

CECACIER: Serie Conferencias Virtuales

Planificación de Redes de Distribución Inteligentes y Sustentables - Parte I



REIDGRUPO I+D

REDES ELÉCTRICAS
INTELIGENTES DE DISTRIBUCIÓN

IEE-UNSJ-CONICET

Dr. Ing. Mauricio SAMPER

Agosto 2020

www.iee-unsjconicet.org

msamper@iee-unsjconicet.org

CONICET



INSTITUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Instituto de Energía Eléctrica (IEE)

- ✓ IEE es una institución pública creado en 1973 por Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) - Argentina, como parte de la Facultad Ingeniería, *para realizar **investigación, desarrollo e innovación tecnológica (I+D+i)** en el campo de ingeniería y economía de sistemas eléctricos*
- ✓ Desde el 2014, IEE es unidad ejecutora **de doble dependencia UNSJ – CONICET** (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas)
- ✓ Nuestros tres pilares de trabajo:



IEE: Formación de RRHH

- ✓ **Apoyo carrera de grado en Ingeniería Eléctrica**, dictando todas las materias del ciclo superior (desde 3er semestre)
- ✓ **A cargo tres carreras de posgrado**, con más 40 becarios de Argentina y Latinoamérica:
 - **Ph.D. Doctorado** en Ing. Eléctrica (acreditación "A" CONEAU)
 - **Maestría** en Ing. Eléctrica (acreditado CONEAU, desde 2010)
 - **Maestría Binacional Argentino-Alemana** en "Sistemas Inteligentes de Energía" (acreditado por CONEAU, desde 2016)



- ✓ Participación en desarrollo del sector eléctrico, tanto en Argentina como en América Latina, a través de la **prestación de servicios** especializados a terceros:

- Servicios de consultorías
- Ensayos de equipos eléctricos
- Capacitación profesional ad-hoc
- Asesorías y auditorías técnicas
- Estudios de ingeniería e I+D, etc.



- ✓ Intensa actividad de transferencia tecnológica, servicios consultoría y proyectos I+D para empresas y organismos, públicos y privados, *con administración de la Fundación UNSJ*
- ✓ Esta actividad ha tenido como principal propósito **vincular la investigación aplicada** con las necesidades de la industria y generar una fuente de recursos propios

IEE en su “Plan Estratégico de I+D 2015-2018” propuso como principal línea de I+D:
Desarrollo de Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución (REID)

Objetivo General: Formular un marco funcional para el desarrollo de REID elaborando modelos y aplicaciones (software) para estudiar el funcionamiento, operación y supervisión de las REID; *con la premisa de hacer un uso racional y eficiente de la energía, así como lograr una mejora en la calidad del servicio eléctrico*



Grupo I+D REID:

- **Equipo de investigación y desarrollo tecnológico (I+D)** interdisciplinario de ingenieros eléctricos, electrónicos e informáticos, con apoyo equipo de comunicación (15-20 profesionales)
- Estamos implementado una red inteligente modelo, proyecto “**Red Inteligente Caucete**”

Mayor Información: <https://www.iee-unsjconicet.org/reid>

- ✓ **International Energy Agency (IEA) - World Energy Outlook (WEO) @2019**
 - ✓ **Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries**
 - ✓ **United Nations Framework Convention in Climate Change (UNFCCC)**
 - ✓ **UNFCCC Conference of the Parties in Paris (COP21), **Paris Agreement****
-
- **El Acuerdo de París**, en vigor desde nov-2016, es en el fondo un acuerdo sobre energía
 - Para alcanzar los objetivos es *preciso un cambio transformacional del sector energético*, fuente de al menos dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero
 - La **transformación del sector eléctrico** liderada por las energías renovables ha centrado la atención en un nuevo debate sobre el diseño del mercado eléctrico, *si bien las preocupaciones tradicionales por la seguridad energética no han desaparecido*
 - Es **preciso cambiar radicalmente** el ritmo de reducción de las emisiones de CO2 y mejorar la eficiencia energética. **La eficiencia es el motor del cambio**

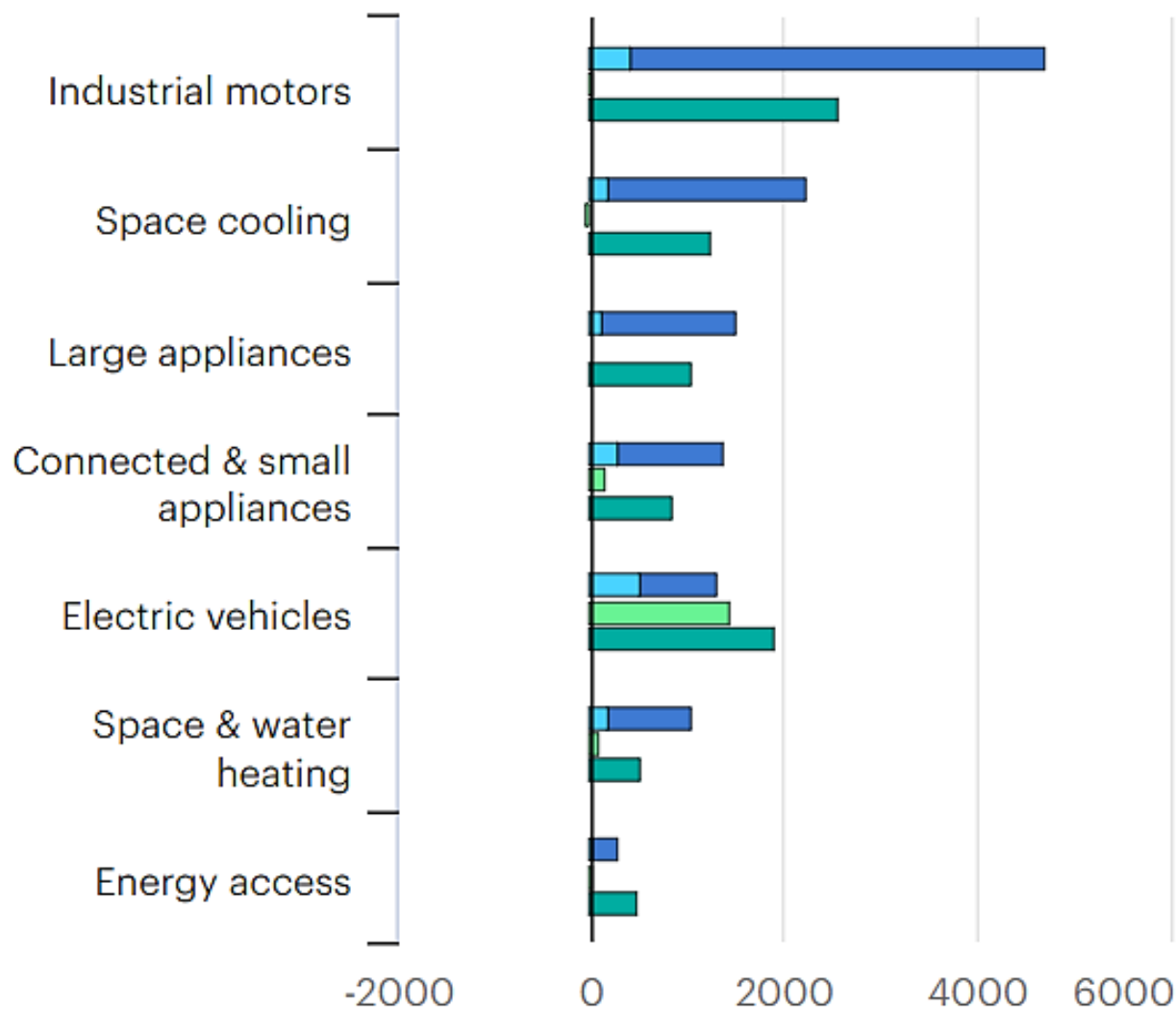
Acción de reducir el consumo de energía requerida para *proporcionar los mismos productos y servicios*, buscando la generación de energías renovables y protegiendo el medio ambiente

Ahorro Energético \equiv *Una mayor eficiencia y menor consumo*



IEA-WEO, Electricity demand growth by end-use and scenarios in advanced and developing economies, 2018-2040

TWh

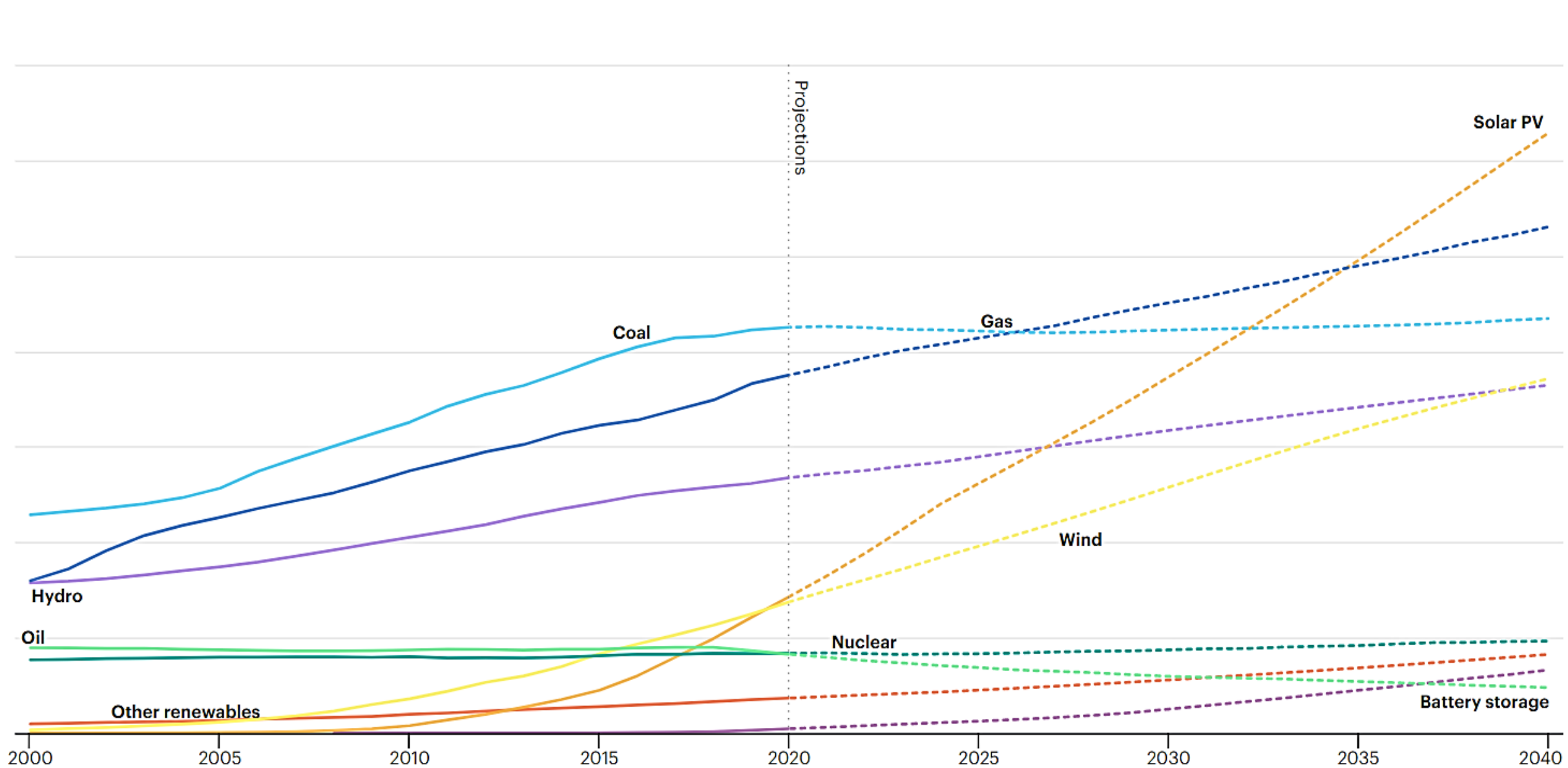


- SCEPs: advanced economies
- SDS: advanced economies
- SCEPs: developing economies
- SDS: developing economies

IEA-WEO, Installed power generation capacity by source in the Stated Policies Scenario, 2000-2040



