

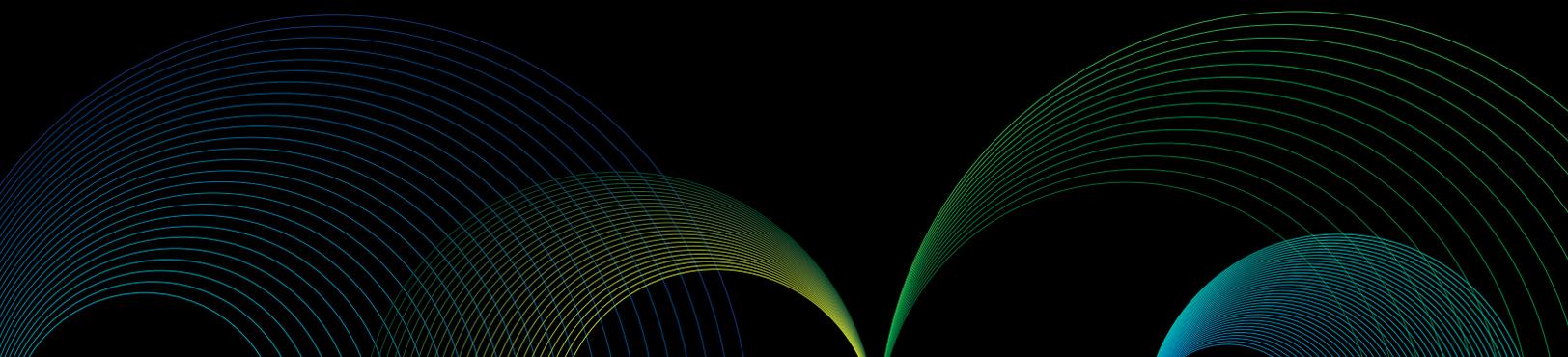
Deloitte.



El Futuro de la Energía
Deep Dive: *Digitalización*

Contenidos

1. Introducción	03
2. Digitalización como soporte del sector eléctrico del mañana	04
3. Digitalización como prioridad estratégica	06
4. Cambios y tendencias claves a nivel global	09
5. Digitalización del sector energía	10
6. Desafíos en la cadena de valor	11
7. Iniciativas de digitalización por tecnología	12
8. Digitalización en Chile: avances y barreras	13
9. Conclusión	15
10. Contactos	18





Introducción

En la presente serie del Futuro de la Energía, se ha puesto foco a las principales tendencias que están actualmente causando disrupción en el sector energético: descarbonización, descentralización y digitalización.

La transición energética hacia fuentes menos intensivas en emisiones de carbono no solo abre nuevas oportunidades comerciales y de inversión, sino que también podría acelerar la digitalización de toda la industria. A su vez, la digitalización es un facilitador clave para las tendencias industriales relacionadas con la descarbonización y la descentralización. Conceptos hoy ampliamente conocidos como redes inteligentes, prosumidores o medidores inteligentes, no podrían haberse concretado sin los avances tecnológicos disponibles en la actualidad.



“La incorporación de nuevas tecnologías podría reducir por sobre el 20% las emisiones de carbono al 2050 en los tres sectores de mayor intensidad de emisiones: energía, materiales y transporte”

