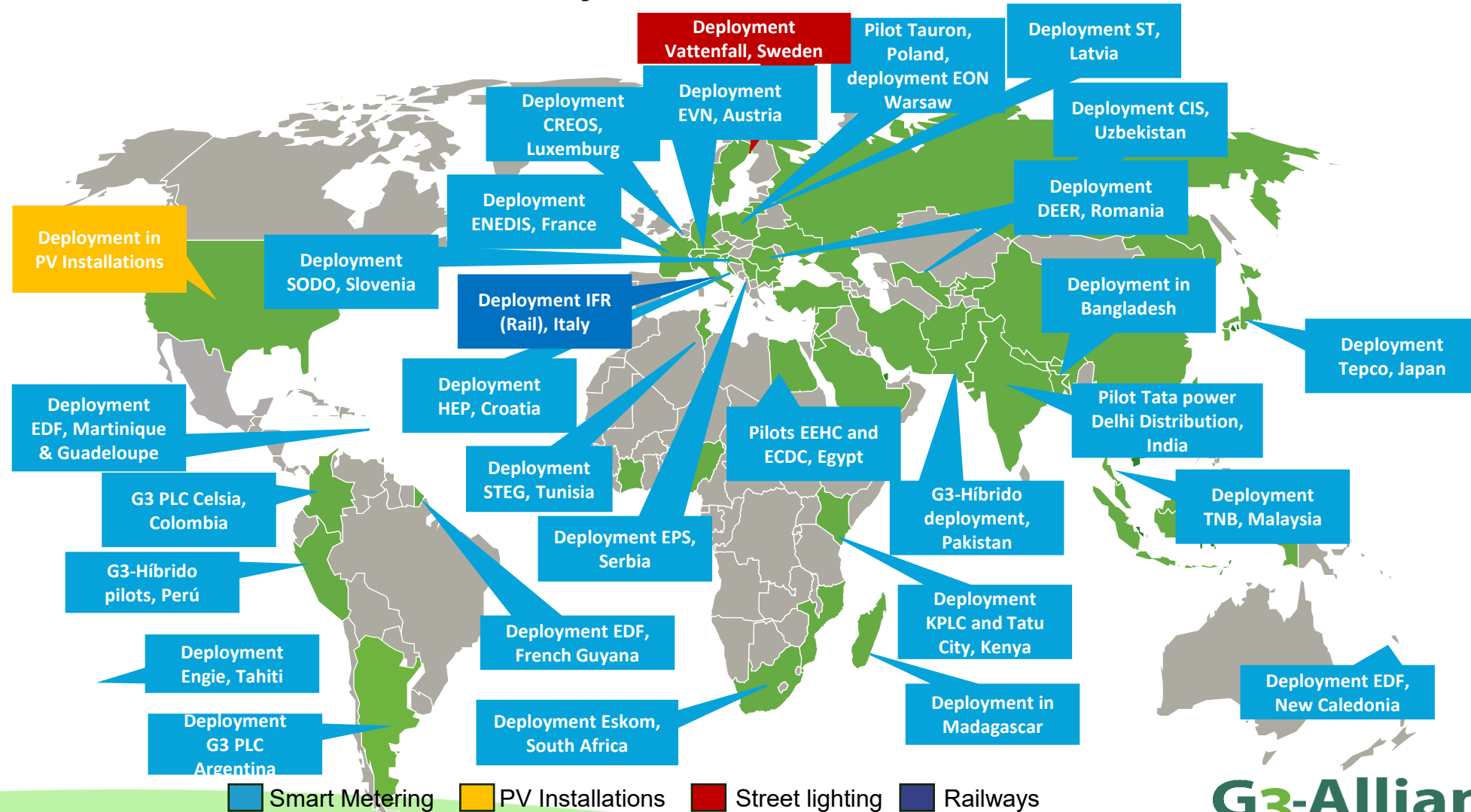
Automatización de edificios e industria



# G3-Alliance

# G3 es una tecnología madura: más de 100 millones de productos en más de 30 países

## Pilotos conocidos y lanzamientos en todo el mundo



## Evolución a la comunicación PLC+RF G3-Híbrido

Cada tecnología de comunicaciones en sí misma tiene ventajas y limitaciones

Por eso desarrollamos

# G3-Hybrid



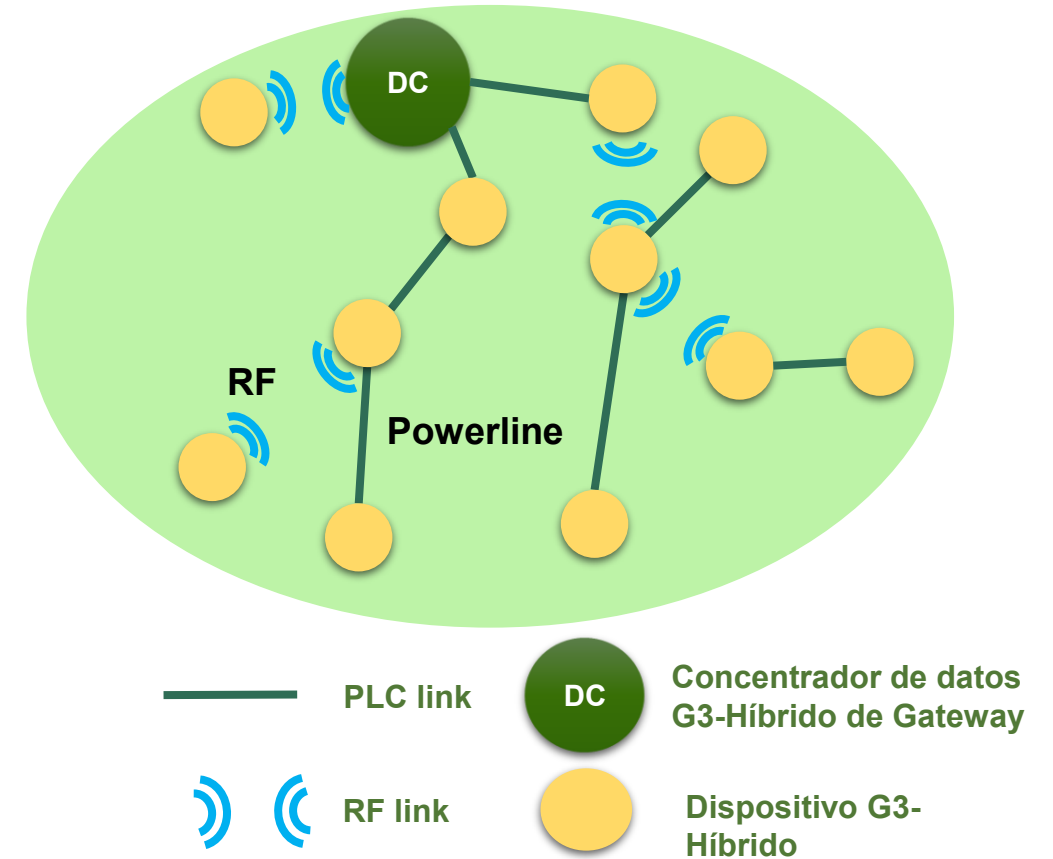
El G3 híbrido es como un camaleón: se adapta a las condiciones de la red

