



cigre

For power system expertise

Estudio y Análisis de una Futura Smart Grid en Chile

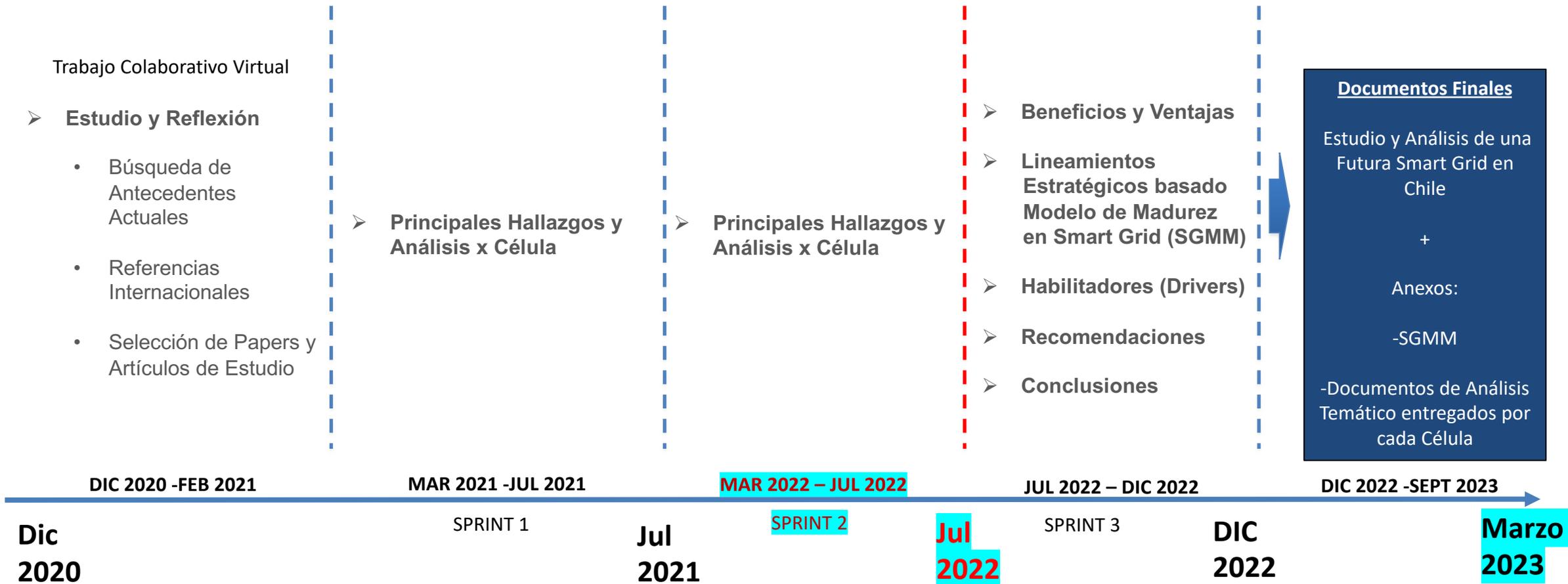
WG Smart Grid Seguro Análisis y Reflexiones Sprint2

Eduardo Morales Cabello
Líder WG Smart Grid Seguro – Cigré Chile



**WG Smart Grid Seguro
Cigre Chile**

Planificación WG Smart Grid Seguro CIGRE Chile



+40 Profesionales
Basado en Metodología Agile – Organizados en 8 Células de Estudio

Temáticas Estratégicas Desarrollas por Célula

Legal y Reglamentación Sector Eléctrico 1	Normativas Técnicas y Frameworks Smart Grid 2	Nuevas Tecnologías Habilitantes para un Smart Grid 3	Ciberseguridad y Privacidad asociadas al Smart Grid 4	Mirada Social y Medio Ambiental del Smart Grid 5	Economía y Negocios aplicados al Smart Grid 6	Gobernanza del Smart Grid Seguro 7	Estrategia y Políticas asociadas al Smart Grid 8
Líder: Pía Caro	Líder: Patricio Caro	Líder: Constanza Levican	Líder: Fernando Muñoz	Líder: José Muñoz	Líder: E. Morales	Líder: E. Morales	Líder: Jerson Reyes
<ul style="list-style-type: none"> 1.1.-Análisis del Nuevo Proyecto de Ley de Portabilidad Eléctrica. 1.2.-La importancia de tener una Política Nacional de Infraestructuras Críticas en Chile. 1.3.-Alcances de la Nueva Ley de Protección de Datos Personales. 1.4.-Importancia de una Futura Ley del Prosumidor. 	<ul style="list-style-type: none"> 2.1.-Gap Análisis del Anexo Técnico Sistema de Medición, Monitoreo y Control (SMMC) 2.2.-Análisis de la importancia del Draft NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 4.0 2.3.-Nuevos Modelos de Arquitectura de Soluciones en el Industrial IoT 	<ul style="list-style-type: none"> 3.1.-Aplicaciones de IA, Data Analytics y Big Data. 3.2.-Aplicaciones de Microgridas (Experiencias Nacionales e Internacionales) 3.3.-Análisis del Impacto Positivo y Negativo en la Red Eléctrica de la Electromovilidad 3.4.-Propuesta de Blockchain para la compra y venta de energía en el Mercado Eléctrico Chileno. 	<ul style="list-style-type: none"> 4.1.-Principales Principios de la Norma ISA/IEC 62443 y su Complementariedad con la NERC CIP. 4.2.-Best Practices NIST 800-82. 4.3.-Importancia del ZERO Trust para la Convergencia IT-OT basado en la NIST 800-207. 4.4.-Principales Principios de la GDPR. 4.5.-Importancia de un CSIRT Eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> 5.1.-Análisis de Casos Exitosos de Smart Metering (Subsidios/Incentivos) 5.2.-Análisis de Impactos Positivos y Negativos al Medio Ambiente de una Smart Grid 5.3.-Comunicación Efectiva y Concienciación en los beneficios del Smart Grid para todos los actores del sector eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> 6.1.-La Filosofía de la Economía Circular para el Sector Eléctrico 6.2.-Experiencias exitosas internacionales de Modelos de Negocios de Smart Grid 6.3.- Análisis de Nuevo Modelo de Negocio más competitivo y rentable en costo-beneficio. 	<ul style="list-style-type: none"> 7.1.-Nuevo Modelo de Gobernanza Sistémico (Cybernetic Management) 7.2.-La importancia del Gobierno del Dato y Data Management 7.3.-Importancia del Cambio Cultural de las Organizaciones Eléctricas para la Transformación Digital. 	<ul style="list-style-type: none"> 8.1.-Gap Análisis de la Política Energética 2050 8.2.-Gap Análisis de Política de Eficiencia Energética 8.3.-Gap Análisis de Política Nacional de Electromovilidad 8.4.-Análisis de Principales Habilitadores y Barreras para Evolucionar la Red Tradicional a una Red Inteligente Eléctrica