World Economic Forum, 2023¹

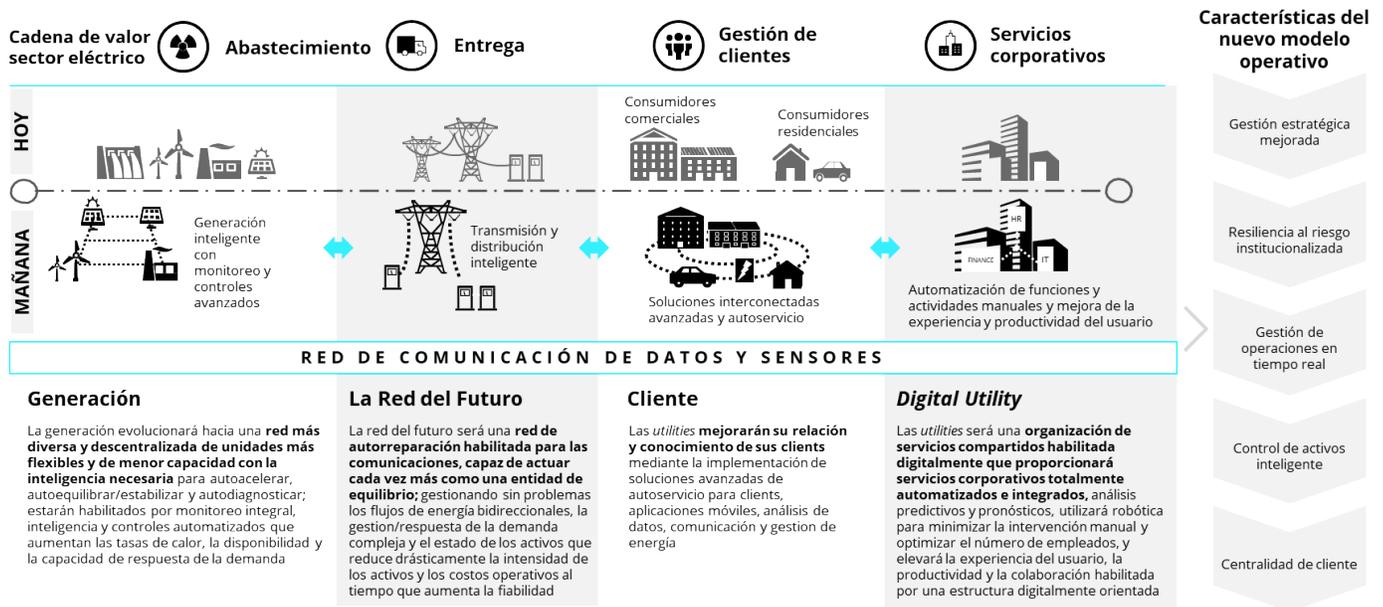
“Para reemplazar la central térmica hoy día necesitamos tecnologías que tengan inercia, que puedan acompañar la punta de la demanda de los consumos. Para eso necesitamos tecnologías que si bien existen en algunas partes del mundo, no están masivamente utilizadas”.

Diego Pardow, Ministro de Energía Chile (2023)²



Digitalización como soporte del **sector eléctrico del mañana**

La transformación de los sistemas eléctricos tradicionales es fuertemente dependiente de la digitalización para soportar redes de transmisión y distribución mucho más dinámicas e interactivas. Tecnologías como AI y Machine Learning habilitarán la optimización de la red y permitirán a todos los consumidores ser participantes activos. Para estos nuevos consumidores, el acceso a la data se convertirá en su activo más relevante, abriendo nuevos modelos de negocio.



Fuente: Power & Utilities, Digital Transformation Network, Business Future Conversation Series, Deloitte



¿Qué es la Digitalización?

CONSTRUIR NEGOCIOS A PRUEBA DEL FUTURO

- **Digitalización:**

Describe cómo se pueden usar las tecnologías digitales o de TI para alterar los procesos comerciales existentes. Por ejemplo, la creación de nuevos canales de comunicación en línea o móviles que permitan a todos los clientes conectarse fácilmente con las empresas y que cambien la interacción tradicional entre empresa y cliente.