GW



Suministro eléctrico tradicional

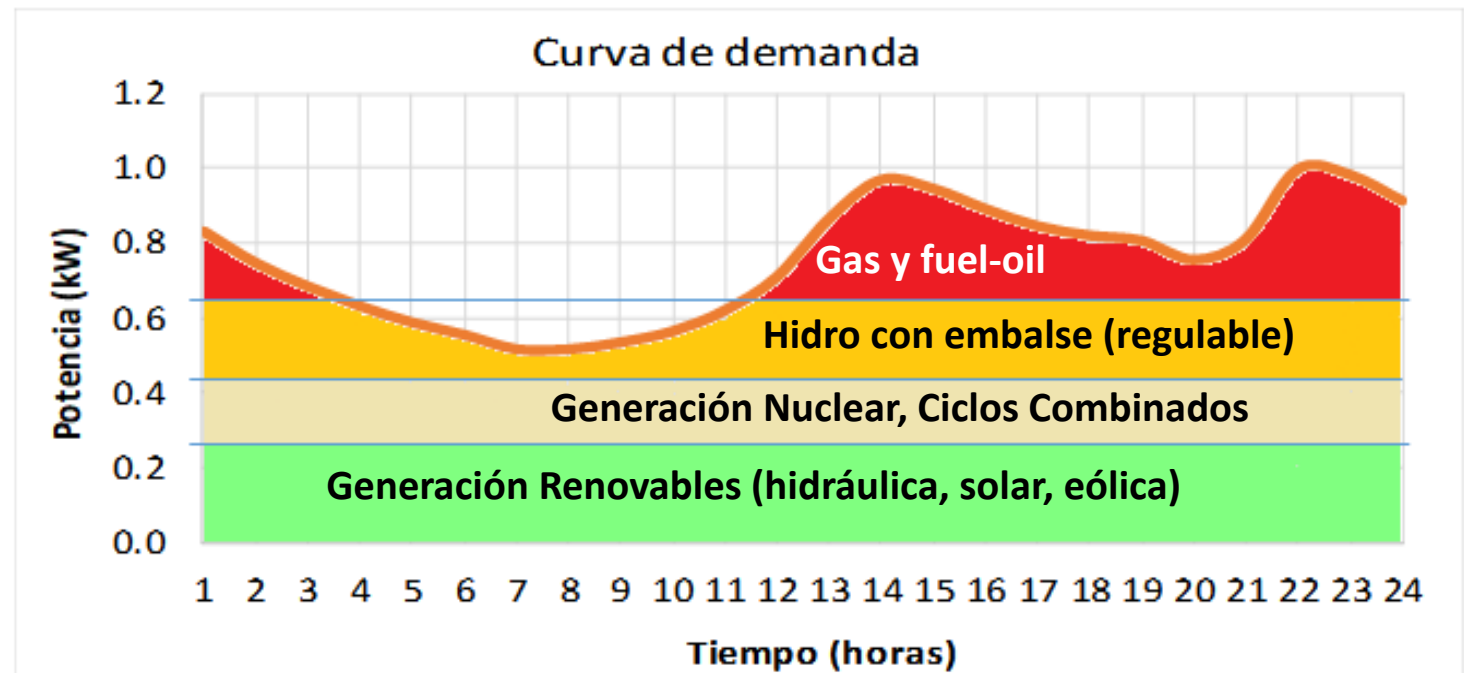
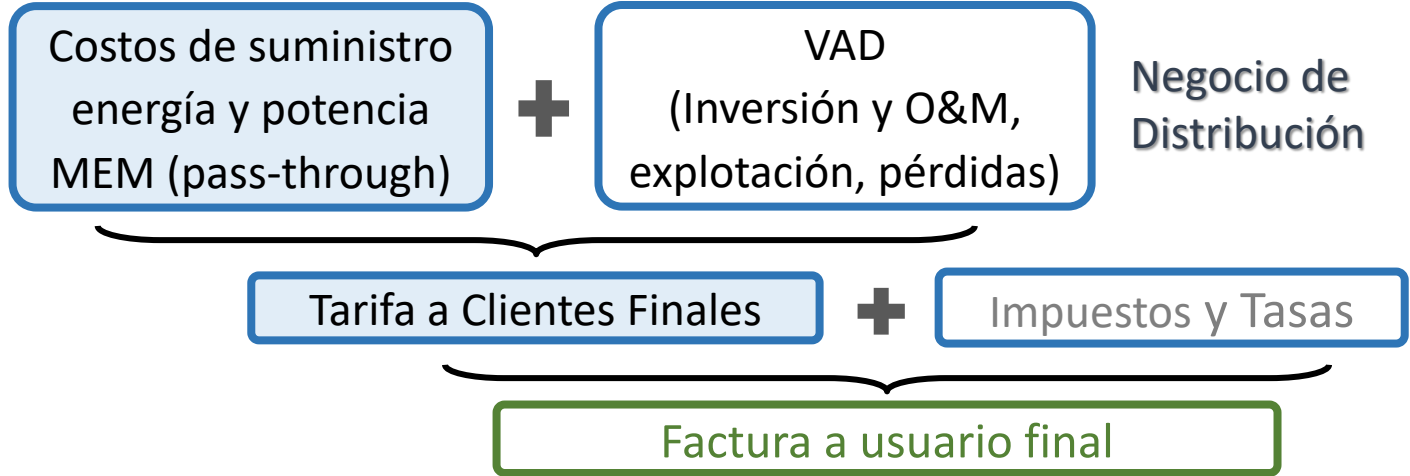
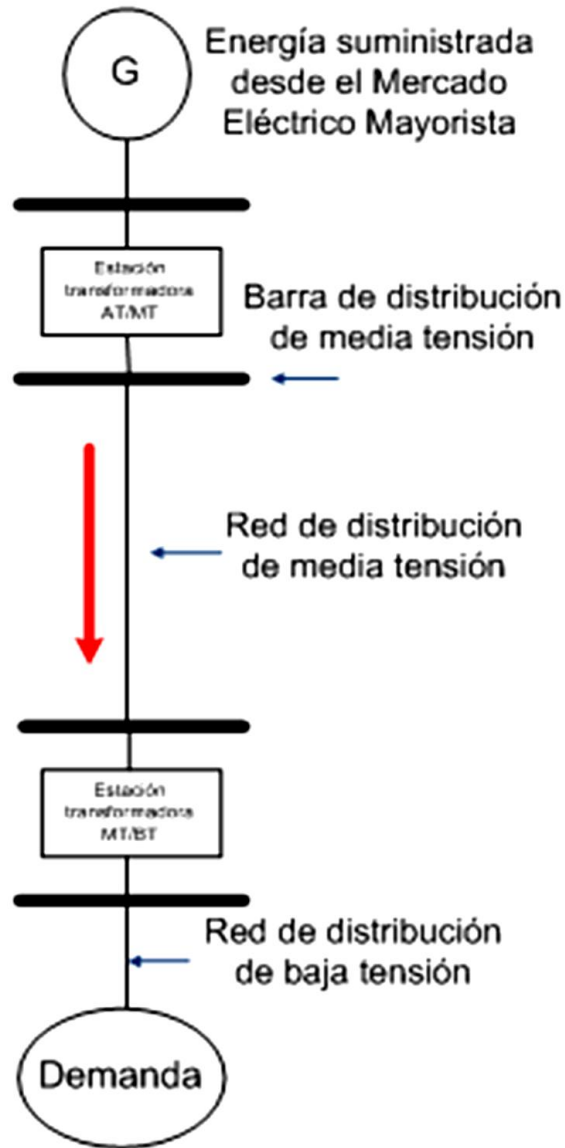


Figure 9 – Electricity: unplanned SAIFI, including exceptional events (interruptions per customer) – time series and min-max

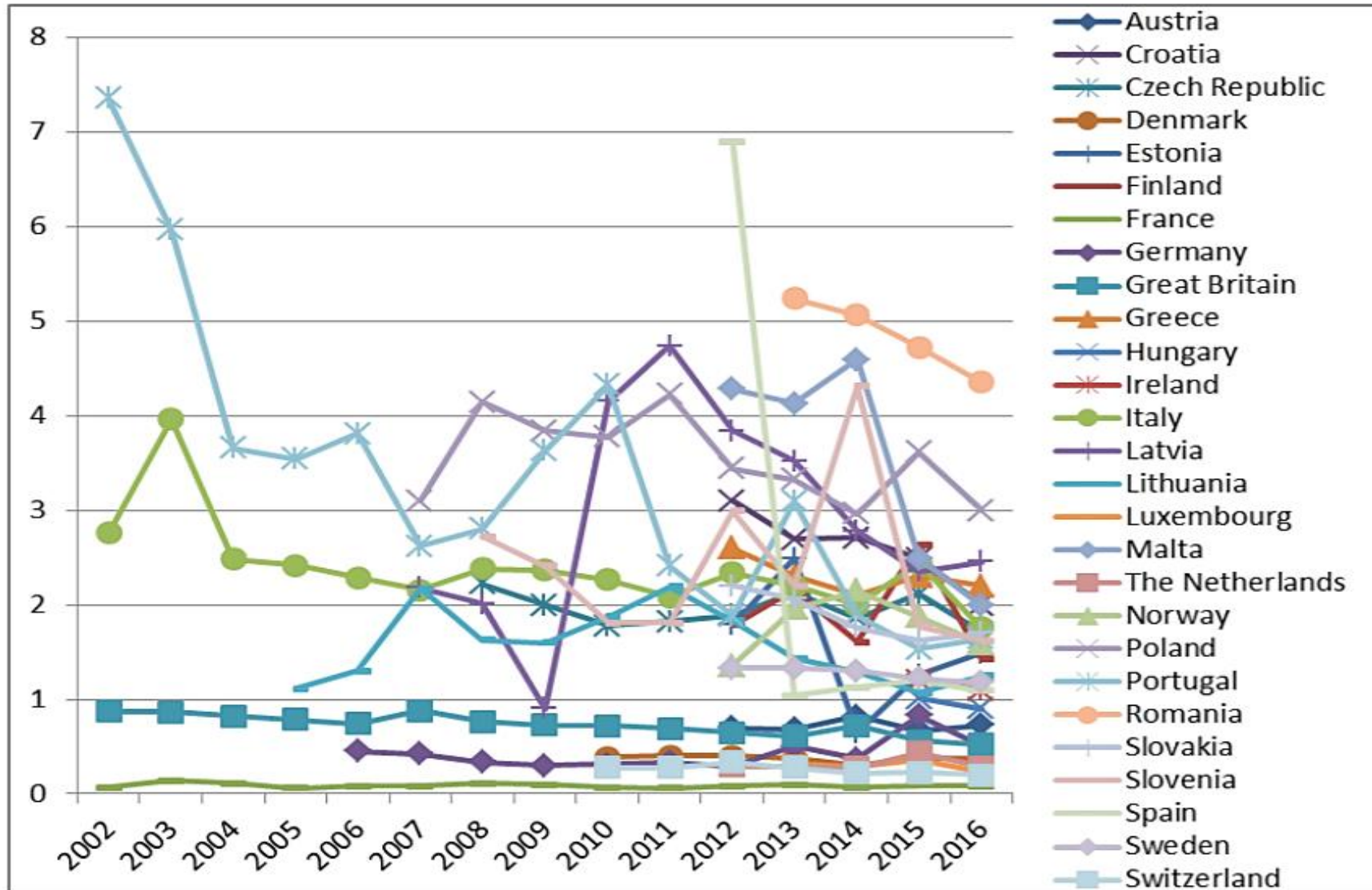
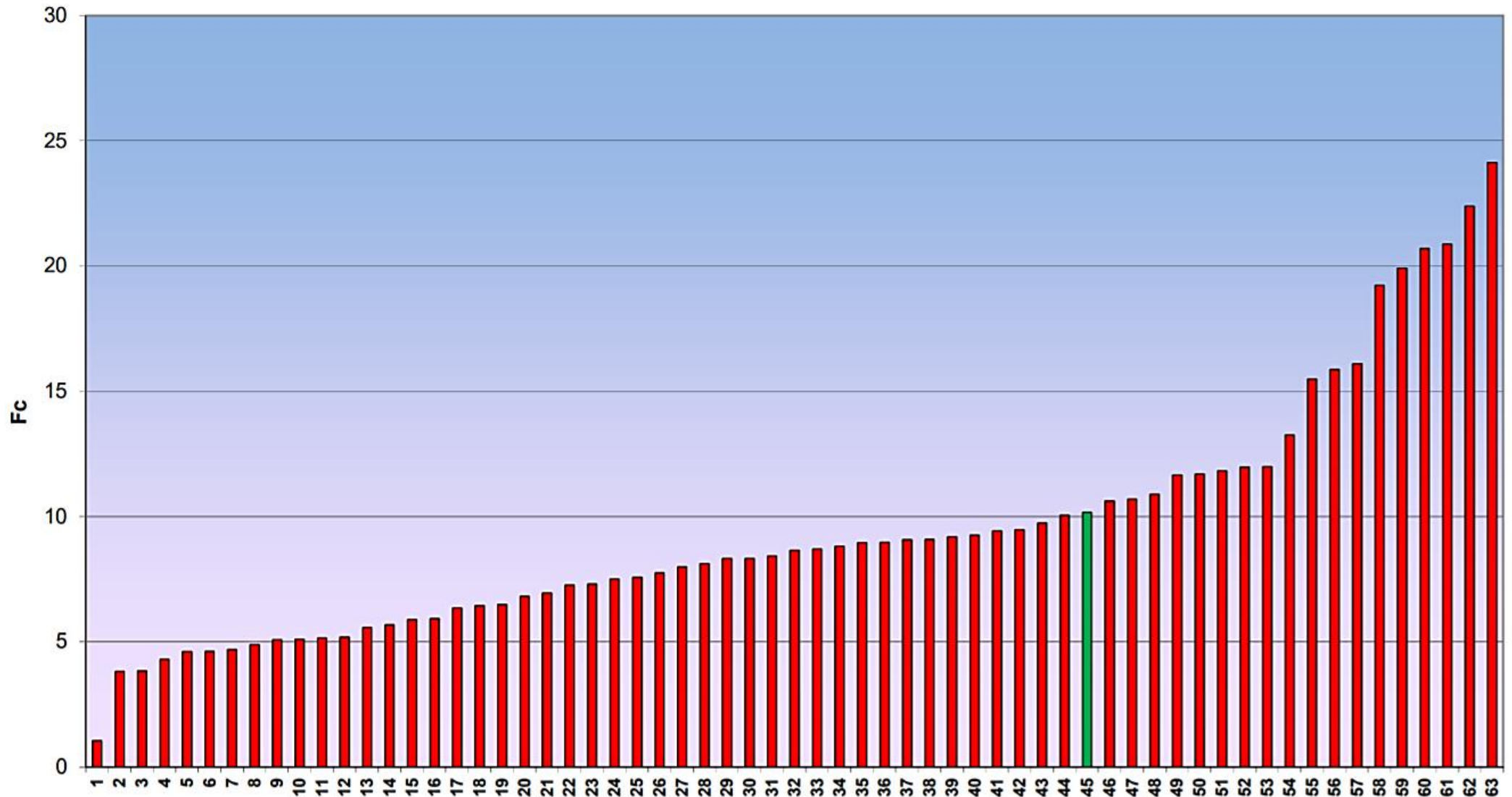