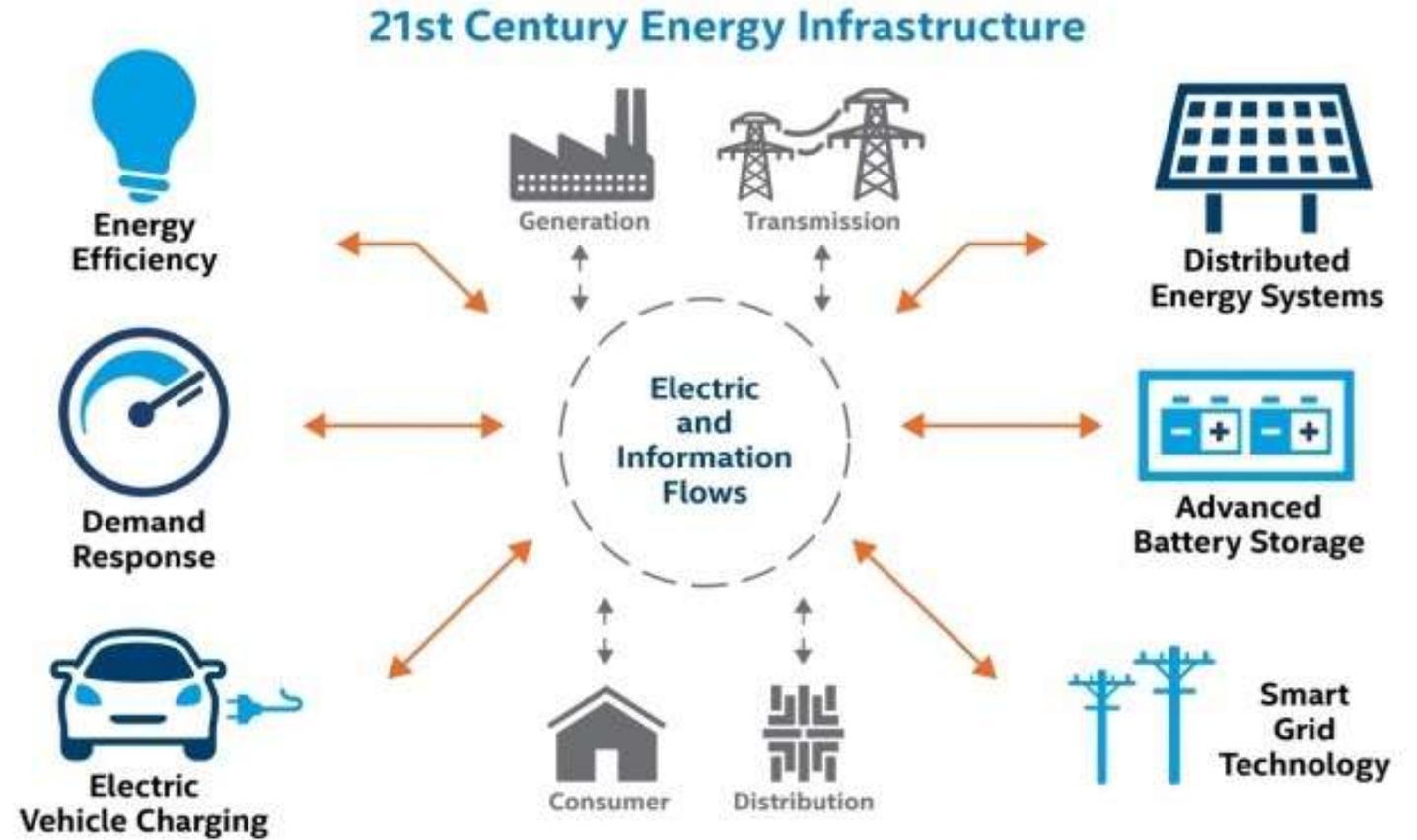


Una Visión de Futuro Cigre Chile

Smart Grid_ La Transformación Digital aplicada al Sector Eléctrico

Definición

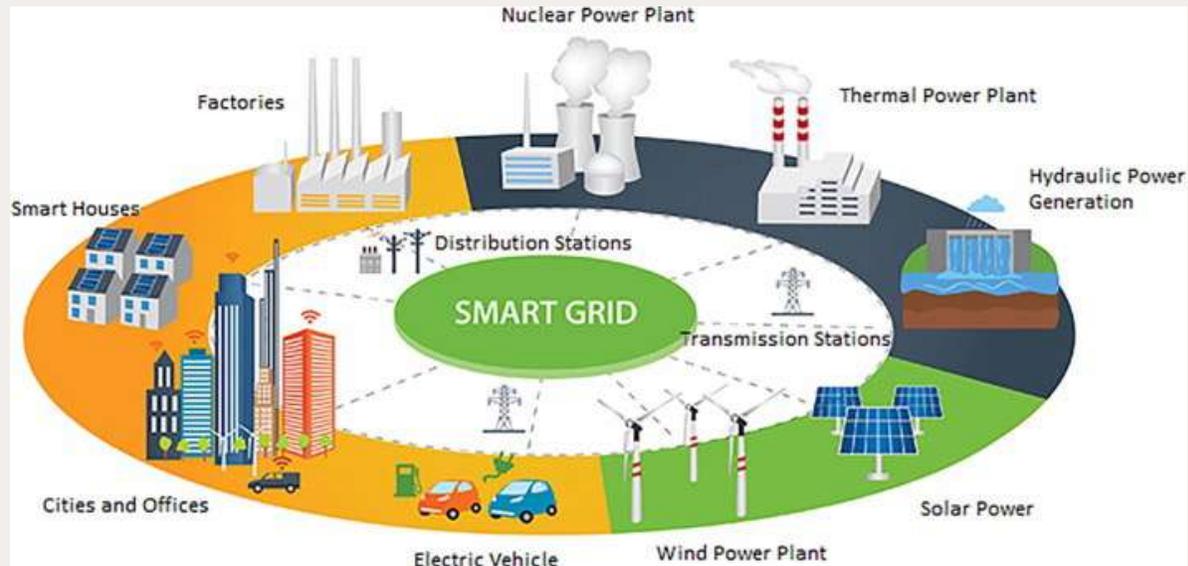
Smart Grid: "Es la evolución de la Red Eléctrica Tradicional, de flujos de energía unidireccionales, a una Red Eléctrica Inteligente con flujos de energía y datos bidireccionales, conformando un Sistema Cibernético y CiberFísico de carácter complejo y dinámico, basada en la información para entregar al Sistema Eléctrico una mayor: Inteligencia, Eficiencia, Sustentabilidad, Interoperabilidad, Resiliencia, Seguridad, Descentralización, Descarbonización, Digitalización y Libre Acceso, aumentando así la calidad y oportunidad de servicios de energía para consumidores, prosumidores y todos los que forman parte de la cadena de valor en el mercado de la energía, para una infraestructura crítica cibersegura de carácter estratégico para el progreso y el desarrollo económico y social de la Nación".