- **Transformación digital:**

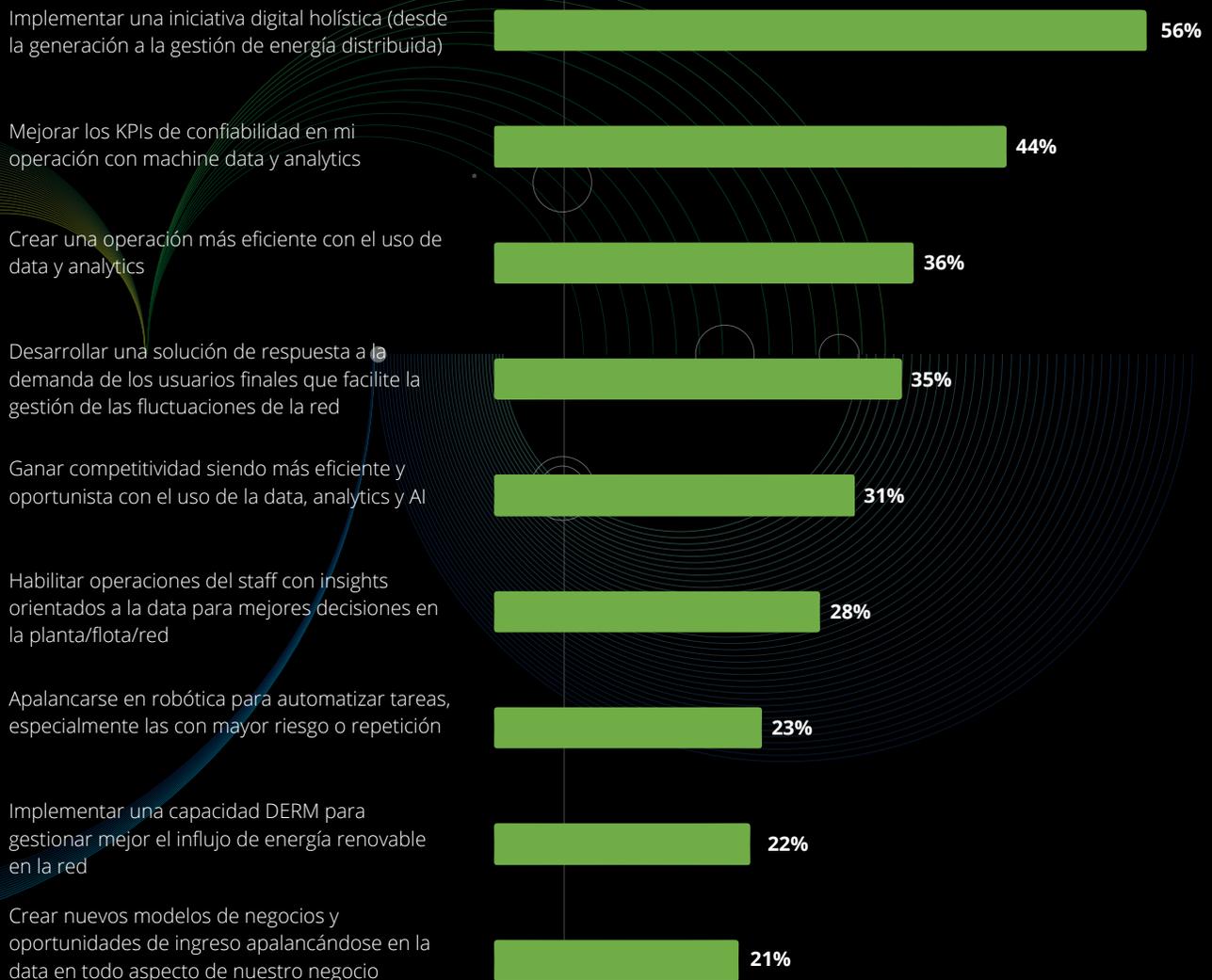
Es la fase más disruptiva y describe un cambio en toda la empresa que conduce al desarrollo de nuevos modelos de negocio, que pueden ser nuevos para la empresa o industria focal.

En el presente documento nos enfocaremos en la transformación digital a nivel de la industria, por medio de iniciativas de digitalización a nivel de los distintos eslabones de la cadena de valor.



Digitalización como prioridad estratégica

Prioridades digitales de las compañías de energía



Fuente: Power & Utilities, Deloitte Outlook 2023



Al analizar las principales prioridades de la transformación digital a nivel global, según la encuesta de Deloitte, se identifican varios elementos que resaltan y coinciden con el mercado local.

La primera de ellas referida a **“Implementar una iniciativa digital holística (desde la generación a la gestión de energía distribuida)”**, coincide en la preocupación de los CXOs de lograr una estrategia y visión integral en el abordaje de la transformación digital. El entender y definir soluciones para la transición energética de punta a punta toma severa importancia en la medida que si un eslabón de la cadena de valor del sector no se pone a la altura de lo requerido, la transformación del sector y la percepción por parte del usuario final se pone en riesgo.

Una limitación común en el mundo, que coincide como problemática en Chile, es la capacidad de las redes de transmisión, la cual se está viendo sobrepasada por el flujo que la energía renovable está sumando al sistema. Una visión integral del sistema con soluciones digitales que permitan optimizar el flujo, acompañado de otras soluciones de descentralización, son un ejemplo claro de que la transición energética requiere de una visión integral.

La segunda referida a **“Mejorar los KPIs de confiabilidad en mi operación con machine data y analytics”**, ha

tenido mayor eco en la industria minera en que una vez madurado los indicadores en sus operaciones que realmente hacen la diferencia,.

El principal desafío para lograr su realización tiene que ver con la Data, hoy dispersa en disímiles plataformas y con gobiernos de datos no tan maduros y con un creciente establecimiento de nuevos roles den la organización que de a poco se vienen instaurando cierto expertise como son CDO, Data Governance, Data Engineering, Data Stewardship.

La tercera referida a **“Crear una operación más eficiente con el uso de data y analytics”**, este es una de los grandes pilares de la Digitalización, involucra el cómo la industria se mueve cada vez más hacia una **“Compañía impulsada por datos”** y que igualmente recoge la prioridad de “Habilitar operaciones del staff con insights orientados a la data para mejores decisiones en la planta/flota/red”.