GRAFICO 1: FRECUENCIA MEDIA DE INTERRUPCIÓN POR CLIENTE (Fc)



Calidad del Servicio: Proyecto CIER 06 - Indicadores de calidad de servicios en empresas distribuidoras de energía eléctrica, 2018



Gráfico 3.1: Frecuencia media de interrupción por cliente (Fc) Total de incidencias

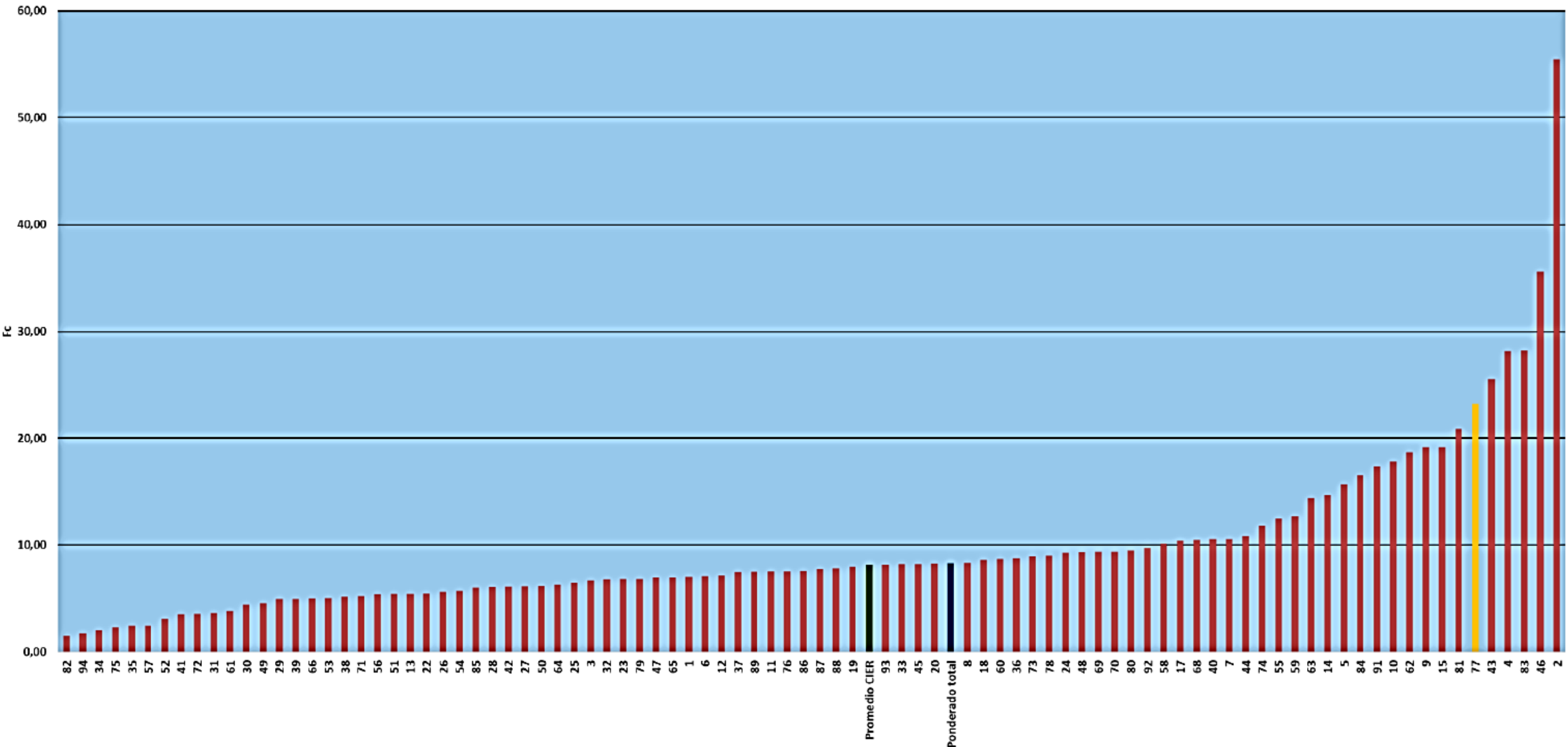


Figure 1 – Electricity: unplanned SAIDI, including exceptional events (minutes per customer) – time series and min-max

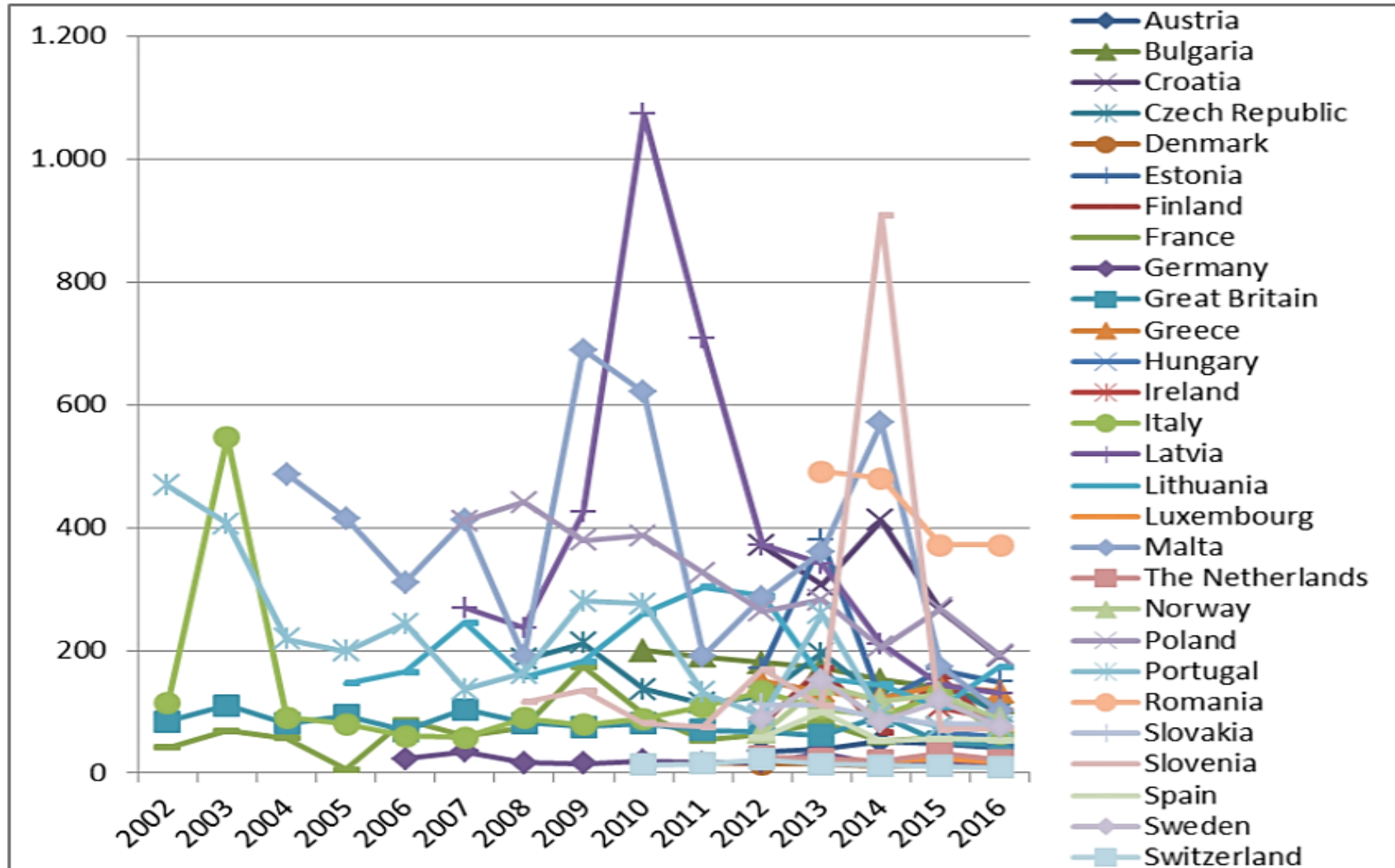
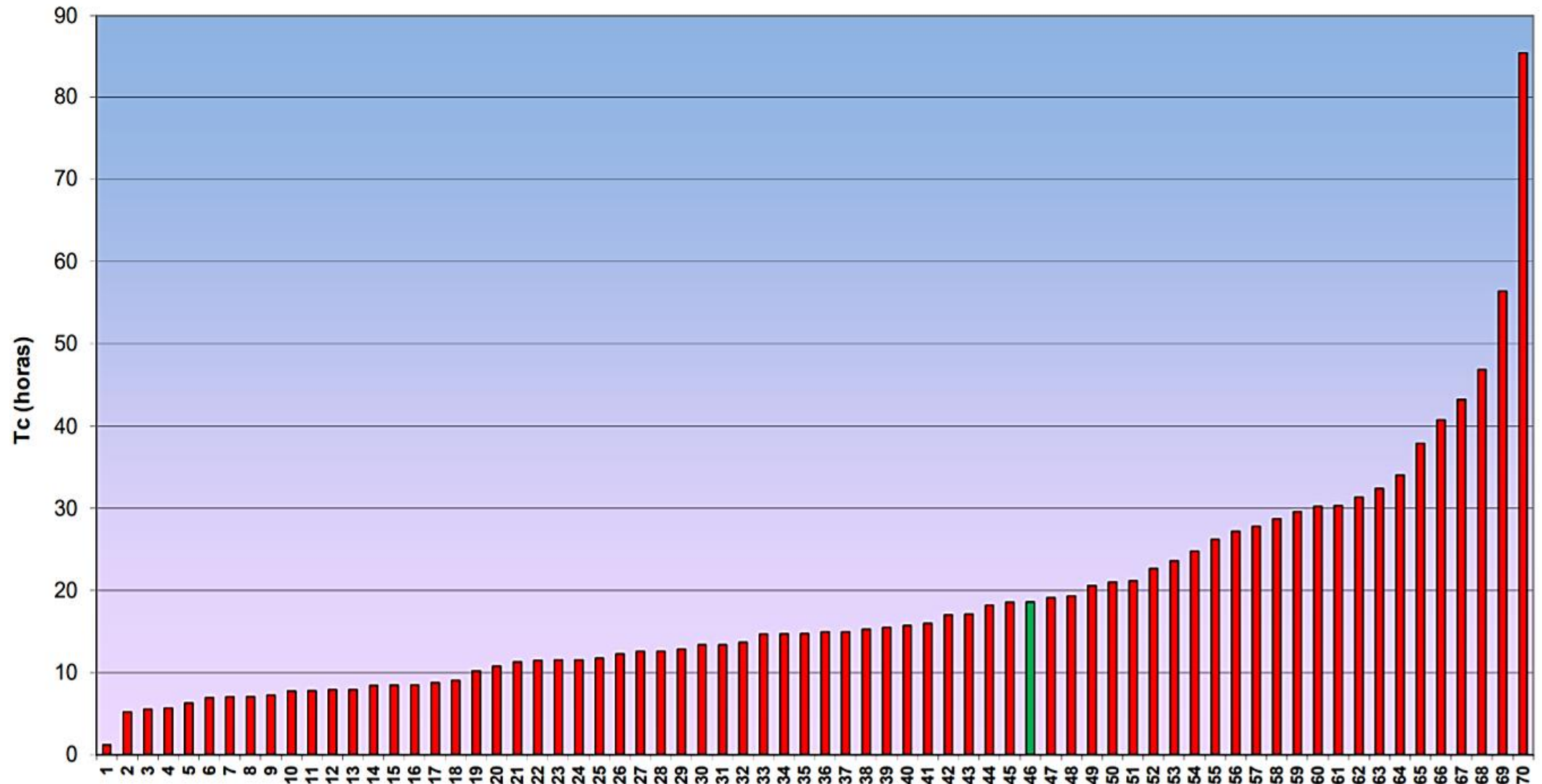


