



VIII CONGRESO INTERNACIONAL

Incorporación de **BATERÍAS** en el dimensionamiento de los sistemas, una realidad que no se puede aplazar

Incorporación de baterías en el dimensionamiento de los sistemas de energía: una realidad que no se puede aplazar

Rafael Moura

Head of Energy Storage



# INTRODUCCIÓN

## ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍA



### Relevancia del tema:

La transición energética está acelerándose, y el almacenamiento de energía mediante baterías juega un papel clave en este proceso.

### Contexto global:

La creciente adopción de energías renovables y la necesidad de estabilizar redes intermitentes hacen del almacenamiento una prioridad.

### Objetivo de la presentación:

Explicar conceptos básicos sobre baterías, compartir la experiencia de Canadian en la incorporación de baterías y explorar cómo esta realidad puede replicarse en Colombia y otros países de América del Sur.

# CanadianSolar

Fundada en 2001 en Canadá, Canadian Solar Inc. (NASDAQ:CSIQ) es una de las empresas de energía solar más grandes e importantes del mundo. Como uno de los principales fabricantes de módulos, inversores, proyectos fotovoltaicos y almacenamiento de energía.



Envíos de paneles solares de **125 GW**  
Envíos de baterías de **4,5 GWh**



**Capacidad de Producción:**  
Paneles solares **61 GW**  
Almacenamiento en baterías **20 GWh**



Proyectos BESS ejecutados: **5 GWh**  
Proyectos BESS contratados: **12 GWh**



Ingresos de **7.500 millones** de dólares en **2023**



Filiales en **23 países**  
& regiones de **6 continentes**



**+26 fábricas**  
(Asia y América)  
**+18.000 empleados**

**Proveedor más financiable**  
por BNEF con 100% de bancabilidad durante 4 años consecutivos

5 GWh

Proyectos de almacenamiento de energía implementados

con

11.9 GWh

Proyectos de almacenamiento de energía contratados en

en

MERCADOS CLAVE

Canada, US, LATAM, UK, EU, India, Australia

y

725

EMPLEADOS A NIVEL MUNDIAL

372

Manufacturing

61

R&D

66

Quality & EHS

34

Engineering

59

PM & LTSA

16

Sales & Support

## Propuestas de valor de e-STORAGE

e-STORAGE, subsidiaria de Canadian Solar, lidera la industria del almacenamiento de energía, especializada en el diseño, fabricación e integración de sistemas de baterías para aplicaciones a escala de servicios públicos.

### SolBank 3.0 : best-in-class BESS

SolBank 3.0 establece un nuevo estándar en soluciones de almacenamiento de energía con una capacidad de 5 MWh.

### Respaldada por Canadian Solar

Apoyo incomparable de un líder mundial en energía renovable.

### Conocimiento profundo de la industria

Un equipo con profundos conocimientos de la industria, que impulsa la innovación y la excelencia.

### Bancabilidad

Bancable en más de 100 instituciones financieras a nivel mundial.

### Fabricación

La empresa opera dos plantas de fabricación totalmente automatizadas. Capacidad: 20 GWh.

### Equipo de Implementación Global

Expertos posicionados estratégicamente que garantizan una ejecución perfecta del proyecto.

### Excelente trayectoria

Éxito demostrado en la implementación de soluciones de almacenamiento de energía a nivel mundial.

### Reputación

Superar constantemente las expectativas del cliente mientras construimos una sólida reputación en la industria.

# PRODUCTOS - DESCRIPCIÓN GENERAL

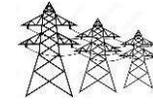
## ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍA



**Residential**  
**EP CUBE**



**C&I**  
**KuBank**



**Utility-scale**  
**SolBank**



9.9

119

247

1950

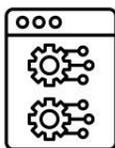
ENERGY (kWh)

Canadian Solar Inc.

# ¿QUÉ ES EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS DE LITIO?

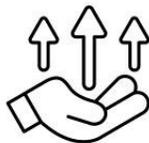


- ❑ **Definición:** El almacenamiento de energía con baterías de iones de litio permite acumular energía eléctrica para su uso posterior, y se utiliza ampliamente en sistemas de energía renovable y vehículos eléctricos.



- ❑ **Funcionamiento Básico:**

- Las baterías convierten la energía eléctrica en energía química durante la carga.
- Durante la descarga, la energía química se convierte nuevamente en electricidad para ser utilizada.



- ❑ **Ventajas de las Baterías de Iones de Litio:**

- Alta densidad de energía (almacenan más energía por unidad de volumen/peso).
- Larga vida útil.
- Alta eficiencia energética.