En este sentido, entre los principales desafíos se encuentra el lograr identificar esos primeros casos de uso que le permita a la organización desarrollar y socializar los requisitos de datos, la tecnología, así como los procesos, y cuantificar los beneficios en su aporte de valor.

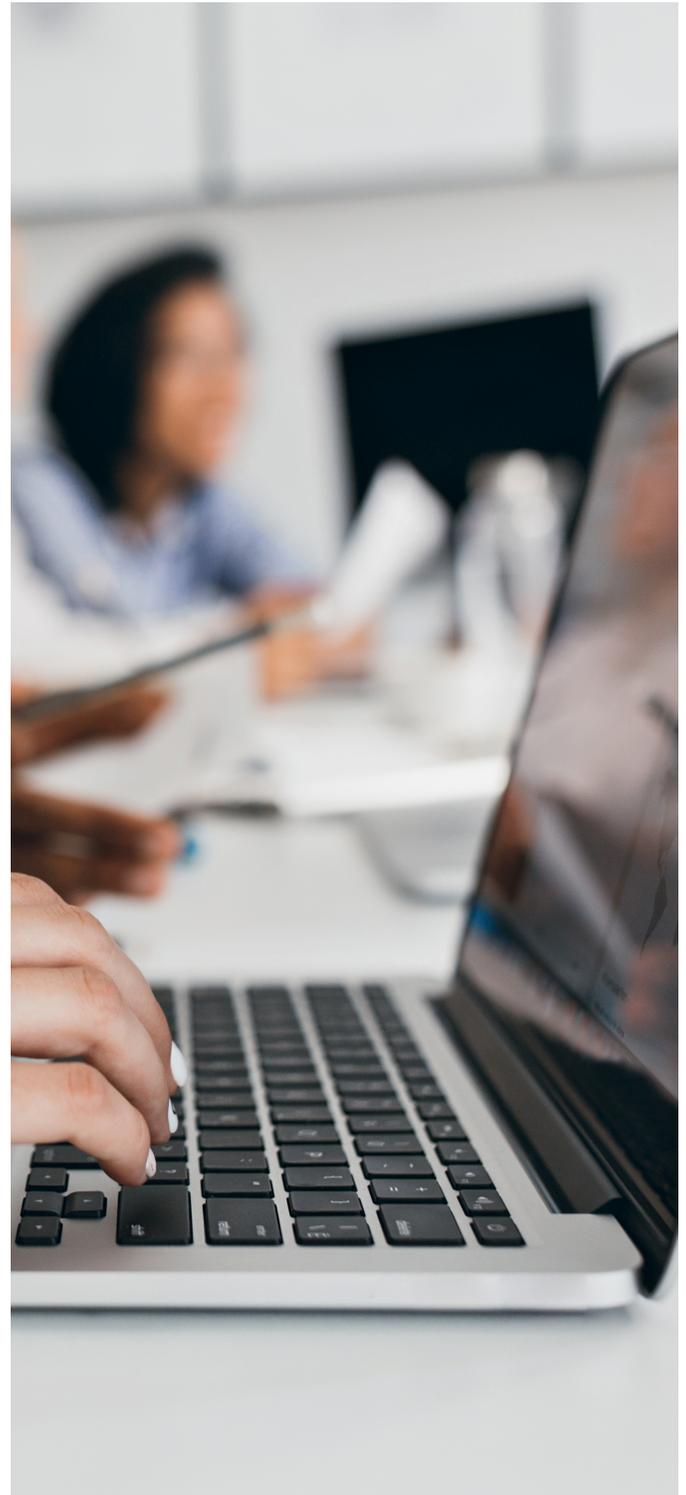
Para esta prioridad, en el mercado local, aún existen



espacios importantes para lograr una estrategia de Data & Analytics, que permita internalizar las mejores prácticas. La generación de modelos ágiles de Data & Analytics, y de soluciones con una visión de arquitectura empresarial de datos, son objetivos comunes en este ámbito.

En los últimos escalones de prioridad en las iniciativas globales referidas a **“Apalancarse en robótica para automatizar tareas, especialmente las con mayor riesgo o repetición”**, para el mercado local se busca impulsar eficiencias y lograr integraciones de la información por la diversidad de fuentes de información.

Finalmente, **“Crear nuevos modelos de negocios y oportunidades de ingreso apalancándose en la data en todo aspecto de nuestro negocio”** a nivel global no se prioriza mayormente, sin embargo, en el mercado local, la transición hacia la digitalización, podría abrir nuevos modelos de negocio y fuentes de ingresos.