## ¿Cómo funciona la Tecnología G3-Híbrido?

Comunicación por malla RF y línea eléctrica en una única solución:

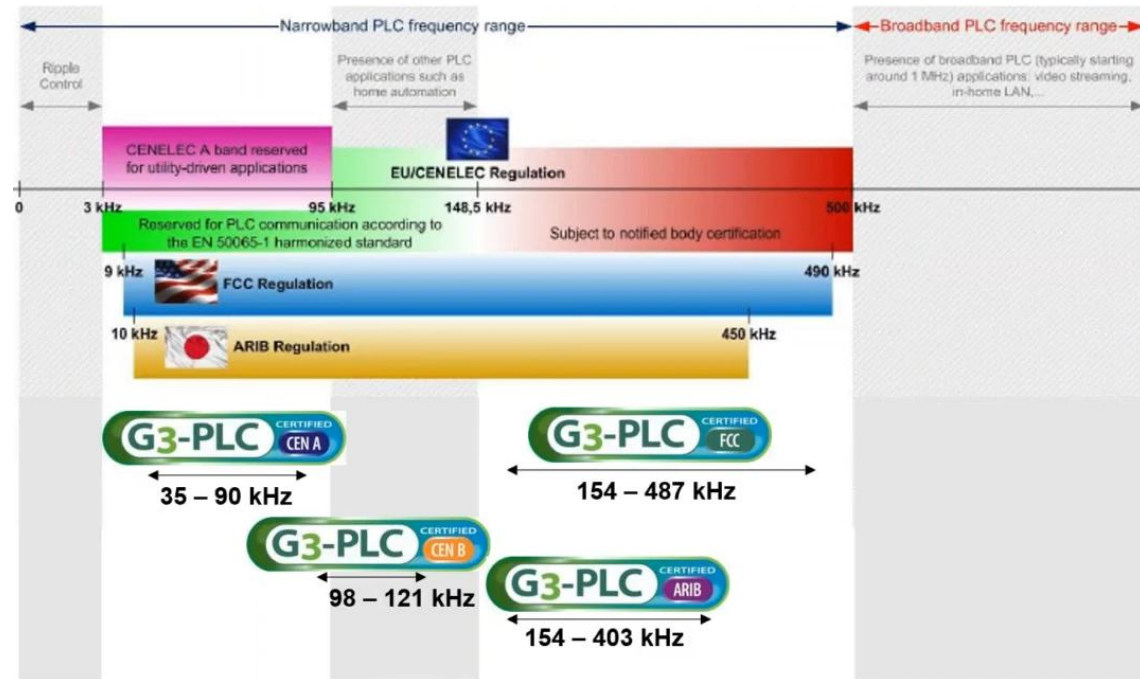
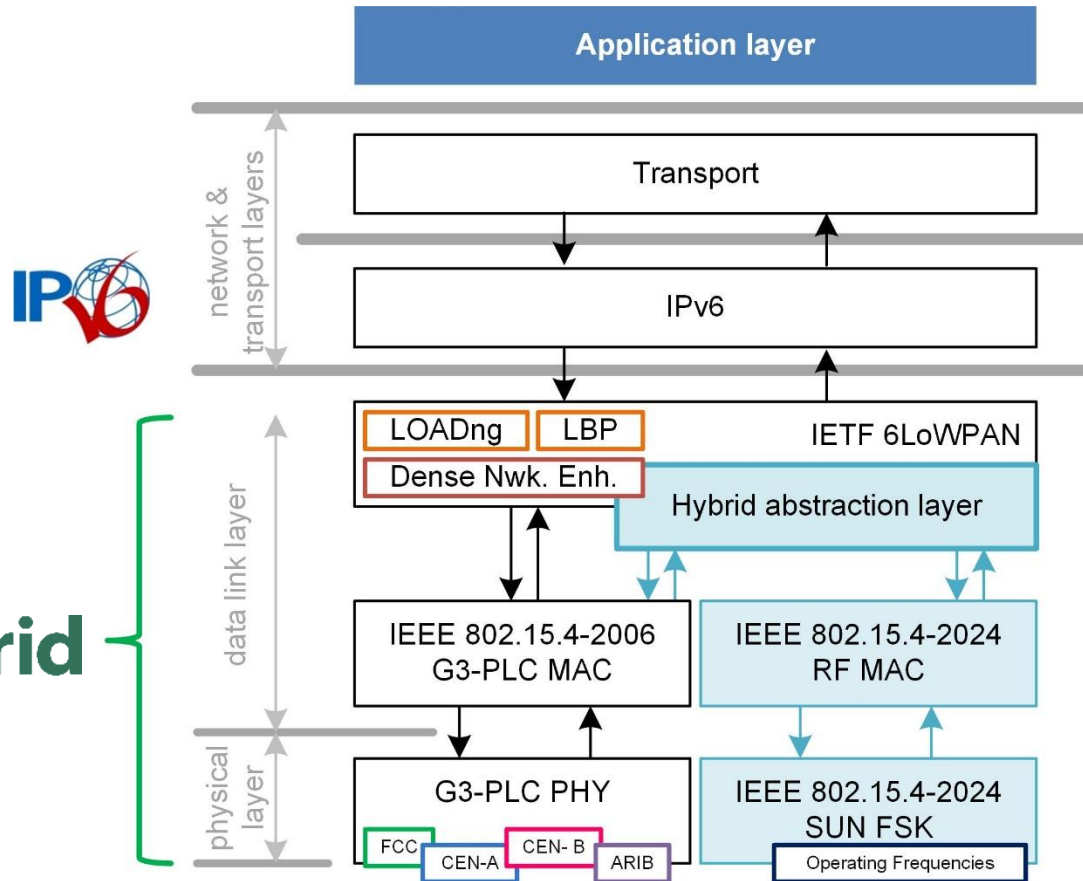
- Cada nodo puede usar PLC o RF para la comunicación
- Para cada enlace, se selecciona el mejor canal al iniciar la red y se ajusta dinámicamente
- Maximiza la cobertura y la conectividad
- Reduce considerablemente la complejidad del despliegue.