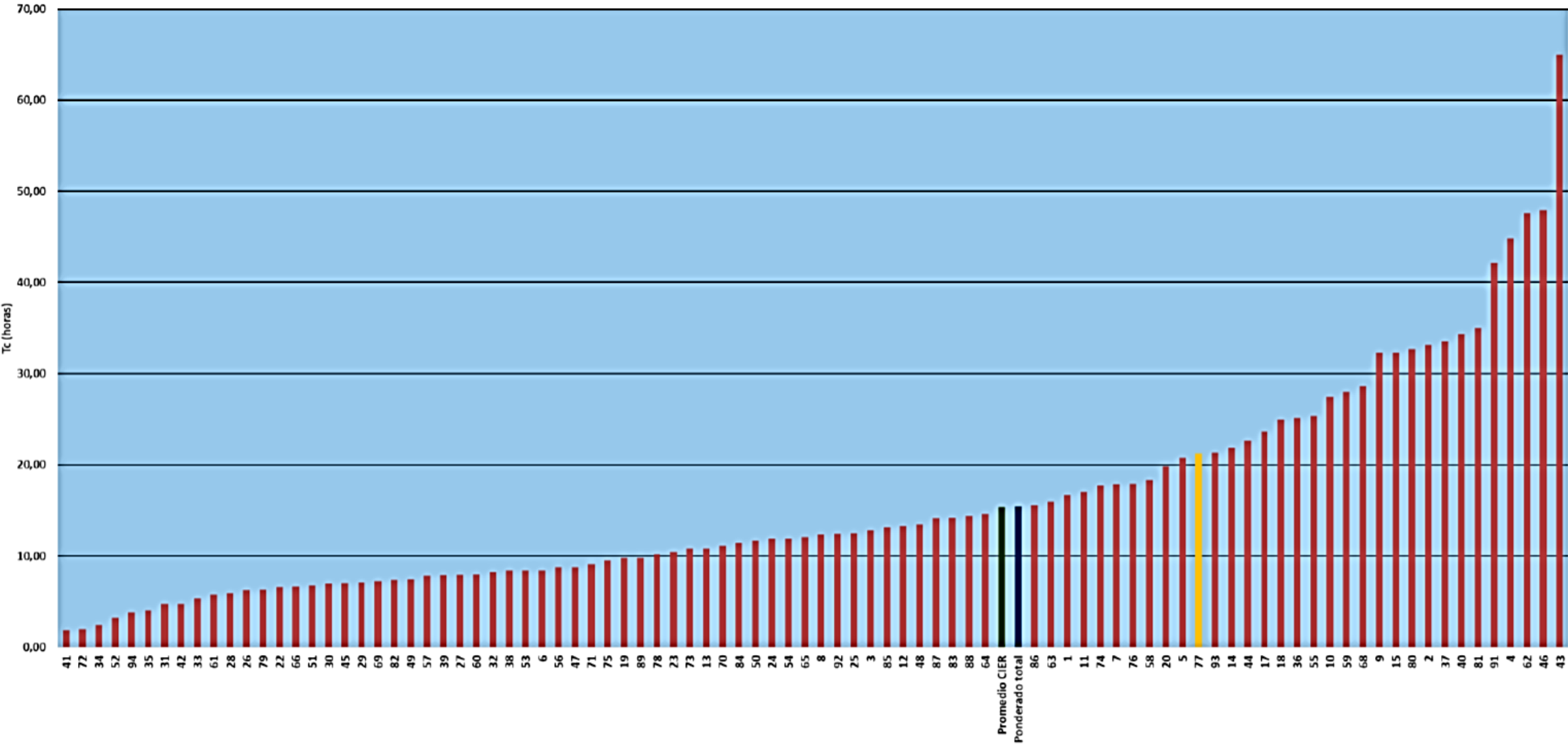
GRAFICO 2: TIEMPO TOTAL DE INTERRUPCIÓN POR CLIENTE (Tc horas)



Calidad del Servicio: Proyecto CIER 06 - Indicadores de calidad de servicios en empresas distribuidoras de energía eléctrica, 2018

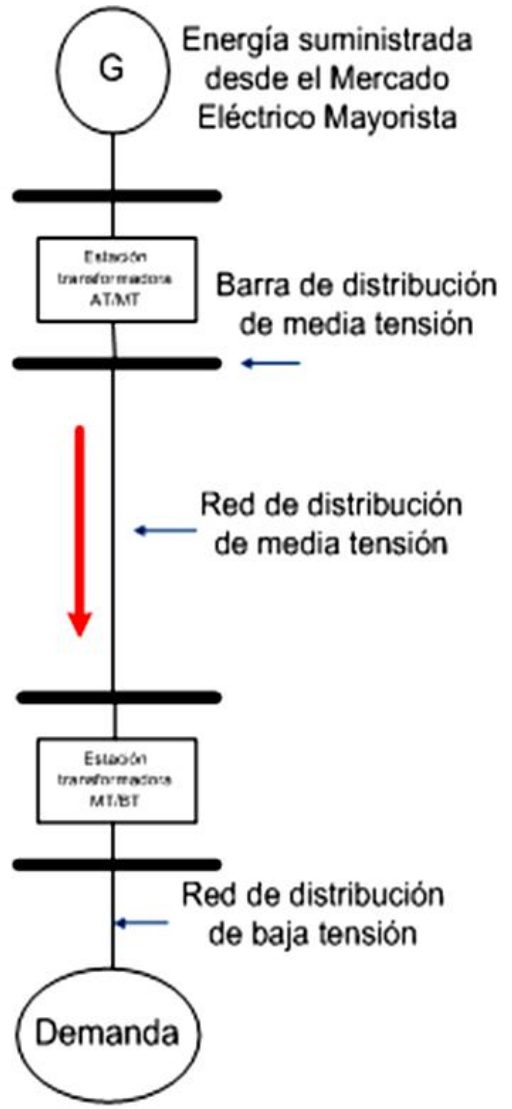


Gráfico 5.1: Tiempo total de interrupción por cliente (Tc horas) Total de incidencias

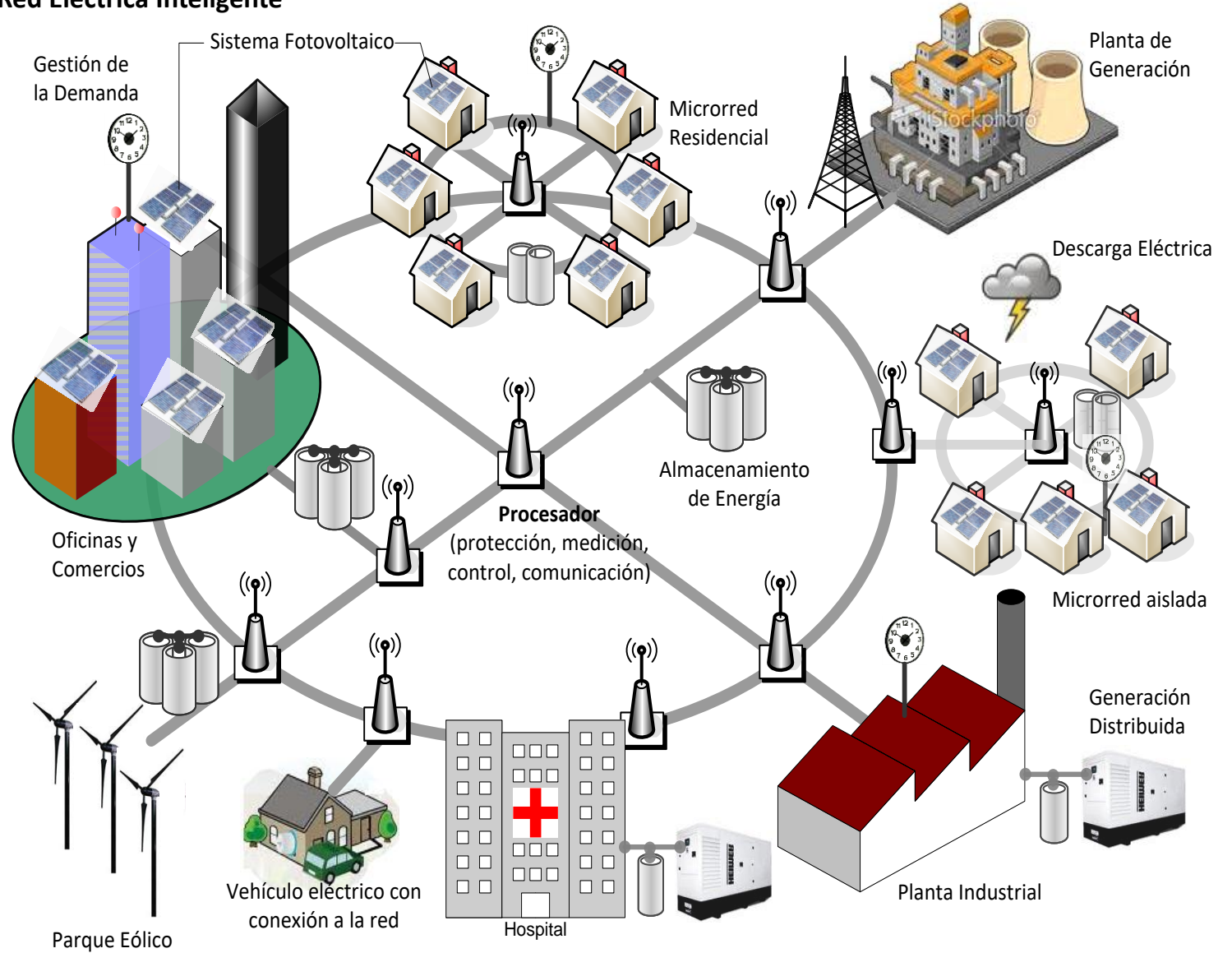


Cambio de Paradigma, hacia las REID

a) Red tradicional



b) Red Eléctrica Inteligente



Redes Eléctricas Inteligentes de Distribución (REID)