Cambios y tendencias claves a nivel global

Tendencias en digitalización

Es probable que la gran cantidad de datos que pueden recopilar los participantes del mercado resulte más valiosa que los electrones que venden. **La recolección y el uso eficiente de los datos serán clave para gestionar las complejidades de un sistema energético más descentralizado.** El análisis de datos puede ayudar a los administradores de activos de energía a realizar un seguimiento de los patrones climáticos para determinar los patrones de suministro y administrar de manera efectiva y rentable los sistemas de demanda para que coincidan con este suministro disponible. Una empresa que puede equilibrar de manera efectiva sus libros por electrones utilizando análisis de datos avanzados y machine learning puede generar mejores retornos para sus inversores.

Los datos también se pueden aprovechar para ofrecer **servicios dinámicos de estabilización de red** que mejoran el valor, no solo para equilibrar la capacidad, sino también para equilibrar activamente la regulación de voltaje y frecuencia en una red eléctrica descentralizada con múltiples fuentes de generación de energía que cambian rápidamente.

La capacidad de ofrecer fácilmente precios variables también reducirá el estrés en la red **al cambiar el comportamiento de los consumidores.** Por ejemplo, comunicar a los consumidores, o por medio de acuerdos preestablecidos, que es más barato cargar un vehículo eléctrico, o incluso hacer funcionar la lavadora, fuera de las horas pico, dará como resultado un mejor perfil de oferta y demanda.

Preguntas clave para los líderes del sector eléctrico

- ¿Cuál es el equilibrio adecuado entre la recopilación de datos para impulsar la eficiencia y el valor de la red y las implicaciones para la privacidad del usuario y del cliente?
- ¿A qué datos de uso puede acceder, cómo se puede aprovechar y cuál es su valor?
- ¿Cómo reconocer temprano el valor de los datos recopilados e incorporar esto a la toma de decisiones estratégicas para impulsar el valor a largo plazo?
- ¿Qué lecciones de otros sectores, como las telecomunicaciones, podrían aprovecharse para crear diferentes modelos comerciales o flujos de valor?
- ¿Cómo se pueden agrupar y paquetizar ofertas para crear valor donde otros no pueden?



Digitalización del sector energía

Beneficios organizacionales

- Mayor satisfacción de usuarios
- Nuevas fuentes de ingresos
- Mayor confiabilidad en la red
- Mayor eficiencia operacional
- Fortalecimiento de la seguridad de activos físicos y data

Aplicaciones y casos de uso ³

Relacionado con descentralización

Digitalización

Relacionado con Smart cities

Smart Grid

- Subestaciones inteligentes
- Alimentación inteligente
- Microgrids

Gestión DER
(Recursos Energéticos Distribuidos)

- Gestión de demanda (DSM) / Respuesta a la demanda (DR)
- Almacenamiento
- Virtual Power Plant (VPP)
- Energía distribuida

Dominio del usuario

- Prosumidores y transacciones peer-to-peer
- Venta, facturación y orientación al usuario final

Movilidad

- Transporte para uso personal
- Transporte público
- Transporte de carga
- Movilidad compartida

Gestión procesos

- Automatización y optimización de procesos
- Monitoreo de emisiones

Gestión de Datos

- Mantenimiento predictivo
- Pronóstico y análisis predictivo
- Operación (monitoreo, control y reportería)
- Ciberseguridad

Smart City

- Iluminación inteligente
- Tráfico inteligente
- Casas y edificios inteligentes
- Industrias inteligentes
- Estacionamientos inteligentes
- Gestión de residuos inteligente
- Gestión de flotas inteligentes

Tecnologías habilitadoras

Smart home & Smart building

- Monitor de carga
- Visualizador residencial
- Termostato inteligente
- Ampolletas inteligentes
- Interruptor inteligente
- Hub

Big data, machine learning & AI

- Machine Learning
- Data mining
- Inteligencia inspirada en la naturaleza
- Artificial Neural Networks (ANN)
- Agentes multi-sistema
- Digital Twins

Smart grid

- Medidor inteligente
- AMR/AMI
- V2G
- EV/PHEV
- IED
- PMU
- WAMS

Blockchain

IoT & loE

- Sensor inteligente
- LAN/HAN/NAN/WAN
- Cloud
- 5G



Desafíos en la cadena de valor



Generación

- **Gestión de activos y disminución de costos:** los avances tecnológicos, las economías de escala y la madurez del mercado podrían reducir significativamente los costos de instalación y operación.
- **Gestión de actividades:** optimizar la gestión de rutinas diarias con mejores tomas de decisiones.
- **Gestión del personal:** eficiencia y optimización del personal mediante la digitalización de la planificación y comunicaciones en tiempo real.