G3 – Híbrido Red Mesh PLC+RF  
(Auto-Adaptive)



# G3-Híbrido: Unifica la comunicación inalámbrica RF y por línea eléctrica cableada en una única solución

## Pila de protocolos PLC+RF G3-Híbrido



# G3-Híbrido: Unifica la comunicación inalámbrica RF y por línea eléctrica cableada en una única solución

## Pila de protocolos PLC+RF G3-Híbrido

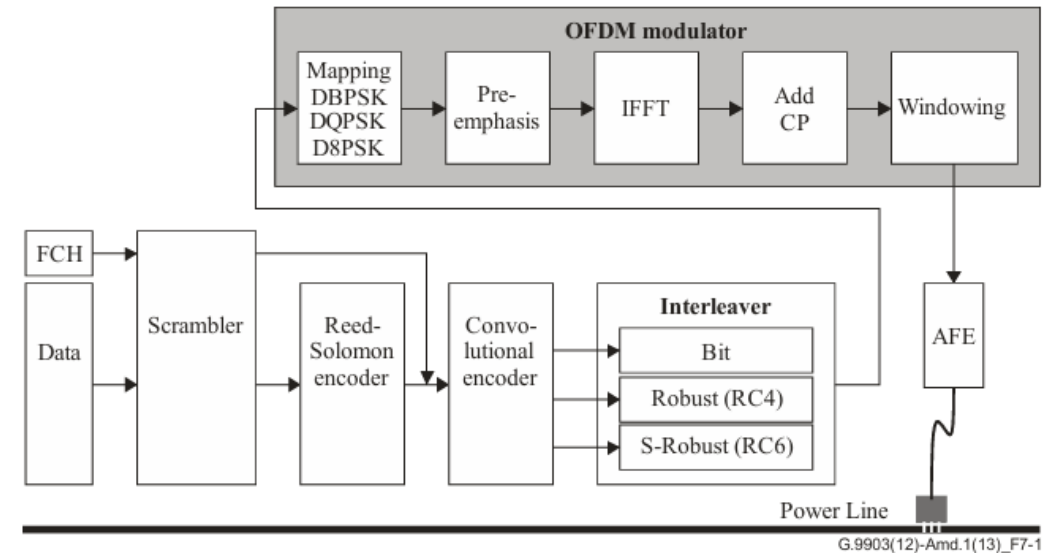
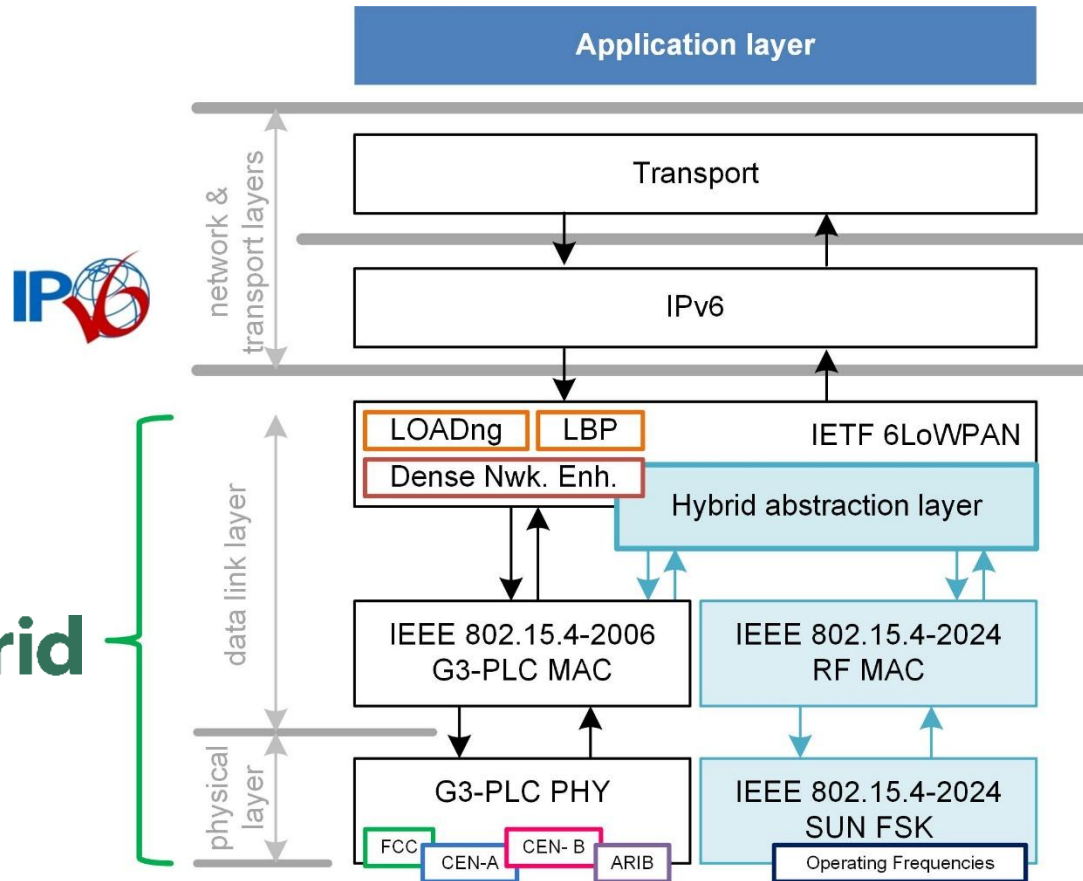
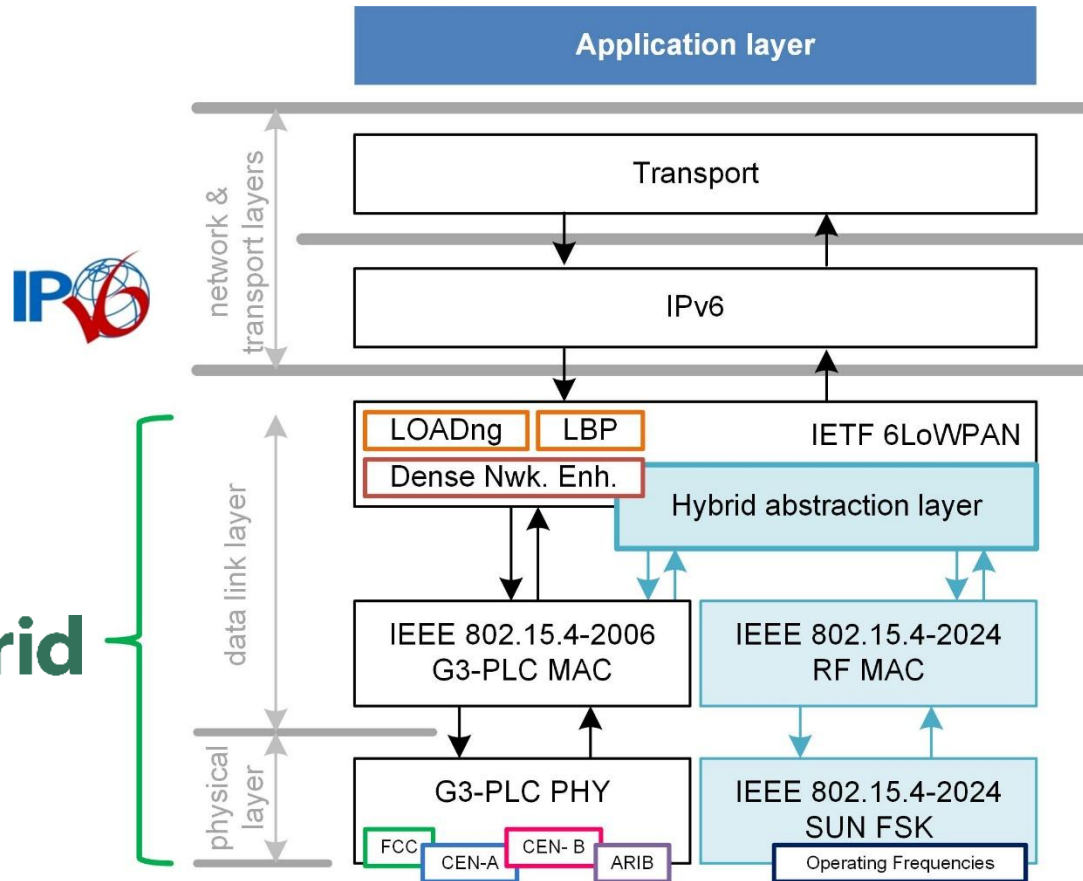