Una **REID** puede ser definida como la *sinergia* (desarrollo conjunto) de la red eléctrica tradicional con modernas tecnologías de información, medición, protección, control y comunicación que permite una operación técnica-económica más *eficiente, segura y confiable de la red (mejorando calidad del servicio)*

OBJETIVO: Realizar un mejor uso de la información para que *empresas y usuarios* puedan administrar más eficientemente los recursos disponibles, hacia un suministro o *red 3D: Descarbonizada – Digitalizada – Descentralizada (distribuida)*

En este nuevo paradigma, los usuarios comienzan a tener un **importante rol activo**:

- ✓ *Reciben más información que les permite auto-gestionar su demanda*
- ✓ *Brindan información a la distribuidora que permite mejorar la operación de sus redes y brindar un servicio de mayor calidad*

A partir de este rol activo, y eventual instalación de generación distribuida renovable (GDR solar FV), los usuarios comienzan a ser *prosumidores*

Cambio de Paradigma: Enel Smart Grid Vision, IEEE T&D LA, Uruguay 2015

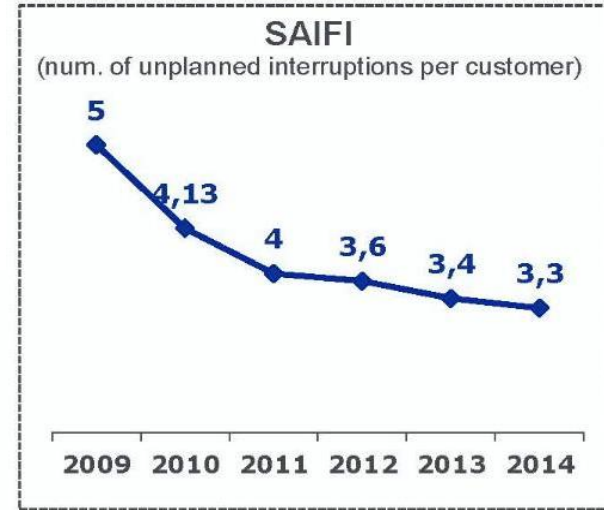
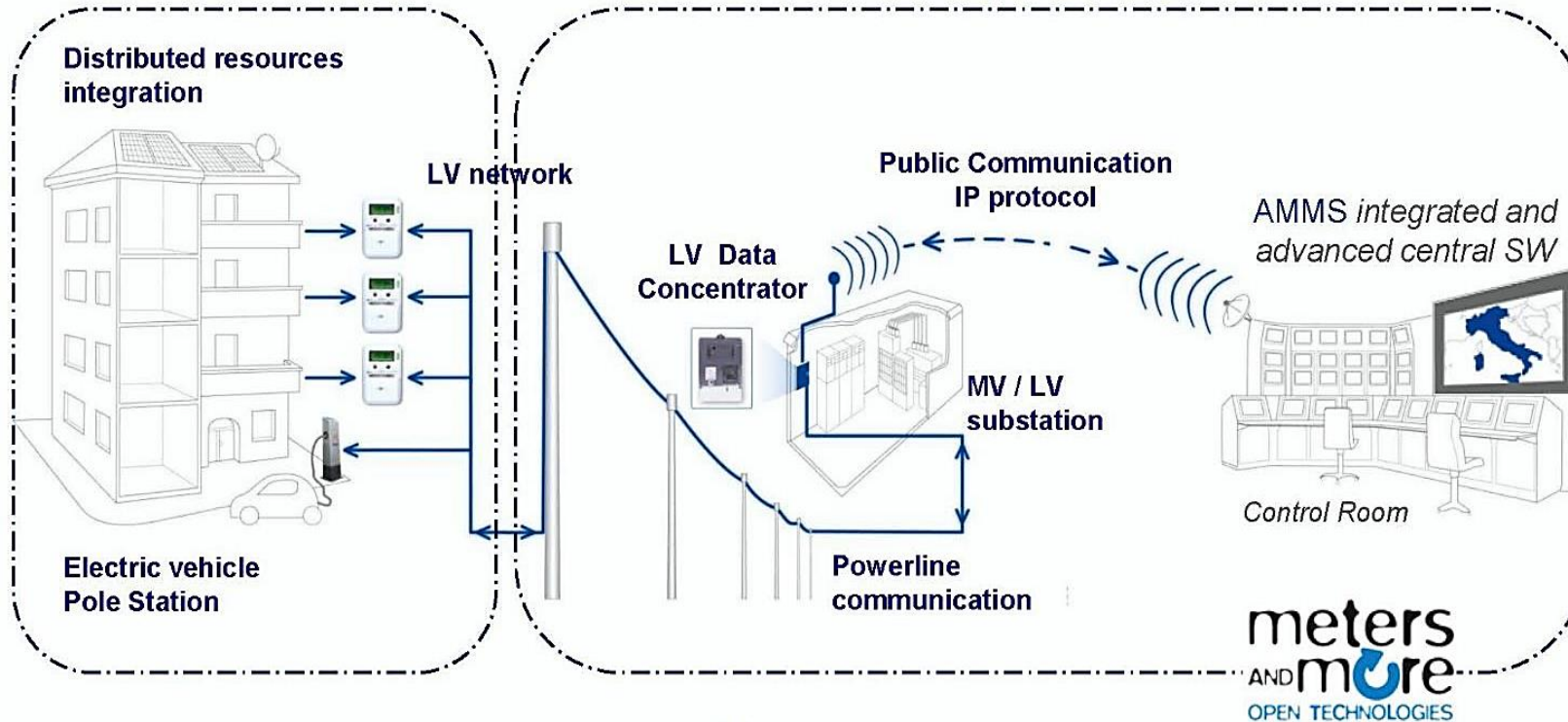


Enel Smart Grids Experience

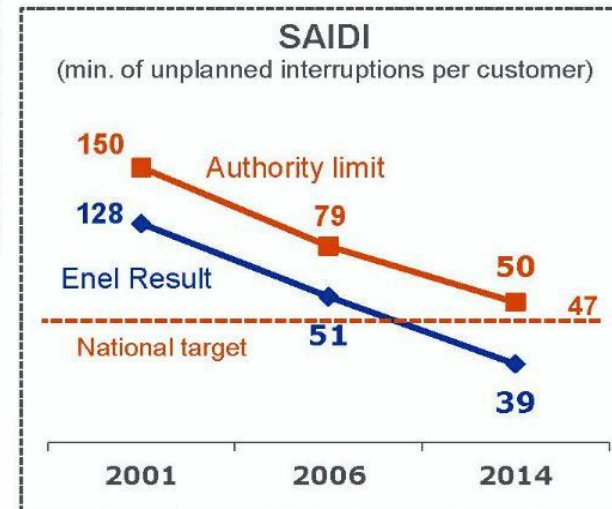
Italy: the impact of continuous innovation & technology deployments



DAS	Asset Mgmt
Smart Meter	WFM



SAIFI: - 32%



SAIDI: - 68%

Sujeto a:

- Variabilidad
- Localización
- Modularidad
- Operación y dinámica

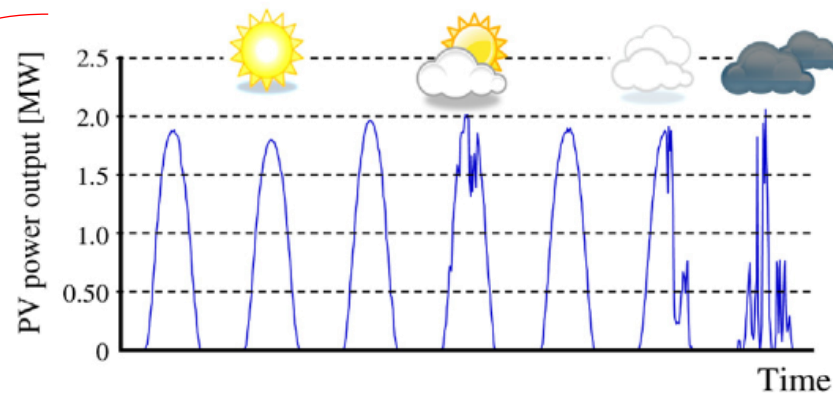


Fig. 2 Variabilidad típica de la irradiancia y producción de sistemas fotovoltaicos.

Más relevantes y difundidas en Sudamérica:

- Microturbinas a Gas
- Máquinas de Combustión Interna
- Mini turbinas Hidráulicas
- Generación Eólica
- Energía Solar Fotovoltaica