"La Smart Grid está presente en toda la Cadena de Valor del Mercado de la Energía"

Smart Grid_Evolución para el Desarrollo de la Economía y Bienestar de la Sociedad

La Smart Grid será la base para una Ciudad Inteligente



Internetworking + Ciberseguridad

“El Foco de la Smart Grid debe estar puesto en los Clientes, pero también en el Beneficio para todos los Participantes de la Cadena de Valor del Sistema de Potencia de Energía”



Principales Características:

1. Inteligente
2. Eficiente
3. Sustentable
4. Interoperable
5. Resiliente
6. Segura
7. Descentralizada
8. Descarbonizada
9. Digitalizada
10. Libre Acceso



Smart Grid_El Poder de la Inteligencia

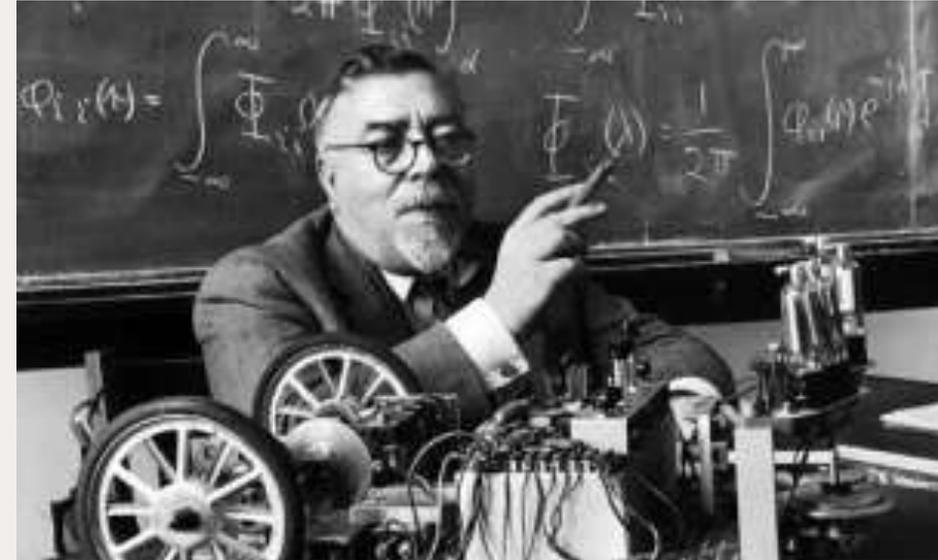
¿Qué hace que una Red Eléctrica sea Inteligente?

-> La **inteligencia** está dada por la capacidad de: aprender, entender, razonar, tomar decisiones y formarse una idea determinada de la realidad o entorno para predecir o anticiparse a eventos futuros.



*“Una capacidad muy propia de los Seres Humanos pero también de los Sistemas Cibernéticos entendidos como los sistemas centrados en el Control y Comunicación en los Animales y las Máquinas (Norbert Wiener 1948), y también en la Gestión Cibernética para organizaciones efectivas (libro **Brain of the Firm**, Stafford Beer 1972)”*

Norbert Wiener

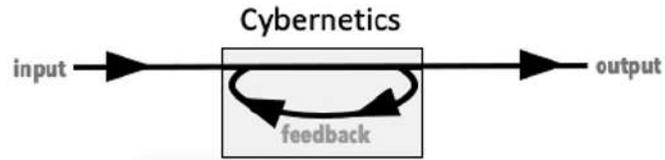


*“La **información** es el elemento fundamental de cualquier sistema biológico o artificial; es más, el ser humano, la sociedad y la naturaleza son información, y es el intercambio de información con el entorno lo que nos permite adaptarnos mutuamente”.*

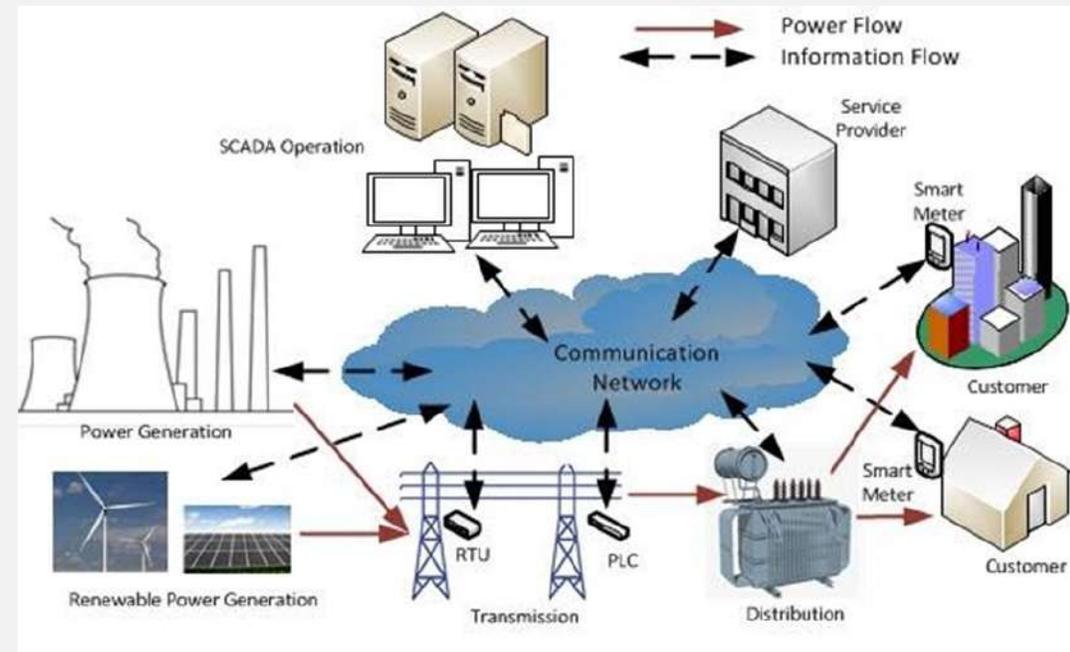
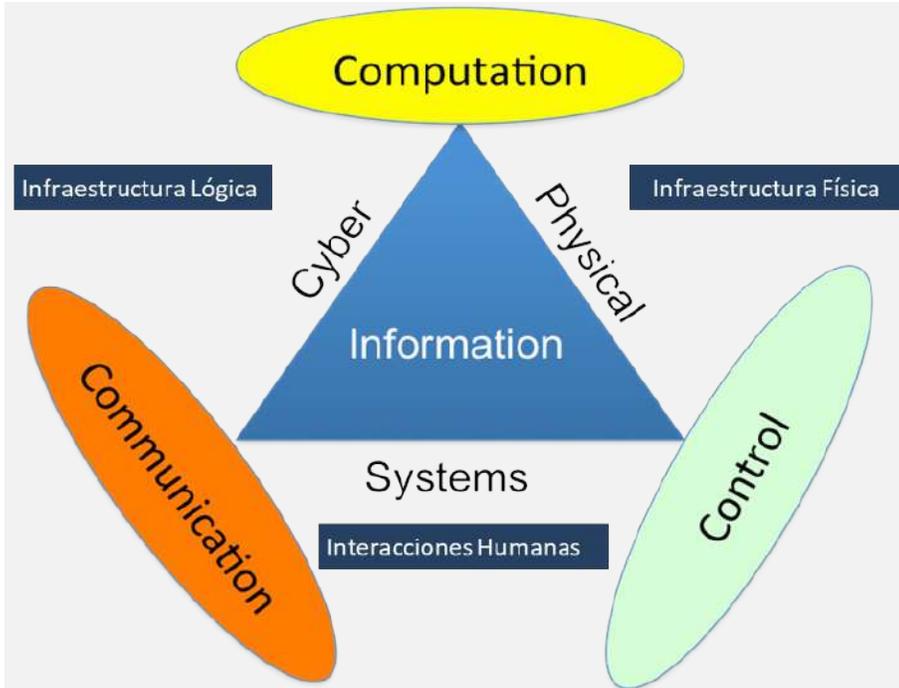
Sistemas Cibernéticos de información y control basados en la retroalimentación y auto-regulación