Diagrama en bloques de un transceptor OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales)

# G3-Híbrido: Unifica la comunicación inalámbrica RF y por línea eléctrica cableada en una única solución

## Pila de protocolos PLC+RF G3-Híbrido



- Una red gestionada de forma fluida en ambos medios
- Basada en los estándares abiertos IEEE 802.15.4-2015 y el protocolo G3-PLC existente
- La decisión de enrutamiento de conmutación entre PLC y RF se decide por encima de la capa de abstracción híbrida
- Frecuencias de operación: rangos de 863 MHz, 870 MHz y 915 MHz
- Compatible con saltos de frecuencia, Last Gasp y dispositivos alimentados por batería

# G3-Híbrido es una solución RF completa con todos los mecanismos necesarios para cumplir con los requisitos regulatorios en cualquier parte del mundo

- Basado en el estándar abierto IEEE 802.15.4-2024.
- Compatible con una amplia gama de bandas de frecuencia de RF
- Mecanismos compatibles:
  - Salto de frecuencia.
  - Control adaptativo de potencia (APC).
  - Gestión del ciclo de trabajo.
- Mecanismo de último suspiro
- El programa de certificación incluye pruebas de conformidad, interoperabilidad y rendimiento.
- Solución interoperable que permite implementaciones con múltiples proveedores.

Designación de banda MHz	Región (informativa)
863	Europa
866	India
870	Europa
915	América del norte
915-a	América del norte & México
915-b	América del Sur
915-c	Australia & New Zelanda
919	Malaysia
920	Japan
920-b	Hong Kong, Singapur, Tailandia, Vietnam
915-d	Europe
915-e	Pilipinas
917	Corea
867	Singapur
920-a	China



# G3-Híbrido es una solución implementada globalmente

**SAGEMCOM**

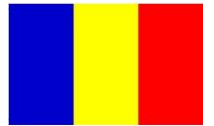


**EASTSOFT®**



Algunos ejemplos de proyectos incluyen:

- Sagemcom inició la implementación en Túnez en STEG
- Gridspertise inició un piloto de medidores inteligentes.
- Eastsoft ha certificado chipsets G3-Híbrido para diversas bandas de RF y lo está implementando con éxito a nivel mundial: Oriente Medio, Asia, Latinoamérica y África.
- DEER en Rumanía ha lanzado una licitación para G3-Híbrido
- Enedis en Francia migrará al G3-Híbrido.
- Kaifa realizó pruebas exitosas con G3-Híbrido en Pakistán
- Hexing se encuentra implementando un piloto G3 Híbrido para Perú.
- Sanxing se encuentra implementando G3 Híbrido.
- Amplia gama de fabricantes certificados en medidores G3-Híbrido (<https://g3-alliance.com/certification/certified-products/>)



# ¿Por qué G3-Híbrido?

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1</b> Se adapta a las condiciones de la red</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cada dispositivo de la red híbrida en malla puede usar PLC y RF para la comunicación</li></ul>   |
| <p><b>2</b> Rentable</p>                              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Evita los altos costos asociados a alcanzar los últimos porcentajes de conectividad al utilizar una sola tecnología</li><li>• Sin costos de telecomunicaciones ni licencias.</li></ul> |
| <p><b>3</b> Estándar abierto e interoperable</p>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Estándar internacional abierto publicado por la UIT</li><li>• Certificación sólida que permite implementaciones de múltiples proveedores</li></ul>                                     |
| <p><b>4</b> Soportes IPv6</p>                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Facilita el direccionamiento IPv6 real, lo que permite una integración perfecta de varios perfiles de aplicaciones</li></ul>   |
| <p><b>5</b> Operación de bajo consumo</p>             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Admite funcionamiento de bajo consumo para dispositivos alimentados por batería, como medidores de agua y gas</li></ul>  |



## Agenda

1. Enedis y el programa de medidores inteligentes LINKY en Francia
2. G3-Híbrido PLC+RF Comunicación
3. La Alianza G3 y la importancia de la certificación
4. Caso de Éxito
5. Conclusión y Debate

## ¿Qué es la Alianza G3?



- Organización miembro
- Sin fines de lucro
- Estandarizar y promover el protocolo de comunicación G3
- Programa de certificación que permite implementaciones con múltiples proveedores