- **Vehículos eléctricos:** El primer impacto del aumento de la demanda sería en la infraestructura de la red en áreas densamente pobladas debido al aumento de las cargas máximas. La carga de EV podría conducir a un aumento de ~30% en las cargas máximas.
- **Control de redes de baja tensión:** Simulación de desempeño para cada sistema crítico de la planta.
- **Gestión de activos:** Mejorar continuamente la calidad del servicio y apuntando a tener cero cortes
- **Seguridad:** Garantizar la red la ciberseguridad para prevenir ataques a los sistemas informáticos.
- **Procesos administrativos:** Optimización y mejora de la eficiencia de las tareas administrativas.
- **Modernización:** inexistencia de normas/incentivos que estimulen la modernización de subestaciones.



Transmisión y Distribución

- **Previsión de la demanda:** Para optimizar la compra de energía, las empresas de servicios públicos deben tener en cuenta los nuevos factores de demanda, como el almacenamiento de energía, EV o DER.
- **Captura de información del cliente:** Recopilación de todos los datos de los clientes de los dispositivos conectados y las redes sociales para conocer sus preferencias.
- **Diseño del producto:** Creación de nuevos productos basados en el nuevo paradigma de orientación al usuario.
- **Canales digitales:** Desarrollo y mejora del mix de canales.
- **Relación con el cliente:** Desarrollo de relación personalizada con el cliente para alcanzar mayor involucramiento.
- **Respuesta a la demanda:** El aumento de la penetración de las energías renovables variables (ERV) aumentará la variabilidad e incertidumbre del balance de oferta y demanda.



Comercialización



Iniciativas de digitalización por tecnología

En Deloitte contamos con un portafolio de más de 200 iniciativas de digitalización a lo largo de la cadena de valor del sector eléctrico que se pueden poner en evaluación, considerando las distintas tecnologías que actualmente se encuentran a la vanguardia. Varias de estas iniciativas ya están siendo piloteadas en alguna parte del mundo o incluso se encuentran en fase de operación por start-ups o compañías incumbentes.

GENERACIÓN

ASSET MANAGEMENT

- IoT para el monitoreo en tiempo real del estado de los activos tanto para el desglose como para los factores de carga.
- Captura, clasificación, limpieza y gestión de datos de activos.

TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

PLANIFICACIÓN

- Control del pronóstico de demanda para realizar provisiones de carga futuras.
- Evaluación de diferentes escenarios de penetración de generación distribuida y posibles impactos en la red.

COMERCIALIZACIÓN

GESTIÓN DE LA FUERZA LABORAL

- Creación de modelo de venta omnicanal según preferencias del cliente.
- Analytics para optimización dinámica del journey del cliente.
- Blockchain para controlar y mantener la trazabilidad de trámites con proveedores.

CENTRO DE CONTROL

- Analytics para obtención automática de informes de despacho y energía distribuida.
- Protección de todos los intercambios de datos para evitar ataques cibernéticos.
- Modelado de acciones automáticas (IoT) ante circunstancias operativas.

CENTRO DE CONTROL

- Mejor gestión de la demanda a través del control inteligente en tiempo real
- Identificación de medidas inusuales y prevenir fallas en el sistema
- Plataforma para notificar cortes programados o inesperados al cliente

GESTIÓN DE LA ENERGÍA

- Analytics para crear modelos de previsión de la demanda teniendo en cuenta la generación y almacenamiento de clientes.
- Aplicación IA para compra de energía (optimización a tendencias de mercado).



Blockchain



Internet of things



Cyber security



Cloud



Cognitive analytics



Digital twins



Machine learning



Robotics



Artificial intelligence



Digitalización en Chile: avances y barreras

Políticas y metas públicas relacionadas con la digitalización



Energía 2050

Política Energética de Chile de cara al 2050

Metas hacia 2040

100%

de digitalización de la red
(sistemas de medición y control, redes eléctricas y sistemas de generación, y plataformas de supervisión y gestión)

Metas hacia 2050

- Usuarios con **alta satisfacción** respecto a la calidad de servicio percibida.
- Disponibilidad no supera **1 hora/año**, máximo 2 eventos.
- La regulación, planificación y normativa energética incorporan explícitamente la **resiliencia y adaptación al cambio climático**.