**Generación
Distribuida
Renovable (GDR)**

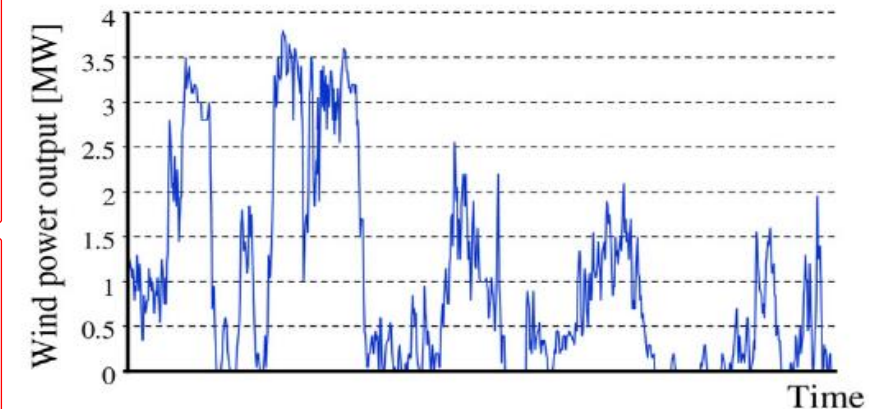
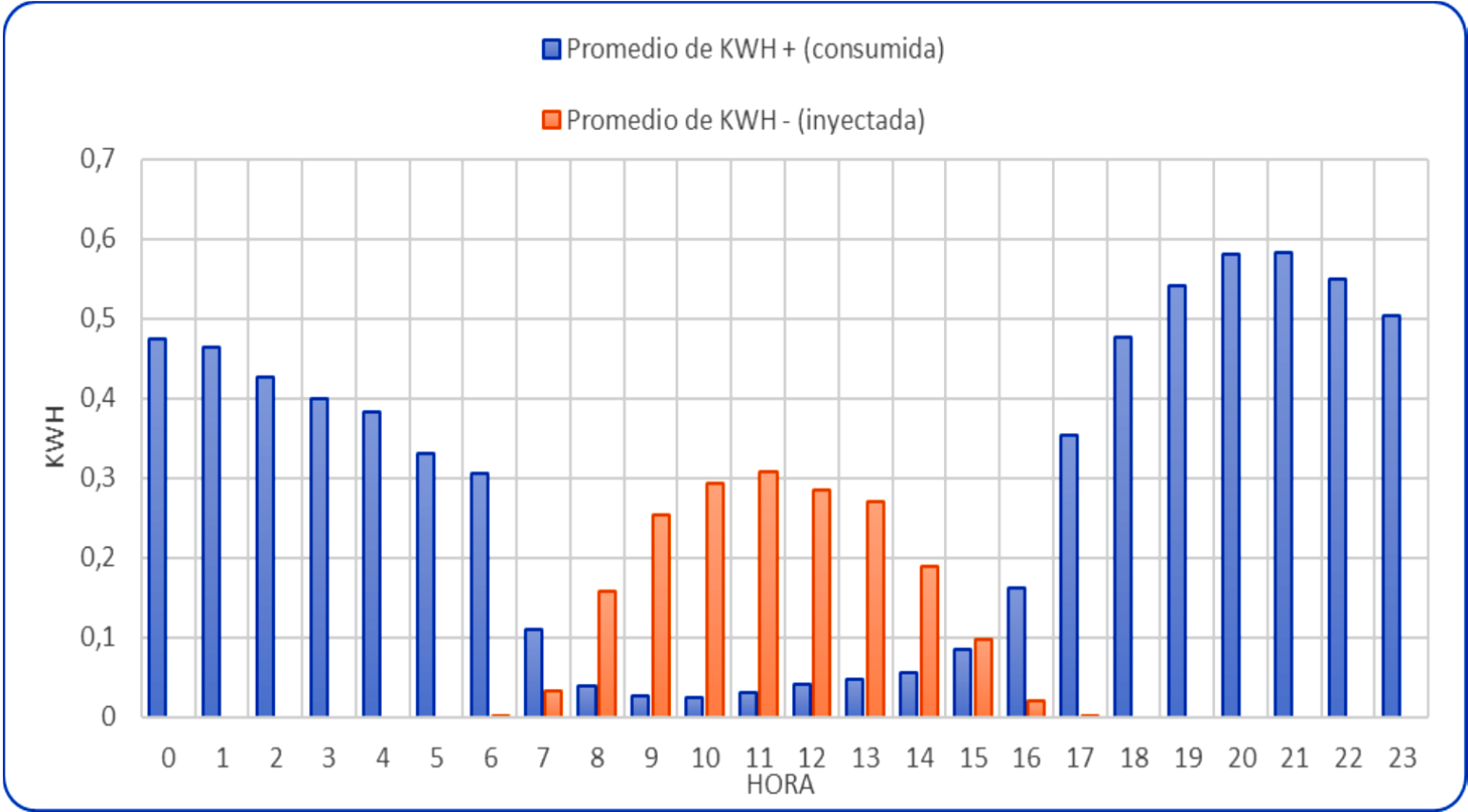
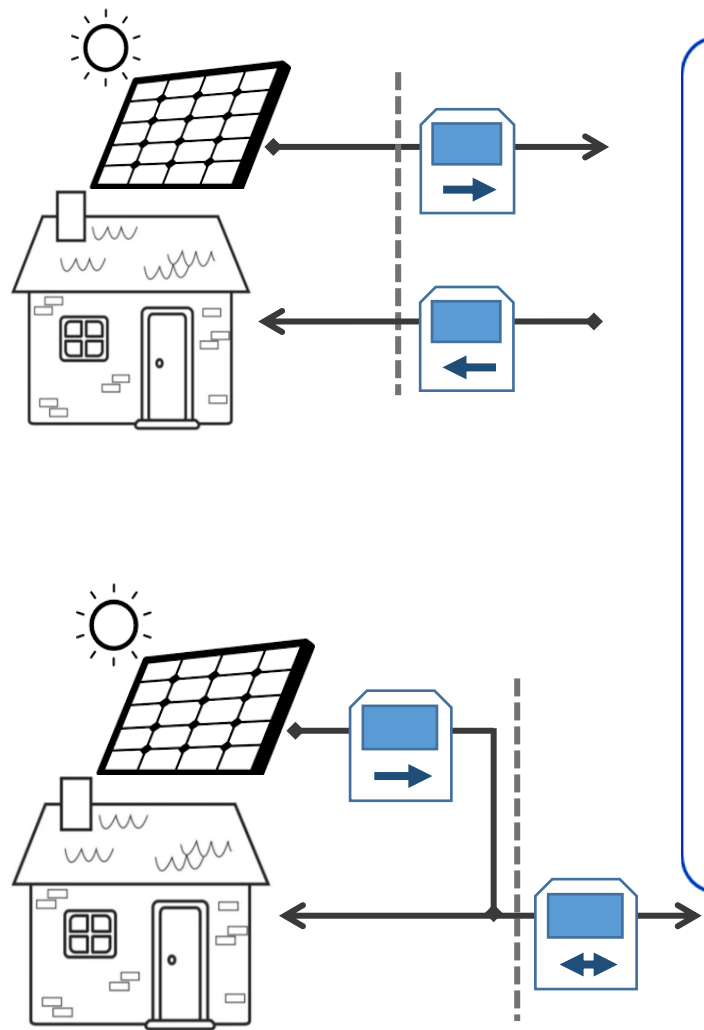


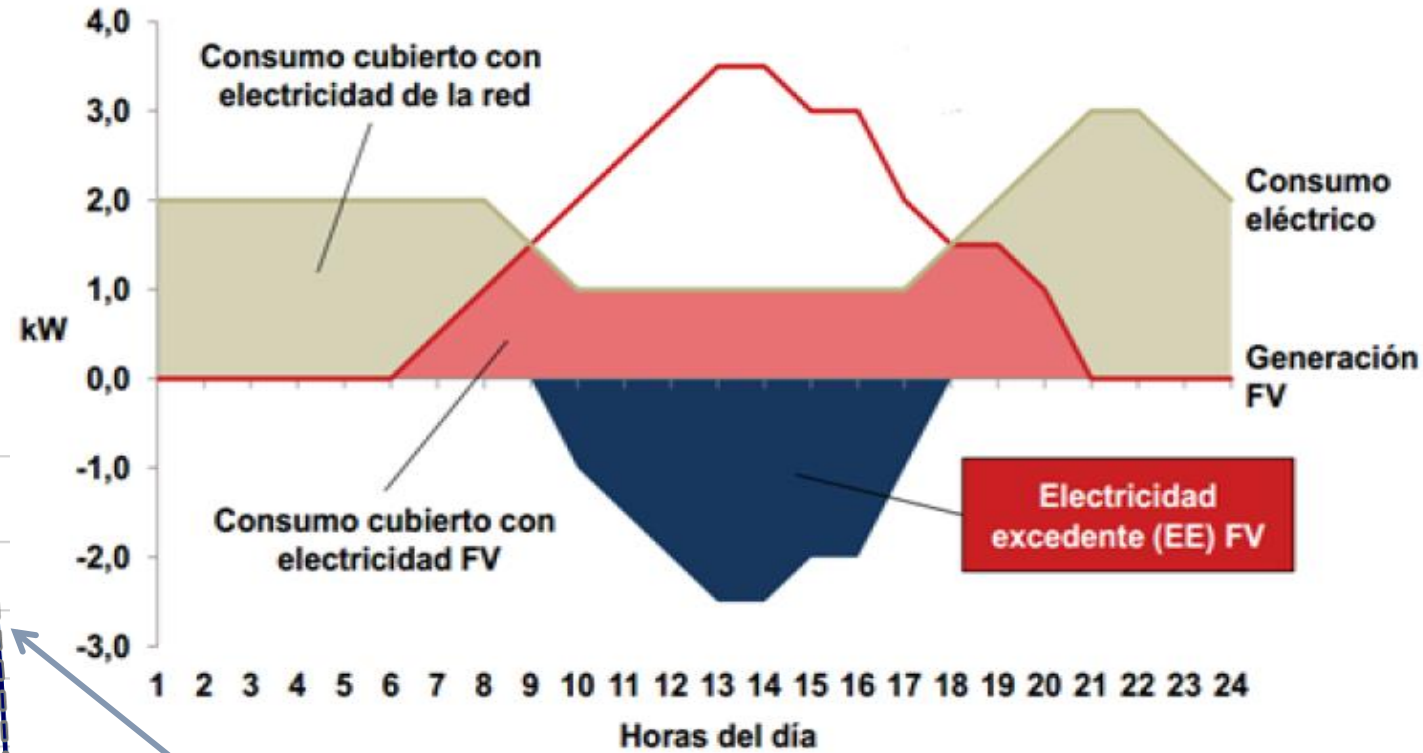
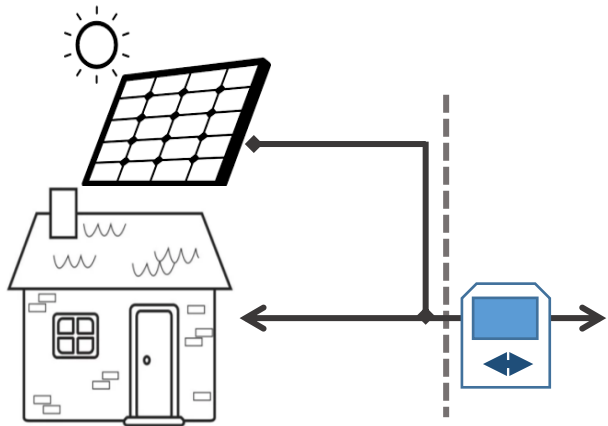
Fig. 3 Variabilidad típica de la producción de sistemas eólicos.



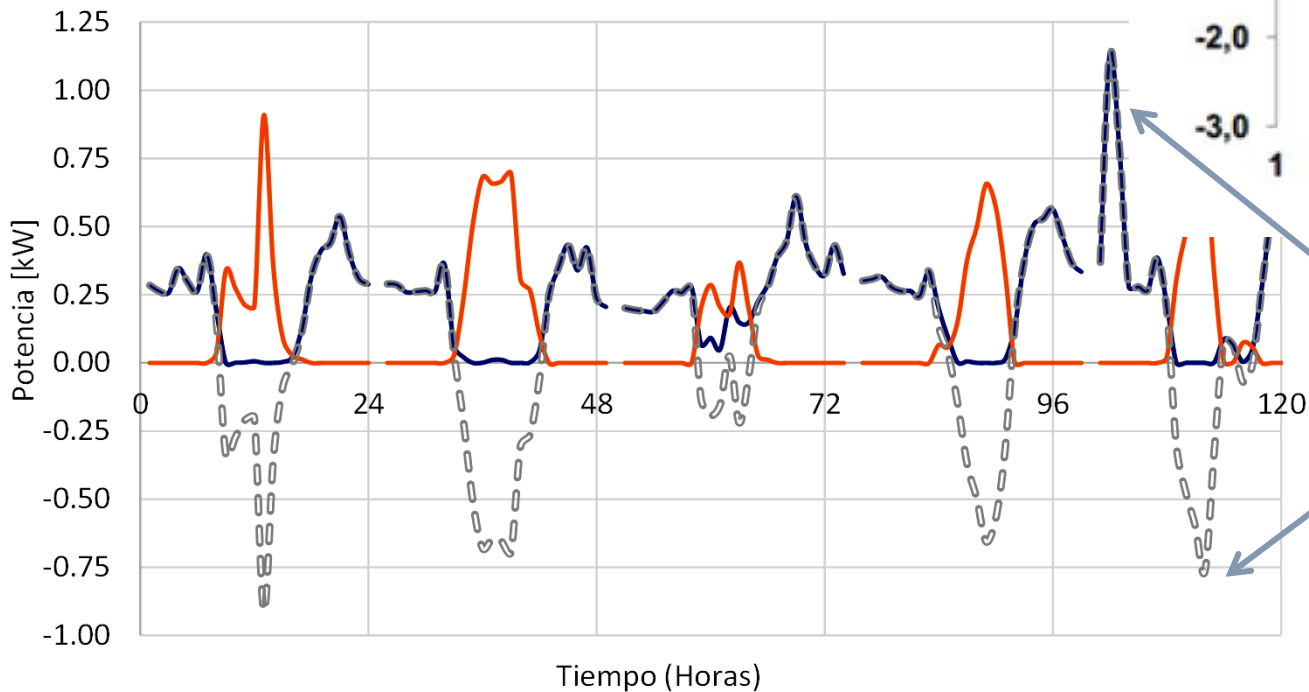
Impactos-Desafíos de la GDR, medición...