# G3-Alliance

Enabling the smartest grid...together

Con el apoyo de un grupo internacional de 100 empresas de servicios públicos y actores industriales






# La Alianza G3 desarrolló un exhaustivo programa de certificación para que el mercado pueda invertir de forma segura en las tecnologías G3

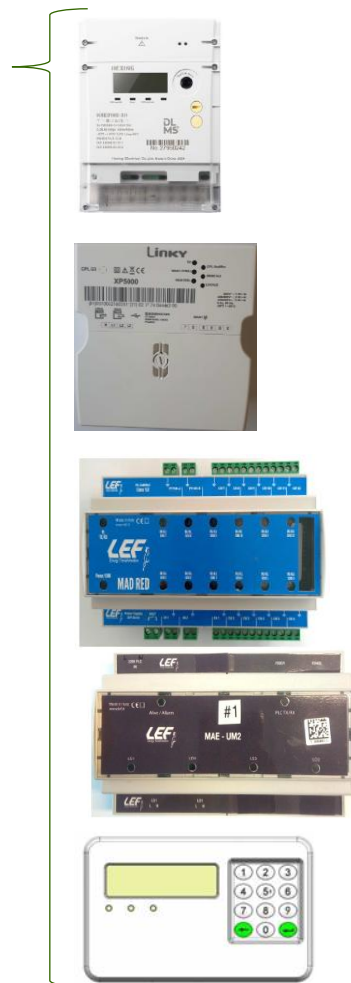


- ¿Cómo garantizar que los productos implementen correctamente el estándar G3?
- ¿Cómo garantizar que los productos sean interoperables?
- ¿Cómo garantizar que el rendimiento de los productos sea adecuado?



# Para la certificación G3, los dispositivos se prueban rigurosamente para garantizar su conformidad, interoperabilidad y rendimiento

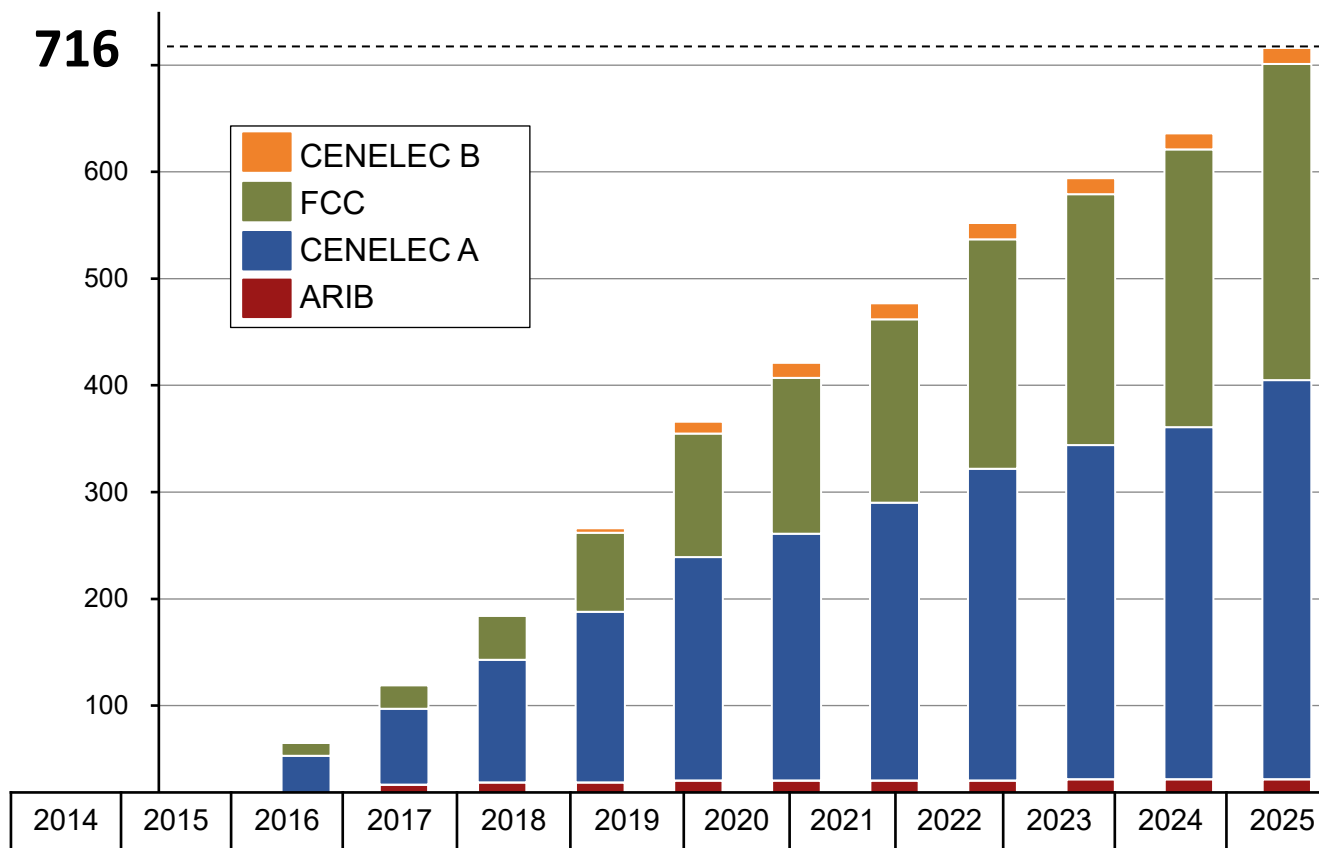
	Tipo de prueba	Objetivo	Plataformas (chipsets)	Productos
	<p><b>Conformidad</b> (245 pruebas + 186 Pruebas adicionales para G3-Híbrido)</p>	<p>Validar la <b>correcta implementación</b> del protocolo G3 en las capas PHY, MAC y 6LoWPAN</p>	<p>✓</p>	<p>✓</p>
	<p><b>Interoperabilidad</b> (~50 pruebas)</p>	<p><b>Validar la interoperabilidad</b> con hasta seis dispositivos ya certificados</p>	<p>✓</p>	<p>✓</p>
	<p><b>Actuación</b> (~25 pruebas)</p>	<p><b>Validar el rendimiento</b> del dispositivo dentro de un conjunto limitado de casos de uso, tanto para PLC como para RF</p>	<p>✓ <i>(subconjunto)</i></p>	<p>✓</p>