### ❑ C-Rate (Tasa de Carga/Descarga):

- **Definición:** El *C-Rate* indica la velocidad de carga o descarga de una batería en relación con su capacidad nominal.
- **Ejemplo:** Una batería con un *C-Rate* de 1C puede cargarse o descargarse completamente en 1 hora. Un *C-Rate* de 0,5C significa que tomará 2 horas cargar o descargar.

### ❑ RTE (Round Trip Efficiency / Eficiencia de Ciclo Completo):

- **Definición:** Mide la eficiencia del proceso de carga y descarga de una batería. Es la relación entre la energía extraída de la batería y la energía que se ha introducido en ella.
- **Fórmula:**

$$\text{RTE} = \left( \frac{\text{Energía Descargada}}{\text{Energía Cargada}} \right) \times 100\%$$

- **Ejemplo:** Un RTE del 90% significa que, de cada 100 kWh cargados, se pueden utilizar 90 kWh.



### ❑ DOD (Depth of Discharge / Profundidad de Descarga):

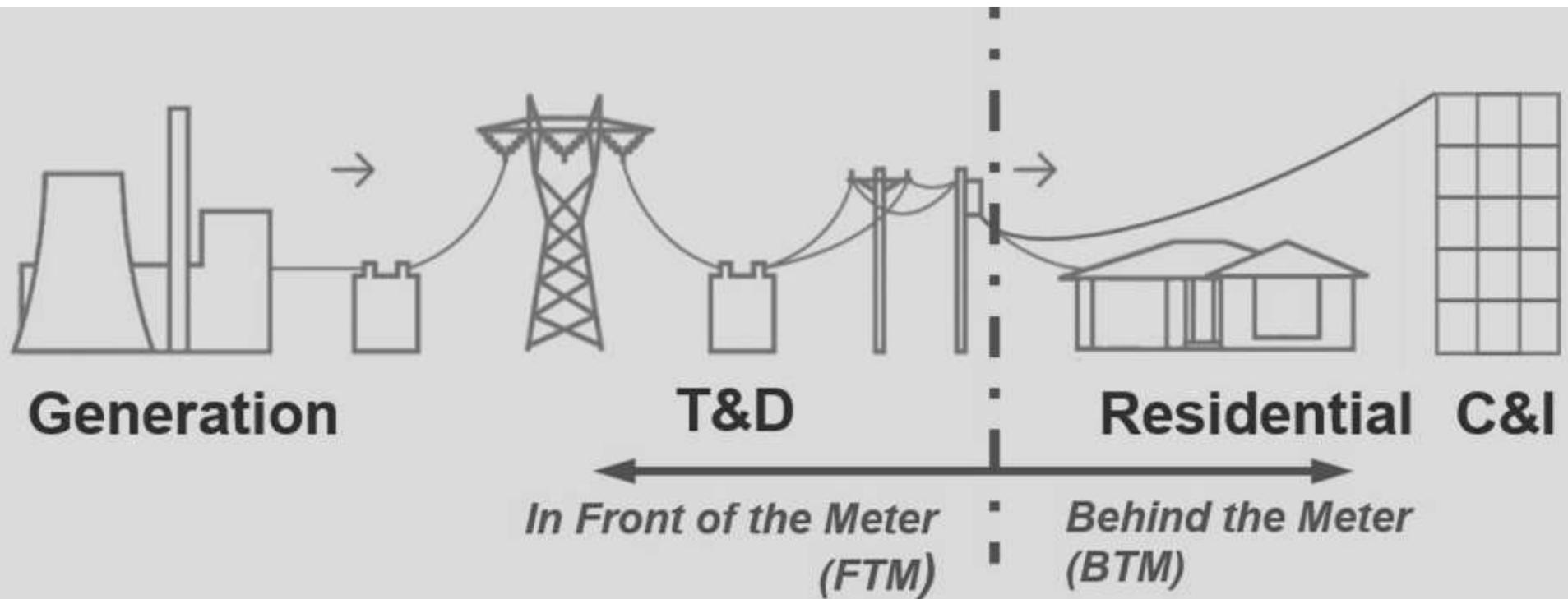


- **Definición:** El *DOD* indica la cantidad de energía utilizada en relación con la capacidad total de la batería.
- **Ejemplo:** Un DOD del 80% significa que se ha descargado el 80% de la capacidad de la batería, quedando un 20% de carga.
- **Importancia:** Controlar el DOD es esencial para prolongar la vida útil de la batería, ya que los ciclos de descarga más profundos pueden reducir su longevidad.