Cyber Physical & Cybernetics System_Cambio de Paradigma



Sistema Eléctrico Inteligente de componentes ciberfísicos basados en la retroalimentación y auto-regulación



“Los Sistemas de Control Industrial Tradicionales evolucionan a un Cyber Physical System (CPS)”



Cyber Physical Systems (CPS) son el resultado de dotar a los componentes/objetos físicos de capacidades de computación y de comunicación para convertirlos en objetos inteligentes que pueden cooperar entre ellos formando ecosistemas distribuidos y autónomos.

Smart Grid_ **Algunos Beneficios más importantes**

Para los consumidores:

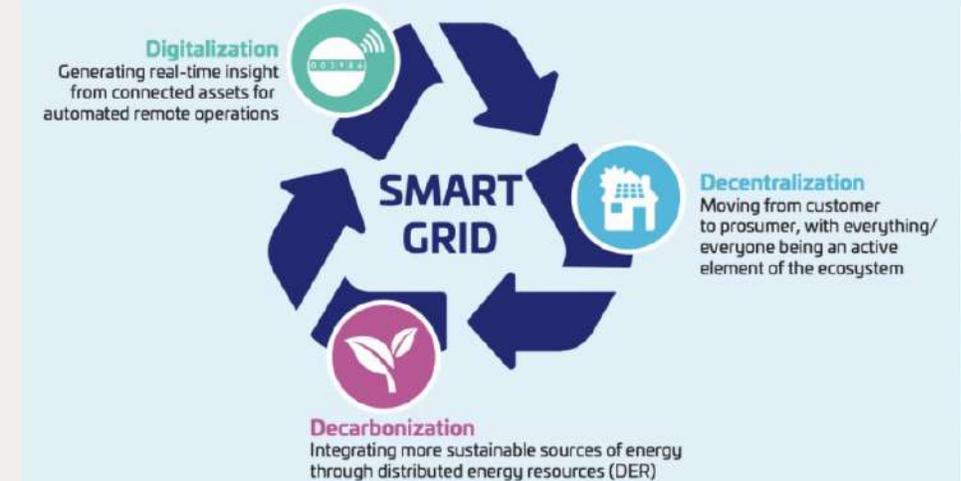
- Ofrecer información actualizada sobre su consumo de energía y control en ahorro de energía.
- Permitir que los automóviles eléctricos, electrodomésticos inteligentes y otros dispositivos inteligentes se carguen y programen para que funcionen durante las horas de menor actividad para reducir las facturas de energía.
- Abrir una gama más amplia de opciones de precios de la electricidad.
- Comprar y Vender energía en un mercado sin intermediarios.
- Agruparse en Comunidades o Cooperativas para implementar Microredes
- Beneficiarse de nuevos servicios con nuevos players que permiten aumentar el confort y aplicaciones orientadas al Smart Home.

Para las empresas eléctricas:

- Aumentar la confiabilidad de la red y reducir la frecuencia de apagones y caídas de voltaje al brindar a las empresas de servicios públicos "conciencia de la situación de un área amplia", que incluye monitoreo, análisis y toma de decisiones.
- Aumentar la resiliencia de la red proporcionando información detallada para permitir que las empresas de servicios públicos restauren la energía más rápidamente después de cortes.
- Reducir las ineficiencias en el suministro de energía, reduciendo así los requisitos de generación.
- Integrar los recursos sostenibles de la energía eólica y solar más plenamente en la red.
- Mejorar la gestión de los recursos energéticos distribuidos, incluidas las operaciones de microrredes y la gestión del almacenamiento.

Principales Beneficios Operacionales

- Mayor monitoreo de la red (Visibilidad)
- Gestión de Fallas oportuna y confiable (Menor Tiempos de Respuesta ante fallas)
- Disminución de interrupción del servicio y del número total de clientes afectados (aumento de la calidad del servicio)
- Control de flujo de electricidad en la red (Control y Optimización)
- Reconfiguración de la red en tiempo real (Flexibilidad y Dinamismo)
- Reducir las pérdidas de electricidad y costos operacionales (Monitoreo en tiempo real)