Impactos-Desafíos de la GDR, medición



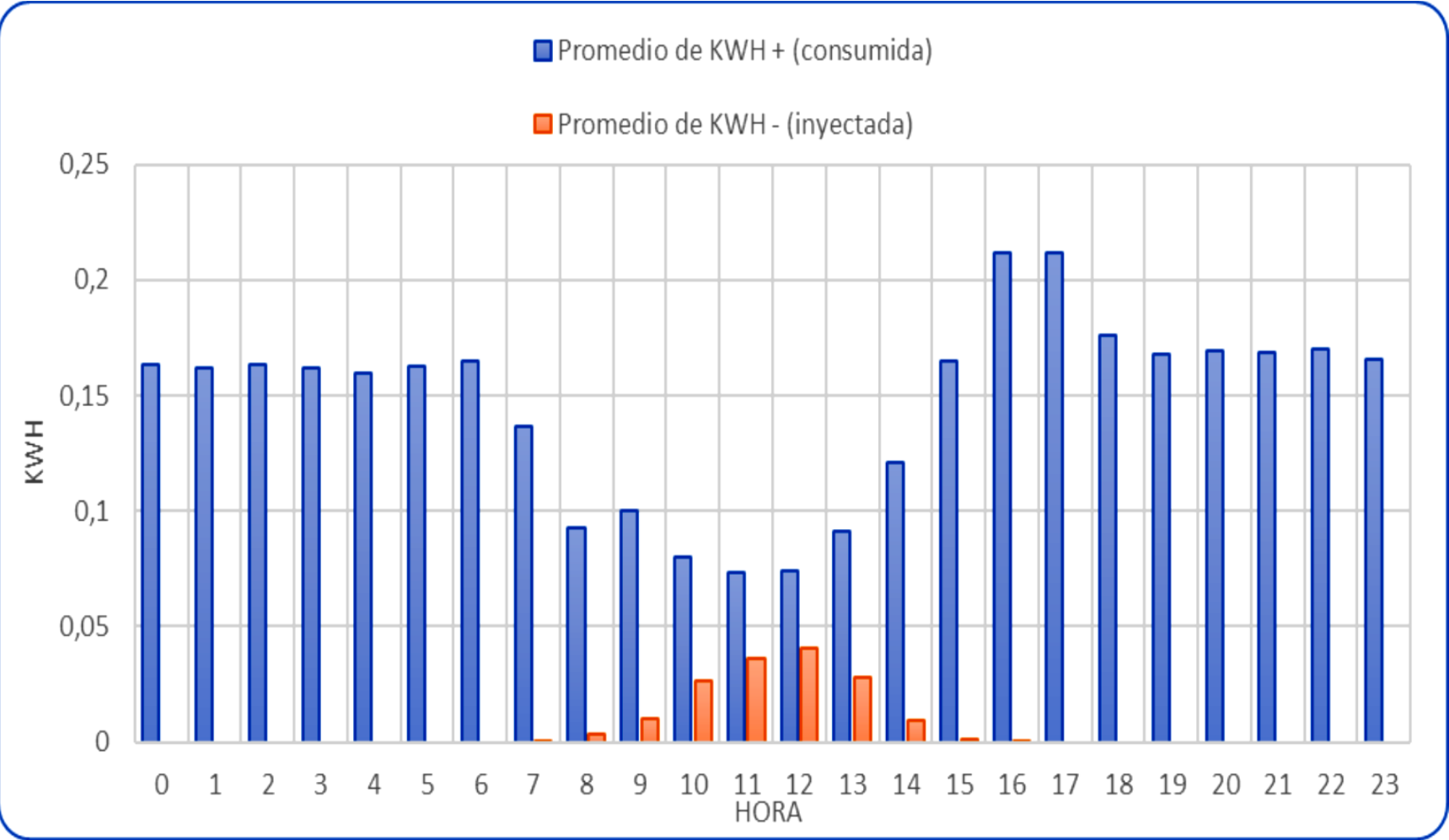
— Dem — Gen - - - Dif.



Picos de potencia mandan-rigen inversiones en redes distribución (no la energía, sino la potencia)

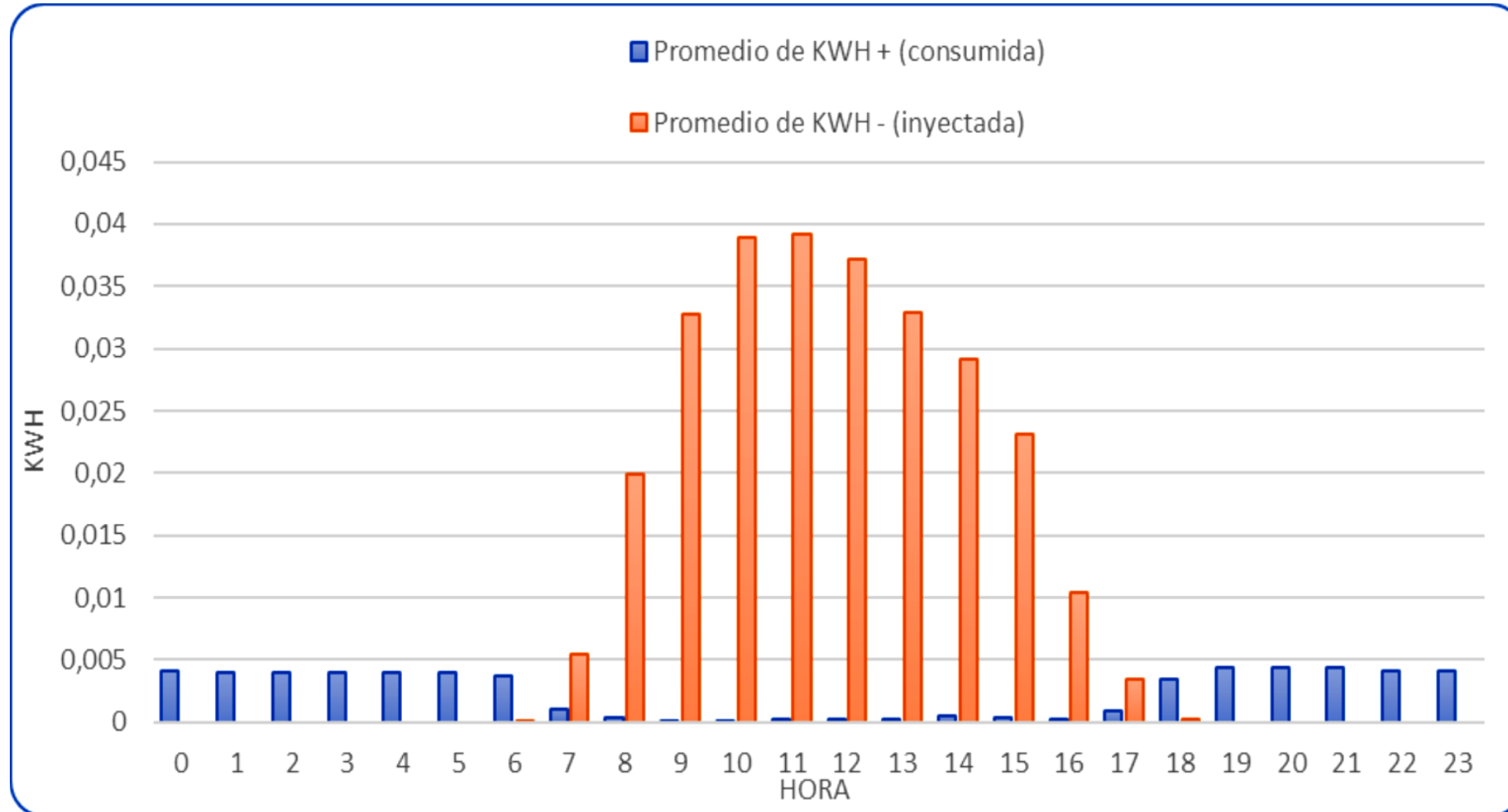
Impactos-Desafíos de la GDR, estimación

Tarifa BT Comercial, GDR 25 KW día Hábil, eje vertical en kWx10²



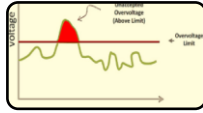
Impactos-Desafíos de la GDR, estimación...

Tarifa MT Industrial, GDR 420 KW día Domingo, eje vertical en $\text{kW} \times 10^4$

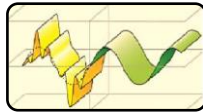


Impactos-Desafíos de la GDR, operación de la red

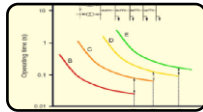
Posibles Problemas



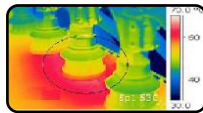
Sobretensión



Calidad de energía



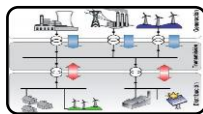
Protecciones



Sobrecarga y pérdida de potencia



Manejo de gran cantidad de datos (Mediciones)

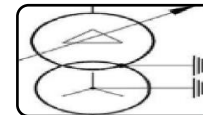


Flujos de energía en ambos sentidos

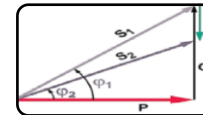
Posibles Soluciones



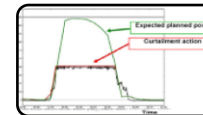
Almacenamiento de energía



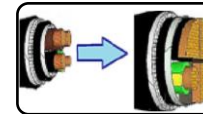
Control de voltaje usando OLTC



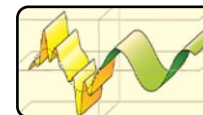
Control de potencia reactiva



Reducción de potencia activa



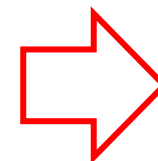
Reconfiguración y refuerzo de red



Técnicas de mitigación armónica



Dependerá del nivel de inserción de GDR y avance tecnológico



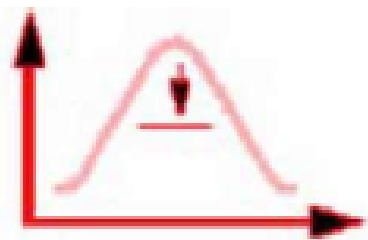
Conocer el estado de la red para planificar operación y expansión

Cambio de Paradigma, Gestión de la Demanda

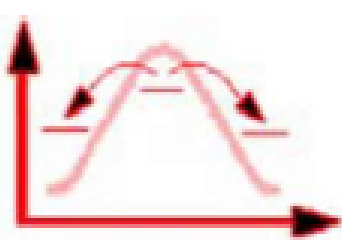
Conjunto de acciones destinadas a modificar la cantidad o los patrones de consumo de energía eléctrica puesta a disposición a los usuarios finales.



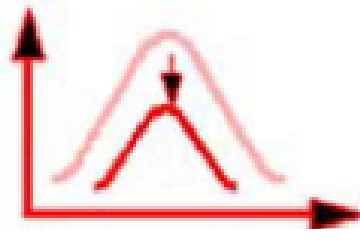
Gestión o Respuesta de la Demanda (DR)...