# El programa de certificación G3 es todo un éxito y ya hemos certificado más de 700 dispositivos

- Inaugurada en 2014
- Más de 700 certificados emitidos desde el inicio de la certificación
- Más de 70 fabricantes de 25 países
- En continua expansión

Número de dispositivos certificados (acumulados)



Para obtener una lista de todos los dispositivos certificados, consulte <https://g3-alliance.com/certification/certified-products/>

# Las plataformas G3-Híbrido de 8 fabricantes internacionales de chips ya han sido certificadas



Farlink/Zhuhai Kong Dea  
Microelectronics Technology

## Agenda

1. Enedis y el programa de medidores inteligentes LINKY en Francia
2. G3-Híbrido PLC+RF Comunicación
3. La Alianza G3 y la importancia de la certificación
4. Caso de Éxito
5. Conclusión y Debate

# Introducción



## **Roger Zavaleta**

Roger Zavaleta es Gerente Comercial de Sudamérica en Ningbo Sanxing Smart Electric Co., Ltd., con más de 10 años de experiencia especializada en soluciones de medición inteligente (AMI) y tecnologías smart grid en América Latina. Ha liderado exitosamente la implementación de proyectos AMI en Perú, Ecuador, Chile, y otros países de la región, logrando certificaciones tecnológicas pioneras y contratos comerciales importantes en el sector.

[rzavaleta@overseas.sanxing.com](mailto:rzavaleta@overseas.sanxing.com)

# Project Overview

Comprehensive AMI Deployment in Córdoba Province

**138,000 Smart Meters Deployed**

## Project Details

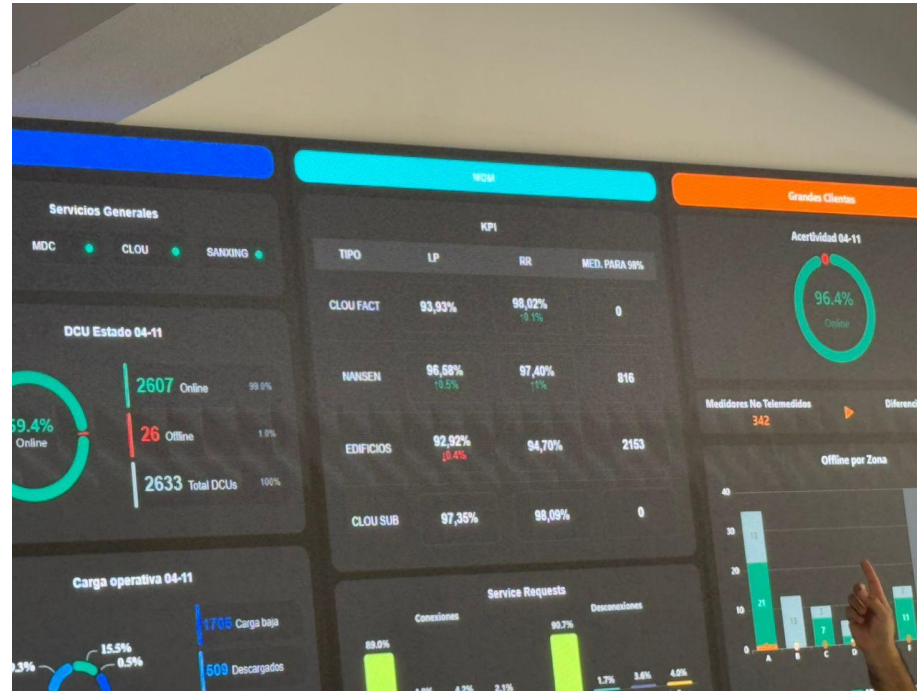
Utility	EPEC
Location	Córdoba, Argentina
Project Timeline	2022 - 2025
Total Meters	138,000 units
Deployment Area	Mixed (Urban/Rural)

## Technical Specifications

Communication Technology	G3 PLC
Frequency Band	FCC
Meters per DCU	110
Coverage Distance	2 km (PLC)
Cybersecurity	Suite 0



# Argentina



## Master Station

## DCU

## Smart Meter



4G



PLC-G3



Plug-in Communication Module



# Outstanding Performance Results

Proven Reliability and Excellence in AMI Operations

**97.4%**

Successful Reading Rate

**99%**

Network Availability

**100%**

PLC Coverage

## Optimization

**METER**

Data Compression

**DCU**

Data Compression

**SYSTEM**

Connection Anomaly Repair,  
Automatic upgrades

**G3-Alliance**

# Why G3 PLC is a Game Changer

## Revolutionary Improvements for EPEC's Operations

**90%** REDUCTION

Manual meter reading eliminated, drastically cutting operational costs and human errors

**24/7** REAL-TIME

Continuous monitoring enables instant outage detection and rapid response times

**85%** FASTER

Revenue cycle accelerated with automated billing and reduced collection delays

**100%** ACCURACY

No more estimation errors - exact consumption data improves customer satisfaction

**G3 PLC Technology: The Smart Choice for Modern Utilities**

**G3-Alliance**

## Agenda

1. Enedis y el programa de medidores inteligentes LINKY en Francia
2. G3-Híbrido PLC+RF Comunicación
3. La Alianza G3 y la importancia de la certificación
4. Caso de Éxito
5. Conclusión y Debate

## El futuro de la medición inteligente en Sudamérica se construye con interoperabilidad, con resiliencia, con redundancia... ¡con G3-Híbrido!

- ✓ Soluciones basadas en estándares e interoperables que permiten implementaciones con múltiples proveedores
- ✓ Robustez comprobada en más de 100 millones de dispositivos ya implementados en todo el mundo
- ✓ Diseñado para condiciones de red adversas gracias a su modulación adaptativa automática, enrutamiento en malla y el uso de diferentes bandas de frecuencia
- ✓ G3-Híbrido unifica la comunicación PLC y RF, maximizando la cobertura y la conectividad, y reduciendo la complejidad y el coste de la implementación
- ✓ Respaldado por un grupo internacional de DSO y actores industriales para garantizar la continuidad y la evolución a largo plazo.

# La Alianza G3 tiene muchos miembros de servicios públicos que comparten experiencias y apoyan la evolución continua de la tecnología.