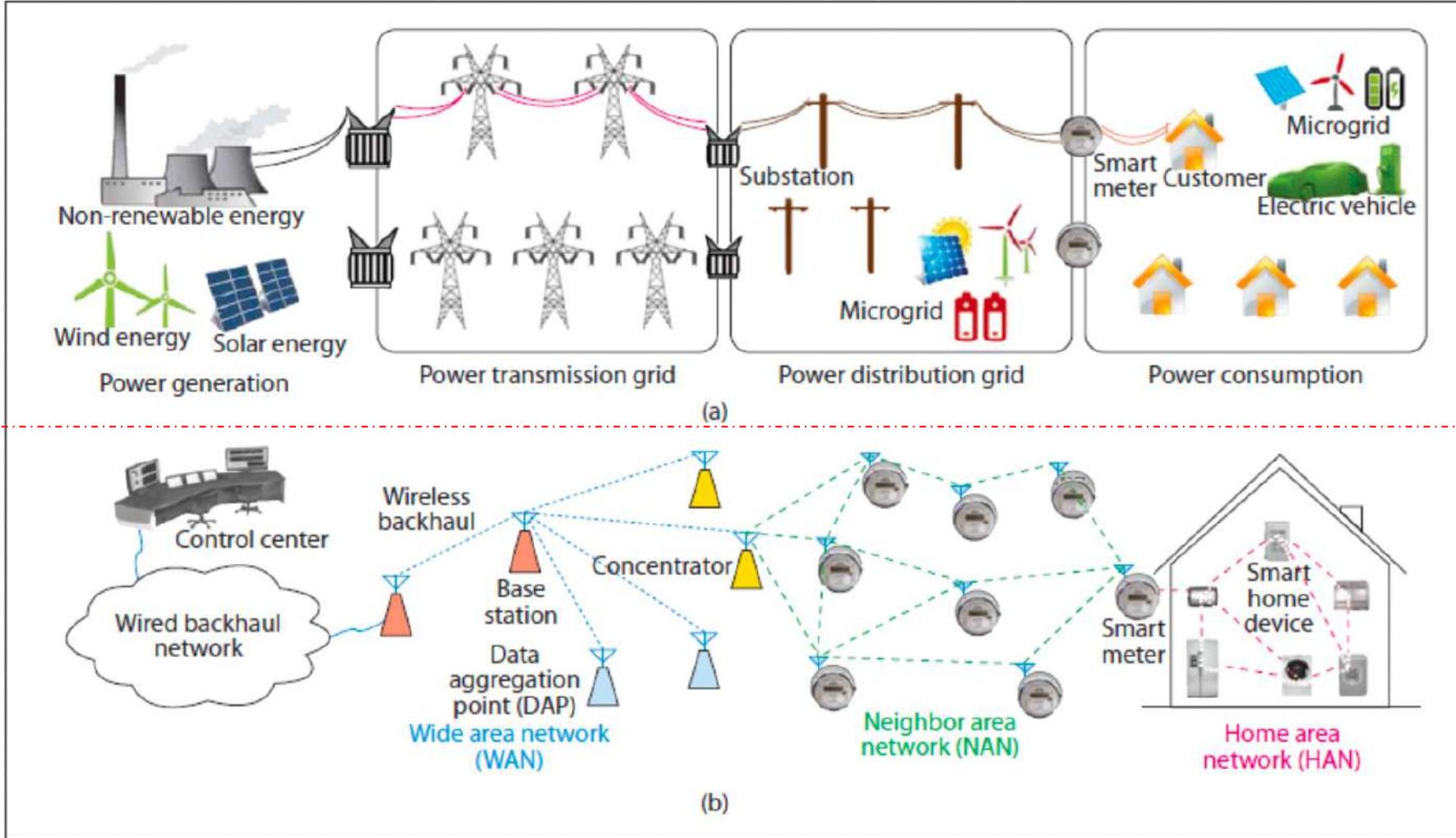


Arquitectura General_Smart Grid

Actual
SMART GRID PASIVA
NO INTEROPERABLE

Futuro
SMART GRID ACTIVA INTEROPERABLE

Flujos Bidireccionales de Energía y Data (Información)



Energía + Data Operacional

- Microgrids
- BESS (Energy Storage)
- AMI (Advanced Metering Infrastructure)
- PMU (Phasor Measurement Units)
- Vehículo Eléctrico (V2G-V2H-V2B)
- FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System)
- GFM (Grid Forming Machine)

TI + Data Transaccional

- Intelligence Artificial (IA)
- Blockchain
- IoT (Internet of Things)
- Big Data
- Data Analytics
- Cloud
- 5G
- Digital Twins
- + Ciberseguridad & Privacidad**

La importancia de la Gobernanza y el Management de la Data: “Un dato ubicado en un contexto da lugar a información. Si le añadimos inteligencia obtenemos conocimiento que, combinado con una buena estrategia, genera poder”. **Framework DAMA**

Propuesta Innovadora (Draft) para el Mercado Eléctrico con enfoque en Prosumidores para la Venta de Energía sin Intermediarios.

Retos principales:

-> Económico:

Una Criptomoneda Nacional es requerida, emitida y regulada por la autoridad monetaria (Banco Central) -> Moneda Digital del Banco Central (CBDC)

-> Legal:

Se requiere una nueva regulación para los prosumidores en redes Blockchain.

-> Organizativo:

Se requiere una Entidad a cargo de la red Blockchain del mercado eléctrico en términos de Gobernanza.

-> Tecnológico y Técnico:

Garantizar la Interoperabilidad con los Sistemas Eléctricos vigentes y Nuevo Reglamento Técnico de Medidores Inteligentes para Prosumidores.

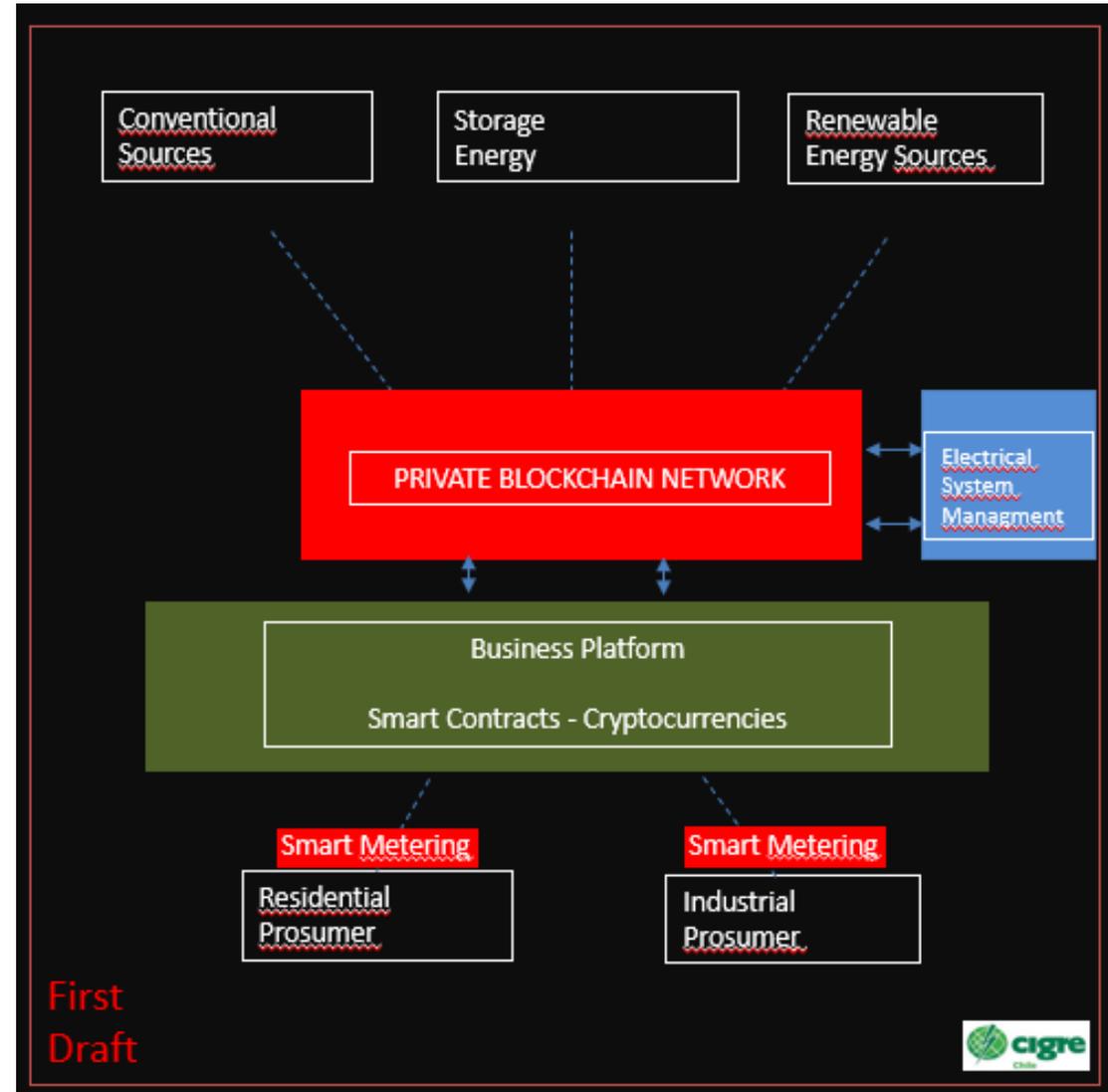
-> Seguridad:

Garantizar la Ciberseguridad y la Privacidad con una Ley de Infraestructuras Críticas de Información y una Nueva Ley de Datos Personales.

-> Estratégica, Social y Política:

Se requiere una política gubernamental de incentivos para prosumidores e inversores para el desarrollo de Blockchain en Chile.

Aplicación Blockchain al Mercado Eléctrico (Draft)

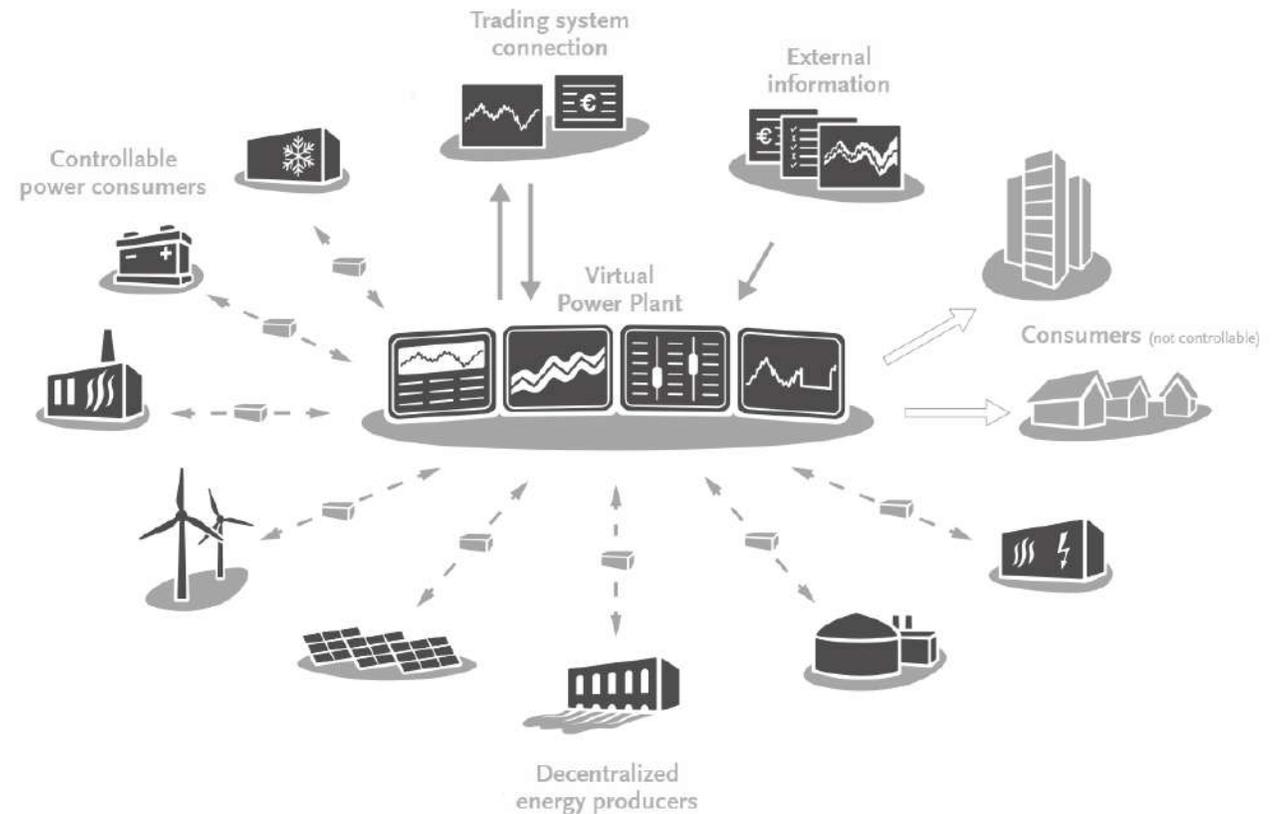


Una central eléctrica virtual aprovecha los sistemas interactivos de comunicación y gestión de energía para optimizar y coordinar el despacho de generación distribuida, cargas interrumpibles, sistemas de almacenamiento de energía y estaciones de conmutación de baterías, para integrarlos como una entidad de intercambio de energía con el mercado eléctrico.

VPP

Virtual Power Plant

- Un VPP es una red de unidades generadoras de energía descentralizadas, como parques eólicos, parques solares y unidades combinadas de calor y electricidad (CHP), así como consumidores de energía flexibles y sistemas de almacenamiento, entre otros.
- Las unidades interconectadas se despachan a través de la sala de control central del VPP pero siguen siendo independientes en su operación y propiedad.
- El objetivo de un VPP es aliviar la carga en la red mediante la distribución inteligente de la energía generada por las unidades individuales durante los períodos de carga máxima. Además, la generación de energía y el consumo de energía combinados de las unidades conectadas en red en el VPP puede negociarse su intercambio -> **Blockchain**