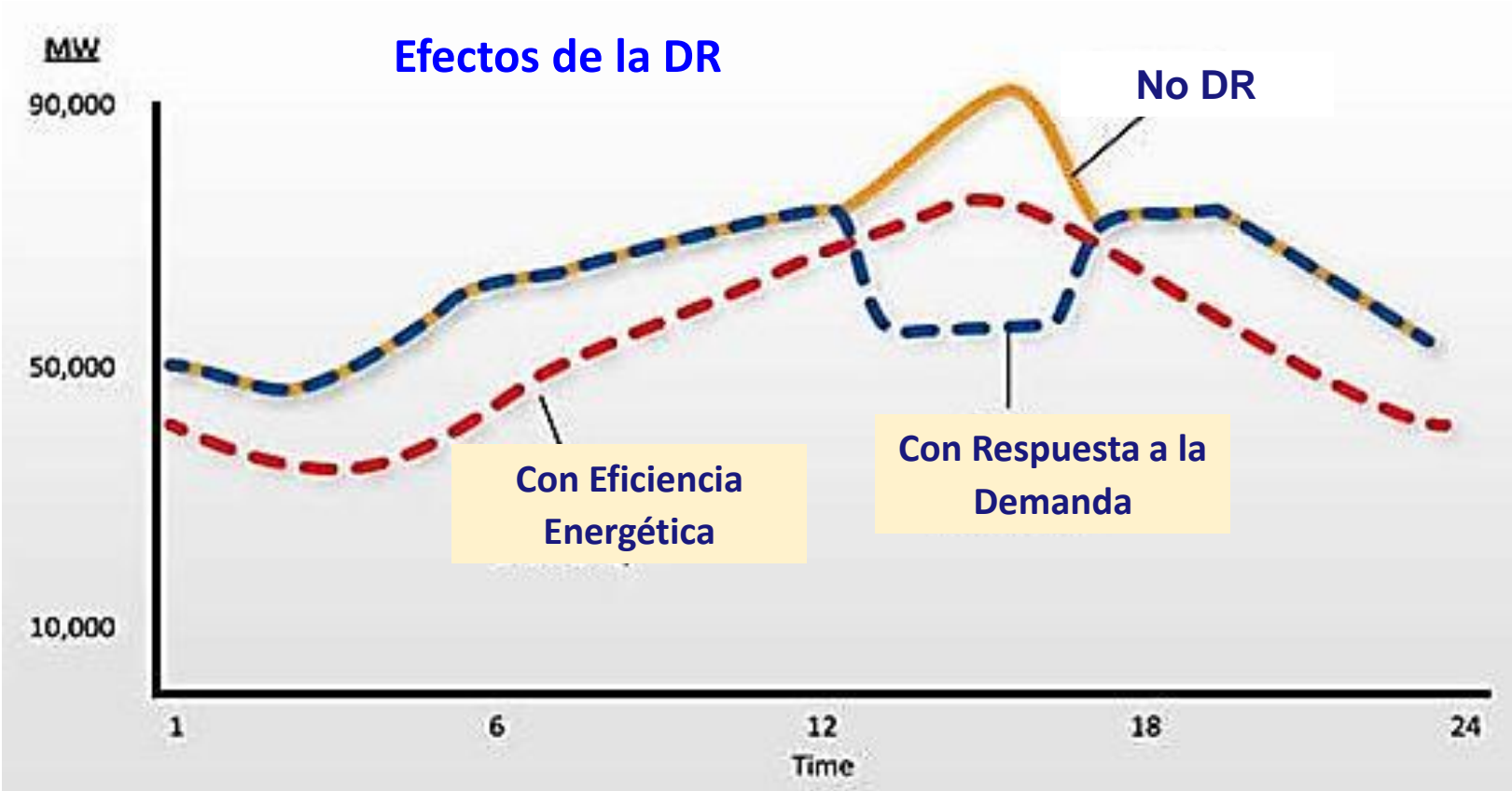
Reducción pico



Desplazamiento pico



Generación propia



Cambio de Paradigma: Enel Smart Grid Vision, IEEE T&D LA, Uruguay 2015



FIND OUT NOW

ENERGIA PURA CASA

WHETHER IT'S DAY OR NIGHT, TO YOU IT MAKES NO DIFFERENCE. THE PRICE OF THE ENERGY COMPONENT IS THE SAME FOR ALL TIME PERIODS

[READ MORE](#)



CHOOSE A FIXED AND SIMPLE TARIFF
€0.065 KWH

E-LIGHT

ELECTRICITY PLAN ADVANTAGES AND COST

PRICES DETAILS HOW TO APPLY OPTIONAL PRODUCTS DOCUMENTS

CONVENIENT ONLINE MANAGEMENT, WITH A SINGLE RATE FOR BOTH DAY AND NIGHT.

THE PRICE IS THE SAME ON ALL DAYS AND AT ALL TIMES:
€0.0389/KWH

- A single rate for both day and night.
- An offer for you or such as...
- Bill via email. With Enel and energy...



Con Enel Energia nel mercato libero
YOUR HOME

E-LIGHT BIORARIA

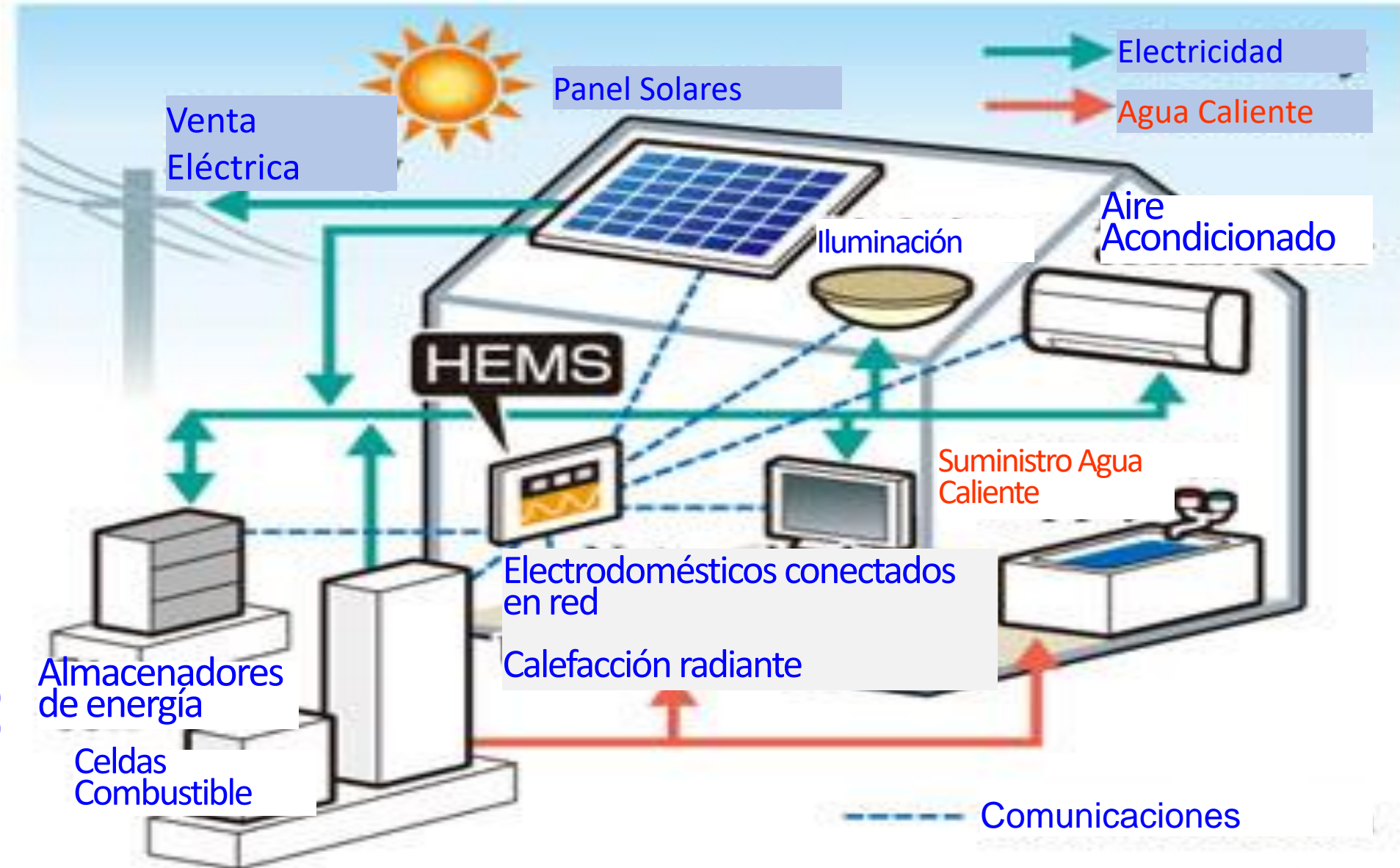
ELECTRICITY PLAN ADVANTAGES AND COST

BENEFITS PRICES DETAILS

CHEAPER IN THE EVENING, AND ON BANK HOLIDAYS, AND CAN BE MANAGED ONLINE.

Fascia Blu weekend, festivi e tutti i giorni dalle 19 alle 8	Fascia Arancione 8-19 da lunedì a venerdì
0,020 €/kWh	0,077 €/kWh

Cambio de Paradigma, prosumidor



Cambio de Paradigma, **máximo beneficio social**

GDR

Obtener mayor beneficio económico por venta de energía

Emp. Distribuidora

Operar económica y eficientemente su red al menor costo para obtener máximo beneficio

Prosumidor - DR

Maximizar beneficio usando Respuesta de la Demanda Elástica al Precio y Mejora Calidad Servicio

Intereses Contrapuestos Requieren Equilibrarse

Determinar la Tarifa Eléctrica Óptima (VAD) que Maximice el Beneficio Social

Cambio de Paradigma, actores corresponsables



Principales DESAFÍOS:

+ Estado Regulador

- Tarifas – Precios Electricidad
- Modelos de Gestión Demanda
- Sistemas de Comunicaciones (5G)

+ Empresas Distribuidoras

- Implementar nuevas Tecnologías
- Uso de información masiva (AMI)
- Repensar Modelo de Negocio

+ Usuarios Prosumidores

- Uso Eficiente Energía
- Recursos Energéticos Distribuidos

+ Centros I+D e Industrias

- Startup y Spin-off

+ TODOS Actores

- Romper ciertas Estructuras

- Inversiones en herramientas y tecnologías para mejorar la eficiencia del suministro eléctrico, pero *nuevo paradigma conlleva un cambio en la forma de gestionar las empresas su servicio de distribución*; cambio en su modelo de negocio, debe ser acompañado por la regulación
- Si la introducción de GDR, y/o de mecanismos de gestión de demanda y/o de eficiencia energética, cambia el rol de la demanda, *dejando el usuario de ser un “espectador pasivo”*, indefectiblemente el modelo de negocio de la distribución así como la regulación también deberán mutar para acompañar tales cambios (e.g. caso compañías de telefonía fija y móvil)
- **Estado–Regulador** debe velar por los intereses de la sociedad en su conjunto (usuarios prosumidores y empresas prestadoras de servicios), i.e. **buscar el máximo beneficio social**

¿Cómo se debe incentivar el uso de las nuevas tecnologías y herramientas de redes inteligentes?, ¿quién paga por ese desarrollo tecnológico?

Porque si un usuario decide instalar GDR y logra así una reducción de su factura eléctrica, lo que deja de percibir la distribuidora debe ser reconocido y pagado por alguien, el propio estado o el resto de los usuarios, *sociabilizando el desarrollo tecnológico de unos pocos*

¿Es esto justo y equitativo? ¿Por qué otros deben pagar de más lo que dejan de pagar estos nuevos prosumidores por el uso de redes?

Una respuesta ideológica a tal situación puede ser que esto llevaría a que “los otros”, ya sea por comparación o motu-propio, traten también de *“subirse al tren de las redes inteligentes” para ahorrar dinero siendo más eficientes con sus recursos energéticos disponibles*

También podría razonarse que ese prosumidor que decide “subirse al tren de las REID” lo hace repensando su rol activo en la red, como consumidor y vendedor de electricidad; *es decir, pensando ahora cómo debe instrumentar su nuevo negocio de electricidad*

Entonces, este usuario debiera pagar por el uso de la red de distribución lo mismo que pagan el resto de los usuarios, ya sea que consuman o inyecten energía, porque de una u otra forma necesitan de la red

Desde esta otra perspectiva, *todos los usuarios debieran equitativamente pagar por el uso que hacen de la red de distribución y por el propio costo de oportunidad de disponer la capacidad de la red para cuando necesiten utilizar*

El negocio de la distribución tal vez debiera ser redireccionado en este sentido, debiendo las tarifas eléctricas también poder reflejar este nuevo negocio, con los mismos u otros componentes tarifarios que los utilizados actualmente

Planificación de Redes de Distribución Inteligentes y Sustentables

Brindar algunos conocimientos teóricos y metodológicos para entender y encarar los nuevos desafíos y paradigmas que se presentan en el desarrollo e implementación de las REID

Entre los principales temas-conceptos se abordarán (de forma general):

- ✓ Diseños típicos, operación y regulación de los sistemas de distribución
- ✓ Planificación, formulación, herramientas técnico-económicas
- ✓ Transición hacia las REID, operación y expansión (inversiones)
- ✓ Sistemas de tele-medición inteligente (AMI, advanced metering infrastructure)
- ✓ Impactos de la penetración de Recursos Energéticos Distribuidos (generación distribuida, almacenamiento de energía, vehículos eléctricos, respuesta de la demanda)
- ✓ Algunos casos de estudio y aplicación, avances-propuestas del **Grupo I+D REID**

>> *Parte II y III*