La actualización de la Política Energética al 2050 resultó muy afortunada, detallando y en otros casos forzando más los objetivos planteados en el primer esfuerzo de desarrollo del documento en 2015. Algunas metas guardan directa relación con la digitalización, como es la digitalización completa de la red, mientras otras tienen relación indirecta, como el incremento de la satisfacción del cliente, la disminución de la indisponibilidad o la incorporación de nuevas herramientas predictivas de análisis de escenarios e índices de riesgos que potencien la resiliencia y la adaptación. Chile ha avanzado en varios aspectos de su Política Energética, poniendo especial foco en la reducción de emisiones de carbono y actualmente en el cuello de botella que significan las redes de

transmisión. Sin embargo, en temas de digitalización o temas periféricos, los avances han estado más rezagados. Un punto destacable es la incorporación de la subestación digital en el Anexo Técnico Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión, no obstante, este primer paso no es suficiente. Es urgente retomar las conversaciones sobre la medición inteligente, las cuales se han quedado estancadas tras la descoordinación comunicacional en 2019. Los medidores inteligentes habilitan información que es útil para el sistema, las compañías y los usuarios, posibilitando nuevas capacidades al sistema y abriendo paso a la optimización del almacenamiento y la generación.



Principales casos de uso digitales y sus avances y barreras

Casos de uso	Avances	Barreras
Smart Grid	Anexo Técnico de Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión, Potencial incorporación de datos de la UGP en el monitoreo del CEN.	Ausencia de incentivos económicos a la participación de recursos más flexibles en el mercado. Paso pausado en reformas y normativas que apunten a la modernización técnica.
Process Management	Estrategia de Inteligencia Artificial para Chile, de la Comisión de Desafíos Futuros, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado.	Alto costo de modernizar procesos a falta de la infraestructura y los sistemas de monitoreo necesarios.
Data Management	Aplicación piloto ⁶ que impulsa la trazabilidad energética a través de la tecnología blockchain (GTIME).	Incertidumbre sobre los derechos de las personas sobre su data en nueva constitución.



Conclusiones

La digitalización constituye una de las tres tendencias que está causando la disrupción del sector eléctrico en el mundo y en Chile. La emergencia del cambio climático, además, supone un acelerador a la transformación de la industria la cual tiene como requisito la incorporación de nuevas tecnologías para soportar el sector eléctrico del mañana.

Hoy están disponibles una serie de tecnologías que en su conjunto habilitan diferentes aplicaciones y casos de uso que cumplen con el objetivo de digitalizar la planificación, operación y monitoreo de las redes eléctricas. A partir de estas múltiples aplicaciones, Deloitte cuenta con un portafolio de más de 200 iniciativas que se pueden evaluar con el objetivo de avanzar en la digitalización de las operaciones de las compañías eléctricas, en los distintos eslabones de la cadena de valor.

En Chile, se han producido avances significativos en la descarbonización de nuestra matriz eléctrica, alcanzando un 41% de capacidad instalada a diciembre de 2022. Sin embargo, en términos de digitalización, los mayores avances se han producido por las mismas compañías o incluso, por empresas energytech que han incursionado en la aplicación de blockchain u otras tecnologías. No obstante, para lograr los objetivos nacionales planteados en la Política Energética Nacional, se requieren de esfuerzos mancomunados y paso sostenido para atacar los objetivos en paralelo. Deloitte está permanentemente disponible para ser un participante activo en esta transformación, apoyando a todos los actores del sistema. Contáctenos para comenzar la conversación.

Nuestra visión a 2030 de los efectos de la digitalización

1

Mayor transparencia y gestión de la capacidad, el uso y los precios a través de una mayor digitalización.

2

Grandes y pequeños clientes que participan activamente en un mercado que apoya la integración y coordinación de los DER de los clientes, incluso a través de terceros, como los agregadores.

3

Los propietarios de instalaciones de almacenamiento, en particular baterías a gran escala e instalaciones hidroeléctricas de bombeo, podrían aprovechar múltiples fuentes de ingresos fuera de los mercados tradicionales de servicios auxiliares de control de frecuencia y energía (FCAS) disponibles en la actualidad.



Contacto



Christopher Lyon

Socio

Líder Industria Energía, Recursos e Industriales

clyon@deloitte.com



Paulo Rojo

Manager

Energy Transition & Transformation

projogul@deloitte.com

Resolver problemas complejos es nuestra pasión

Hemos construido nuestros negocios de clase mundial para afectar el cambio que importa y generar un impacto transformador para los clientes y las comunidades en las que trabajamos.