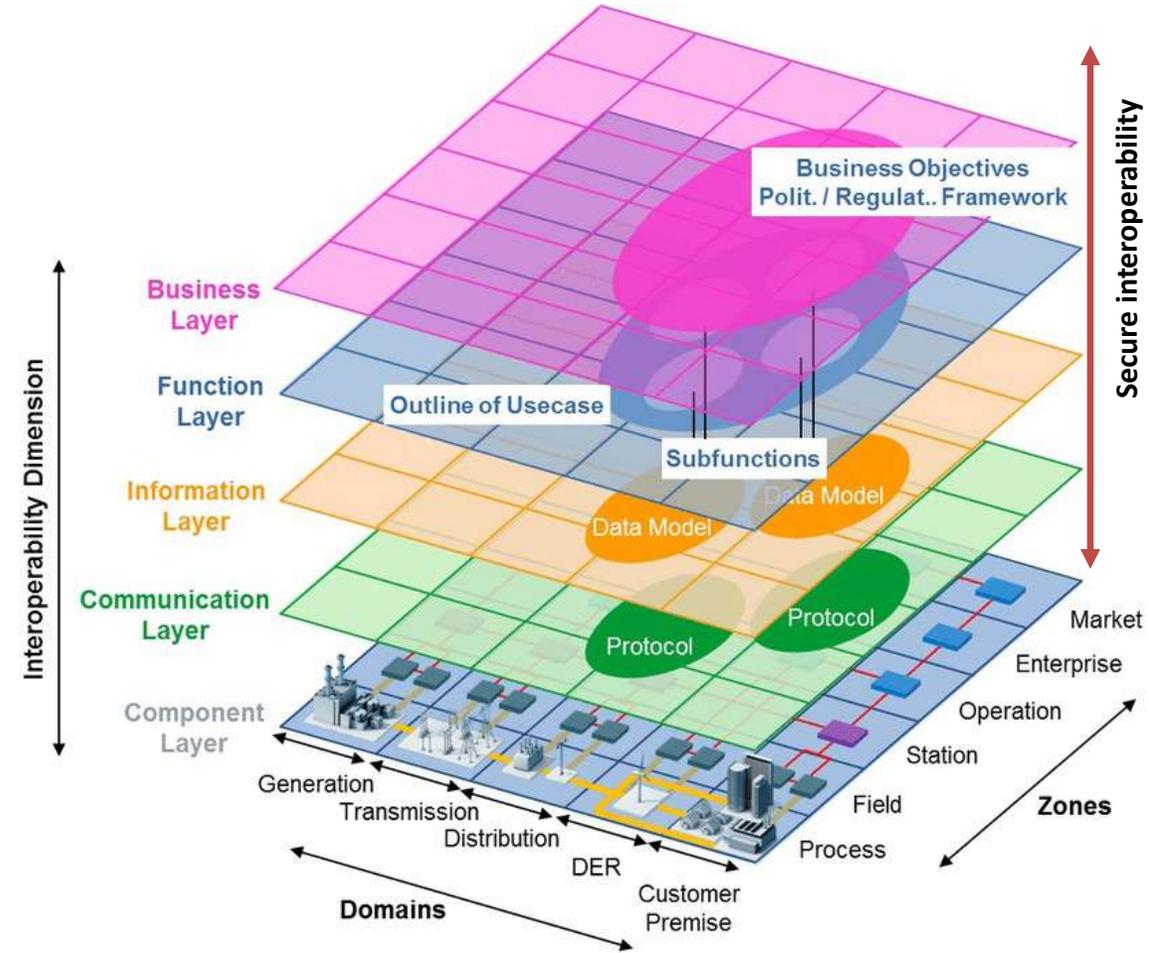


¿Qué es la Interoperabilidad?

La interoperabilidad es la capacidad de dos o más redes, sistemas, dispositivos, aplicaciones o componentes para trabajar juntos e intercambiar y utilizar fácilmente información, de forma segura, eficaz y con poca o ninguna molestia para el usuario.

La red inteligente será un sistema de sistemas interoperables; es decir, diferentes sistemas podrán intercambiar información significativa y procesable en apoyo de las operaciones seguras, eficientes y confiables de la red. A medida que la cantidad de dispositivos y sistemas utilizados en la red eléctrica continúa multiplicándose, los requisitos de interoperabilidad se vuelven más complejos y el camino para lograr la interoperabilidad se vuelve más desafiante.