Se invita a los DSO a que evalúan la tecnología G3 y a visitar el laboratorio ENEDIS en París y discutir sus experiencias:

- Configuración y tipo de pruebas realizadas.
- Demostración de interoperabilidad.
- Tecnología y organización de la evolución de G3 en Enedis



# Preguntas y respuestas



# ¡GRACIAS!

*Para más información:*

*Visita el stand #PL004B  
en la Plaza  
Interamericana*

*generalsecretary@  
g3-alliance.com*

*www.g3-alliance.com*



**G3-Alliance**

# DIPOSITIVAS DE COPIA DE SEGURIDAD

## Enedis (parte del grupo EDF) ha instalado con éxito 36 millones de contadores G3-PLC en Francia.

- Total de medidores: 36 millones
- Total de DCU's: 774k
- Despliegue: 2015 - 2021
- Proveedores: 2 para Concentradores de Datos y 4 para medidores.
- Banda: Cenelec A
- Medidores/DCU: En promedio 50 y máximo 1100.
- G3-PLC: 100% medidores residenciales (no GPRS/4G)
- Operaciones Remotas: 40.000 por día (lecturas, on/off, etc.)  
99% operaciones remotas exitosas.
- Tasa de lectura diaria: >99 %
- Lectura de Datos: Todos los clientes: valor diario, potencia máxima, sobretensión, corte, errores, etc. Actualmente, para el 12% de los medidores un perfil de 30 minutos.
- Ciclo de Lectura: La lectura del medidor comienza a las 00:00 AM con reintentos durante el día. El KPI se determina a las 23:59 PM.

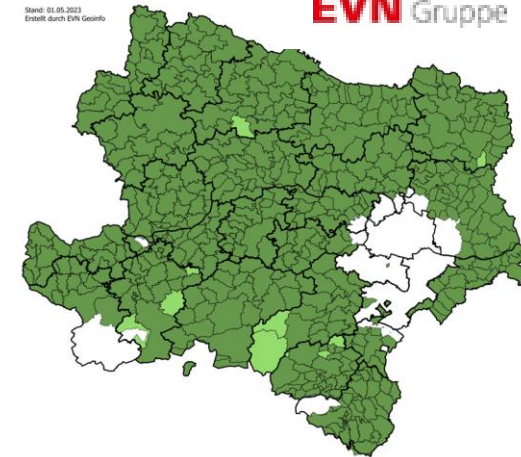



**ENEDIS**  
L'ELECTRICITE EN RESEAU

# Lanzamiento de contadores inteligentes por parte de Netze NÖ en Austria



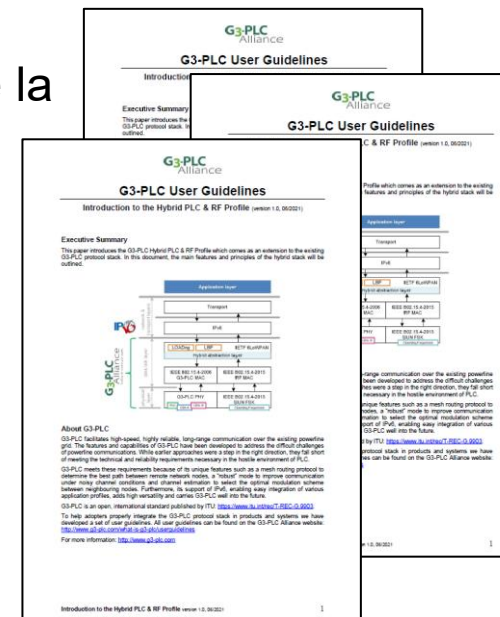
- Total de medidores: 844.000
- Total de DCU's: 9k
- Despliegue: Sept. 2020 a Dic. 2022
- Proveedores: 1 Concentrador de Datos y 2 para medidores.
- Banda: FCC
- Medidores/DCU: Promedio 100 y máximo 800
- Darse de baja: 4,7% (comunicación solo una vez al año para fines de facturación)
- G3-PLC: 97% de medidores (rest is GPRS/4G)
- Tasa de lectura diaria : 99,3 % (similar para G3-PLC y GPRS/4G)
- Lectura de datos : Todos los clientes: valor diario y perfil de voltaje de 10 minutos; Actualmente, para un promedio del 5% de los medidores se descarga el perfil cada 15 minutos.
- Ciclo de lectura : La lectura del medidor comienza a las 00:05 a. m.; la lectura del concentrador de datos comienza a la 1:00 a. m.; el KPI se determina a las 12:00 del mediodía.



 > 95 % Smart Meter

# El Grupo de Trabajo Técnico está muy activo para mejorar continuamente la especificación y desarrollar pautas para el usuario.