Estamos para ayudarte.

Oficina central

Rosario Norte 407
Las Condes, Santiago
Chile
Fono: +56 227 297 000
+56 227 298 000
Fax: +56 223 749 177
deloittechile@deloitte.com

Regiones

Av. Grecia 860
Piso 3
Antofagasta
Chile
Fono: +56 232 519 803
Fax: +56 552 449 662
antofagasta@deloitte.com

Álvarez 646
Oficina 906
Viña del Mar
Chile
Fono: +56 232 519 801
Fax: +56 322 975 625
vregionchile@deloitte.com

Chacabuco 485
Piso 7
Concepción
Chile
Fono: +56 232 519 800
Fax: +56 412 914 066
concepcionchile@deloitte.com

Quillota 175
Oficina 1107
Puerto Montt
Chile
Fono: +56 232 519 802



Sobre Deloitte

Las partes aceptan que COVID 19 constuye Fuerza Mayor, conforme los términos del artículo 45 del Código Civil. Asimismo, Las partes reconocen los riesgos que implica la propagación de la COVID-19 y las repercusiones potenciales asociadas con la prestación de los Servicios. El personal de las partes cumplirá con las restricciones o las condiciones que impongan sus respectivas organizaciones en las prácticas laborales a medida que la amenaza de la COVID-19 continúe. Las partes intentarán seguir cumpliendo con sus obligaciones respectivas conforme a los plazos y el método establecido en la presente, pero aceptan que puede requerirse la adopción de prácticas laborales alternativas y la puesta en marcha de salvaguardas durante este periodo, tales como el trabajo a distancia, las restricciones de viaje relacionadas con destinos particulares y la cuarentena de algunas personas. Dichas prácticas y salvaguardas laborales pueden afectar o impedir la ejecución de diversas actividades, por ejemplo, talleres u otras reuniones en persona. Las partes trabajarán conjuntamente y de buena fe a fin acordar los eventuales cambios necesarios para atenuar los efectos negativos de la COVID-19 sobre los servicios, incluido el cronograma, el enfoque, los métodos y las prácticas laborales en la prestación de los mismos, y todos los costos asociados adicionales. En todo caso, Deloitte no será responsable de cualquier incumplimiento o retraso en la ejecución de sus obligaciones ocasionados o exacerbados por la propagación de la COVID-19 y sus efectos asociados.

Ni Deloitte Touche Tohmatsu Limited, ni ninguna de sus firmas miembro será responsable por alguna pérdida sufrida por alguna persona que utilice esta publicación.

Deloitte © se refiere a Deloitte Touche Tohmatsu Limited, una compañía privada limitada por garantía, de Reino Unido, y a su red de firmas miembro, cada una de las cuales es una entidad legal separada e independiente. Por favor, vea en www.deloitte.com/cl/acercade la descripción detallada de la estructura legal de Deloitte Touche Tohmatsu Limited y sus firmas miembro.

Deloitte Touche Tohmatsu Limited es una compañía privada limitada por garantía constituida en Inglaterra & Gales bajo el número 07271800, y su domicilio registrado: Hill House, 1 Little New Street, London, EC4A 3TR, Reino Unido.



Notas al pie de página

1. Venture scanner, Energytech 2022. Disponible en <https://www.venturescanner.com/energy-technology/>
2. World Economic Forum Annual Meeting , Davos 2023. Disponible en <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/davos23-data-is-helping-to-drive-the-energy-transition/>
3. Entrevista con Radio Universidad de Chile al Ministro Diego Pardow en el contexto de la Agenda de Productividad, Santiago de Chile, 31 de Enero de 2023.
4. Prospecction in Energy Digitization in Chile, Centro de Energía Universidad de Chile, 2022.
5. Energía 2050, Ministerio de Energía, versión actualizada de 2022.
6. Información sobre aplicación phiNet. Disponible en <https://www.phinet.cl/2021/11/02/proyecto-piloto-blockchain-en-subestaciones-de-transec-2/>
7. Iniciativa Casa Solar, minisitio del Ministerio de Energía. Disponible en <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/programa-casa-solar>
8. Iniciativa Ruta de Luz , minisitio del Ministerio de Energía. Disponible en <https://energia.gob.cl/mini-sitio/ruta-de-la-luz#:~:text=Es%20la%20iniciativa%20que%20trae,en%20el%20menor%20plazo%20posible.>
9. Estadística de la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA). Disponible en [https://acera.cl/estadisticas/.](https://acera.cl/estadisticas/)