Fuente: DRAFT NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 4.0



Smart Grid Architecture Model (SGAM) Framework

Smart Grid_Modelo Conceptual y Componentes

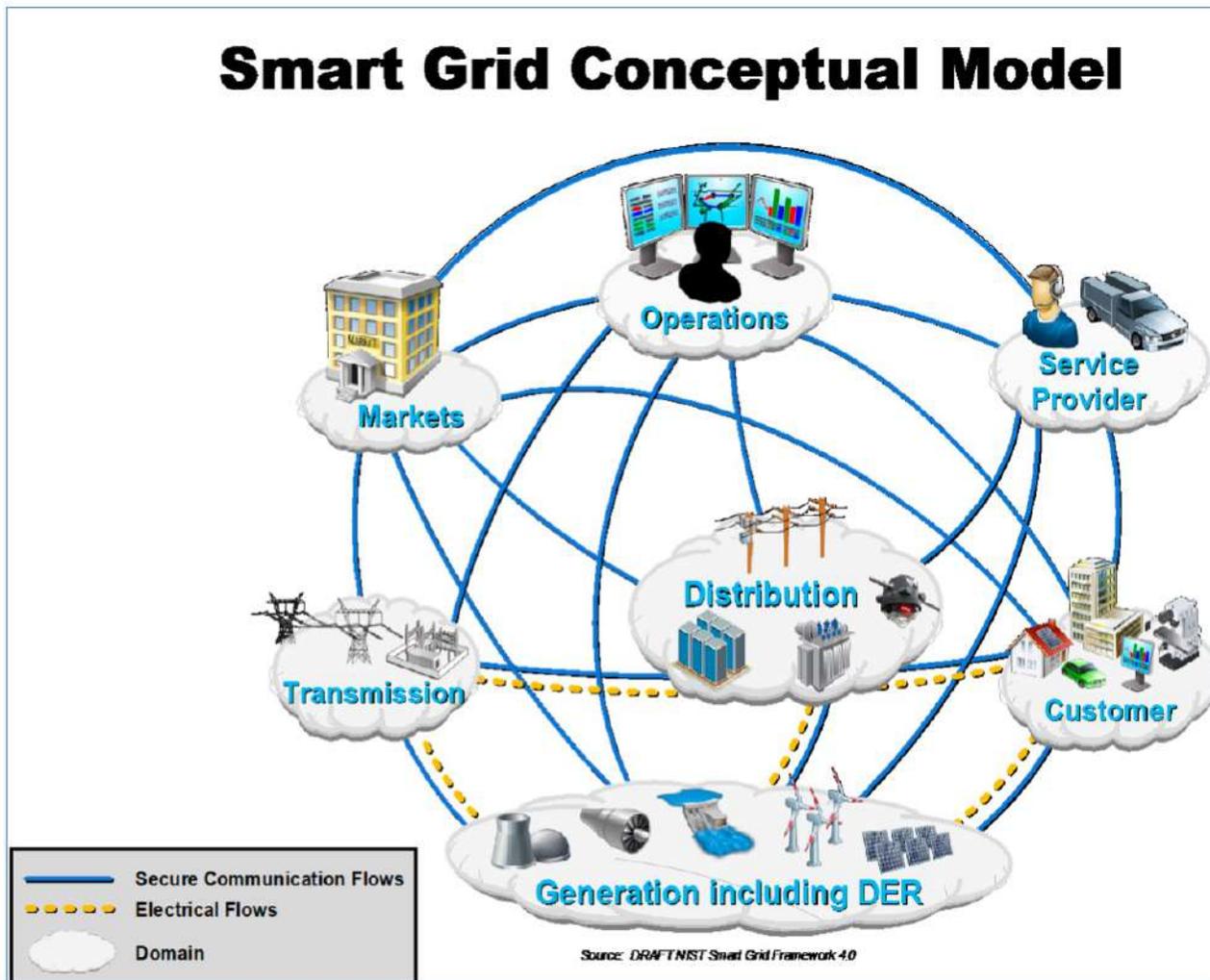


Figure 4 – Updated NIST smart grid conceptual model

Table 2 – Domain descriptions and graphical color representation

Domain	Domain Role/Service	Color Code
Operations	The managers of the movement of electricity.	Blue
Markets	The operators and participants in electricity markets i.e. Independent System Operators (ISOs), Regional Transmission Organizations (RTOs), and Distribution System Operators (DSOs).	Purple
Distribution	The distributors of electricity to and from customers.	Light Brown
Transmission	The carriers of bulk electricity over long distances.	Maroon
Generation	Generators of electricity. Includes older generation sources such as coal and other carbon-based fuels, nuclear, hydro as well as distributed energy resources (DERs) such as wind and solar.	Plum
Customer	Residential, commercial, and industrial entities that use, produce, or store energy and interact with utilities, aggregators, and markets.	Orange
Service Providers	Billing, Information Technology (IT), finance, procurement, regulatory and aggregation functions performed for electric grid stakeholders.	Green

Smart Grid Maturity Model (SGMM)

Smart Grid Maturity Model – levels



5 PIONEERING	Breaking new ground; industry-leading innovation
4 OPTIMIZING	Optimizing smart grid to benefit entire organization; may reach beyond organization; increased automation
3 INTEGRATING	Integrating smart grid deployments across the organization, realizing measurably improved performance
2 ENABLING	Investing based on clear strategy, implementing first projects to enable smart grid (may be compartmentalized)
1 INITIATING	Taking the first steps, exploring options, conducting experiments, developing smart grid vision
0 DEFAULT	Default level (status quo)

SMR	Strategy, Mgmt & Regulatory <i>Vision, planning, governance, stakeholder collaboration</i>	TECH	Technology <i>IT architecture, standards, infrastructure, integration, tools</i>
OS	Organization and Structure <i>Culture, structure, training, communications, knowledge mgmt</i>	CUST	Customer <i>Pricing, customer participation & experience, advanced services</i>
GO	Grid Operations <i>Reliability, efficiency, security, safety, observability, control</i>	VCI	Value Chain Integration <i>Demand & supply management, leveraging market opportunities</i>
WAM	Work & Asset Management <i>Asset monitoring, tracking & maintenance, mobile workforce</i>	SE	Societal & Environmental <i>Responsibility, sustainability, critical infrastructure, efficiency</i>

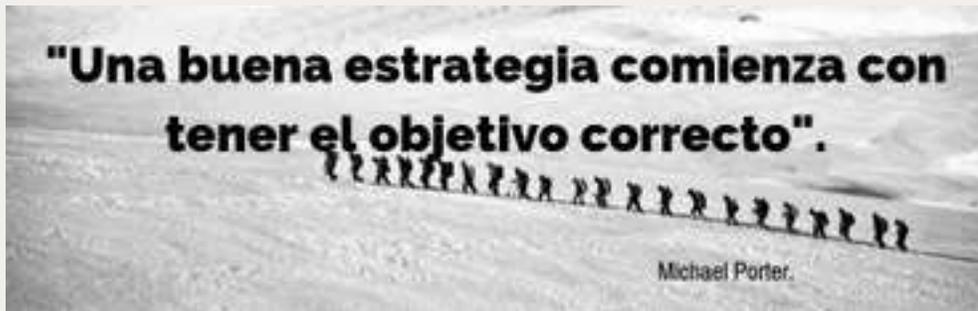
Principales Reflexiones **_SPRINT 2**

- > **La Regulación y Normativa existente debe girar en promover nuevas leyes que den soporte a la evolución de una Smart Grid en Chile** pensando en la Interoperabilidad inter-sistemas, Gobernanza de los Datos, Nuevos Modelos de Negocios y Nuevos Prosumidores.
- > **El país debe contar con leyes que protejan por sobre todo la Protección de Datos Personales y la infraestructura crítica de la Información que aún seguimos al debe. El sector eléctrico mientras tanto debe seguir avanzando en una Nueva normativa de Ciberseguridad y un CSIRT Sectorial.**
- > **Si evolucionamos hacia una Smart Grid en Chile, ¿podemos pensar que toda la población podrá disfrutar de los beneficios de la misma? ¿Tendremos subsidios e incentivos? ”. Sin duda, esto requiere un alto grado de conciencia sobre el tema por parte de las Autoridades y los Parlamentarios para que los futuros proyectos de ley apunten en la dirección correcta.**
- > **¿Los nuevos servicios que brinda una Smart Grid estarán respaldados por el modelo económico actual de la empresa modelo? ¿Los nuevos modelos de servicios que vendrán están respaldados por la reglamentación actual?. ¿Existe la posibilidad de abrir los mercados y transitar de un monopolio a uno de libre competencia?**



Principales Reflexiones **_SPRINT 2**

- > **Dada la preponderancia de datos en una Smart Grid, es importante analizar el estudio de proponer una nueva estructura de Gobernanza que permita hacer la Gestión de la Data Transaccional, que será muy crítica para todo el sistema.**
- > **La Smart Grid es la Transformación Digital aplicada al sector eléctrico y como Transformación requiere partir por el cambio en las personas, en la Cultura de las Organizaciones Eléctricas.**
- > **El sector eléctrico requiere de mayor conocimiento en tecnologías de la información que vienen del mundo TI para poder crear nuevas plataformas, servicios y aplicaciones que permitan dinamizar la industria eléctrica creando un polo de desarrollo tecnológico en alianza con: Empresas – Universidades – Gobierno – Fabricantes.**
- > **La Smart Grid nos habla de una Transición Energética pero también de un Plan de Desarrollo Social y Económico para nuestro País, más que sólo concentrarnos en la Descarbonización y Digitalización, que si no viene acompañada de una mirada estratégica provoca un choque con la ciudadanía que no ve costo-beneficio.**





cigre

For power system expertise



edu40morales@gmail.com
Eduardo Morales Cabello
Líder WG Smart Grid Seguro – Cigré Chile