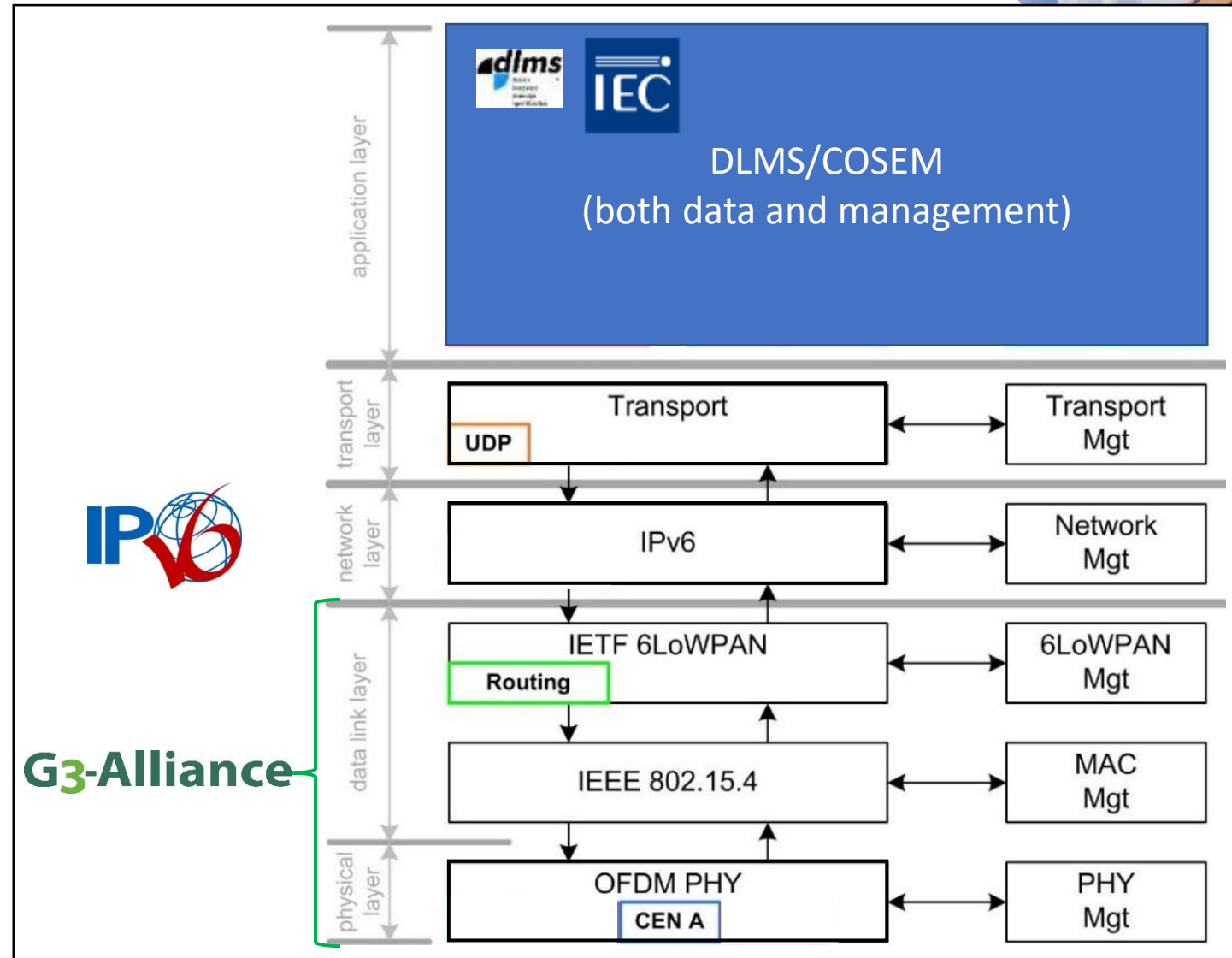
- Después del lanzamiento de la especificación G3-PLC en 2017, el grupo de trabajo técnico aportó mejoras importantes y nuevas características.
  - Mejoras en redes densas (optimizaciones de transmisión).
  - Desarrollo del primer estándar de comunicación híbrido PLC+RF
  - Funciones híbridas adicionales que incluyen Last Gasp, salto de frecuencia y frecuencias RF adicionales
  - Operación de bajo consumo
- Publicamos pautas de usuario para ayudar a los adoptantes a integrar correctamente la pila de protocolos G3-PLC en productos y sistemas:
  - Introducción a G3-PLC y G3-Híbrido
  - Directrices para el establecimiento de rutas IPv6
  - Pautas de uso de atributos
  - Pautas de integración de la capa superior
  - Introducción al perfil híbrido PLC&RF
  - Las instrucciones de uso están disponibles en nuestro sitio web.  
<https://g3-alliance.com/technologies/specifications-user-guidelines/>



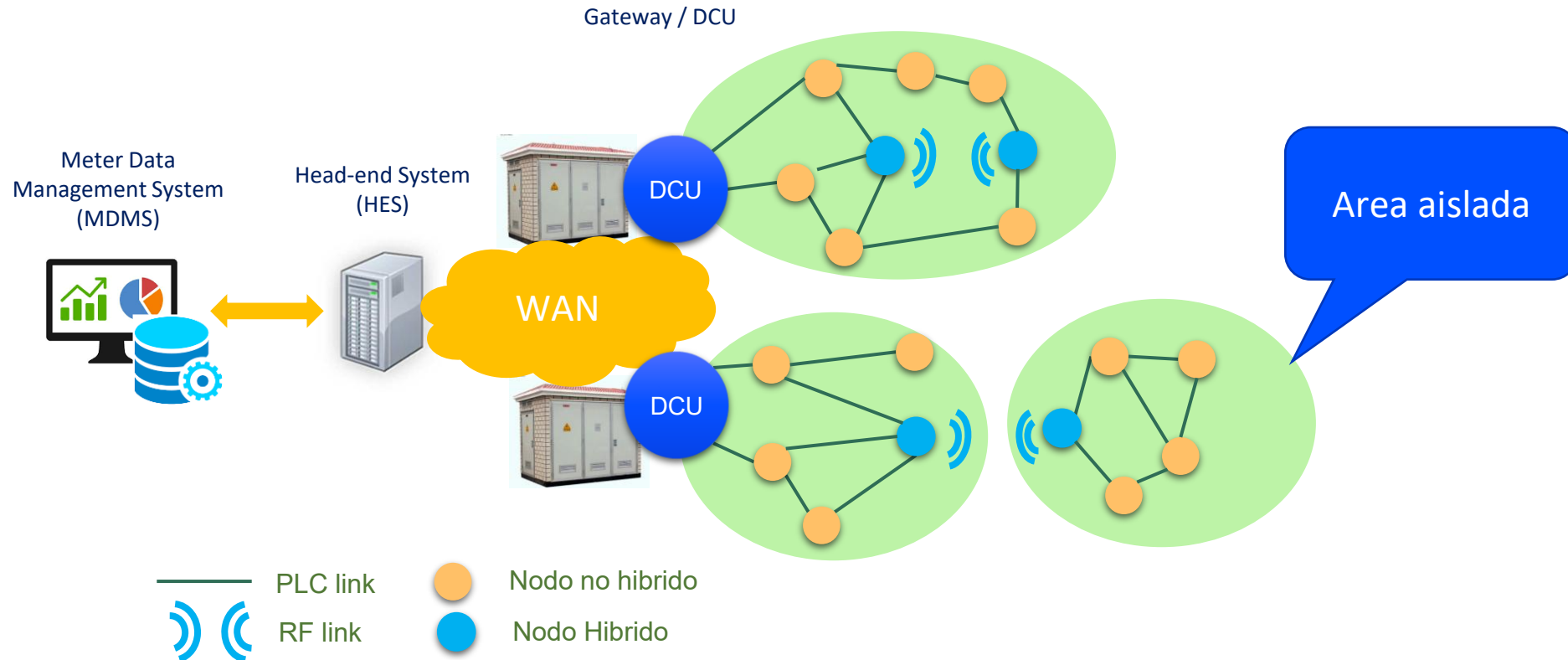
# Arquitectura general y stack de protocolos PLC

La pila de protocolos LINKY G3-PLC

- Uso de la capa de aplicación DLMS/COSEM para cubrir casos de uso de medición.
- El uso de la **capa de transporte UDP** como DLMS/COSEM ofrece establecimiento de sesión seguro y gestión de reintentos en caso de fallos.
- Uso del **enrutamiento predeterminado LOADng** en la capa 6LoWPAN
- Uso de la **banda CENELEC A** para cumplir con la normativa europea



# Caso de uso híbrido que conecta la red aislada



# Caso de uso híbrido que comparte un DCU para dos subestaciones adyacentes con red de alta y baja densidad