### ❑ Degradación de las Baterías:



- **Definición:** La degradación de la batería se refiere a la pérdida gradual de capacidad y eficiencia con el tiempo, debido a factores como ciclos de carga/descarga repetidos, temperatura y profundidad de descarga.
- **Impacto:** A medida que una batería se degrada, su capacidad de almacenar energía disminuye, reduciendo su rendimiento general.
- **Mitigación:** Ciclos de descarga controlados (menor DOD), evitar sobrecargas y gestionar la temperatura pueden ayudar a reducir la tasa de degradación.



## Aplicaciones y Configuraciones

### Almacenamiento de energía

- Proyectos a gran escala
- Transmisión
- Distribución
- Servicios adicionales
- Prosumidor
- Off-grid

# APLICACIONES

## FRONT OF THE METER (FTM) / BEHIND THE METER (BTM) SISTEMAS AISLADOS



### FTM

### BTM

<b>PROYECTOS DE GRAN ESCALA</b> Energy Time-Shift (arbitraje) Capacidad Adicional	<b>TRANSMISIÓN</b> Aplazamiento de Inversiones Alivio de la Congestión	<b>PROSUMIDOR</b> Calidad de energía Fiabilidad Peak Shaving Energy Time-Shift
<b>SERVICIOS AUXILIARES</b> Suavizado Reservas Rotativas / No Rotativas Soporte de Voltaje Regulación de Frecuencia	<b>DISTRIBUCIÓN</b> Aplazamiento de Inversiones Soporte de Voltaje	

# CONFIGURACIONES

## PROYECTOS BESS FTM



	AC-Coupled	DC-Coupled	Standalone	Co-Located
<b>Tipo de Conexión</b>				
<b>Cargar</b>	Fotovoltaica o Red	Fotovoltaica o Red	Red	Red
<b>Aplicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Backup</li> <li>• Arbitraje</li> <li>• Aumento de capacidad</li> <li>• Servicios ancilares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Backup</li> <li>• Arbitraje</li> <li>• Aumento de capacidad</li> <li>• Servicios ancilares</li> <li>• Captura de clipping CC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios ancilares</li> <li>• Reserva de capacidad</li> <li>• Arbitraje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios ancilares</li> <li>• Reserva de capacidad</li> <li>• Arbitraje</li> </ul>
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión compartida</li> <li>• Integración de Energías Renováveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores custos de interconexión</li> <li>• Integración de Energías Renováveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación flexible</li> <li>• Sin restricciones de uso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interconexión compartida</li> </ul>

**+ OFF GRID**

## BESS FTM APLICACIÓN REAL CANADIAN (AC-COUPLED)



### SLATE PROJECT – Proyecto Integrado de una Planta Fotovoltaica

Project Highlight:

Lemoore, California USA



MW/MWH AC Usable	150MW/600MWH
MWH DC Nominal (Nameplate)	762MWH
COD	4/27/2022
AC or DC Coupled, Standalone	AC-coupled
Contract type	BESS Supply + Commissioning, LTSA
Solutions provided	System design and optimization, battery supply and commissioning, LTSA, O&M service provider, year five augmentation



- 1. Empleos locales:** Más de 400 empleos en la construcción.
- 2. Fiabilidad de la red:** Capacidad de suministrar energía durante olas de calor y picos de demanda, capturando el excedente de la planta solar fotovoltaica para utilizarlo en momentos críticos de la red local.
- 3. Reemplazo de Plantas de Gas:** Anteriormente atendido por plantas de gas, el proyecto de almacenamiento de energía reemplaza estas plantas durante las horas de alta demanda de la red.

## Solución energética más económica para riego en zonas aisladas de la red

El cambio de carga a energía solar + BESS reduce el consumo de diésel en casi un 100 %

### Solución usual

GENSET



**Ventaja:**

- Bajo CAPEX;
- Instalación rápida;

**Desventaja:**

- Altos gastos operativos;
- Posible escasez de combustible y gran variación de precios;
- Imprevisibilidad presupuestaria;



PIVOT SPRINKLER

### Solución Canadian Solar

PV PLANT



SOLAR ENERGY

BESS



GENSET ( BACK UP )



**Ventaja:**

- Costos de energía más económicos;
- Energía estable;
- Previsibilidad presupuestaria;
- Sostenibilidad y eficiencia
- OPEX reducidos;

**Desventaja:**

- Alto CAPEX;



PIVOT SPRINKLER

# SISTEMAS AISLADOS CASO REAL



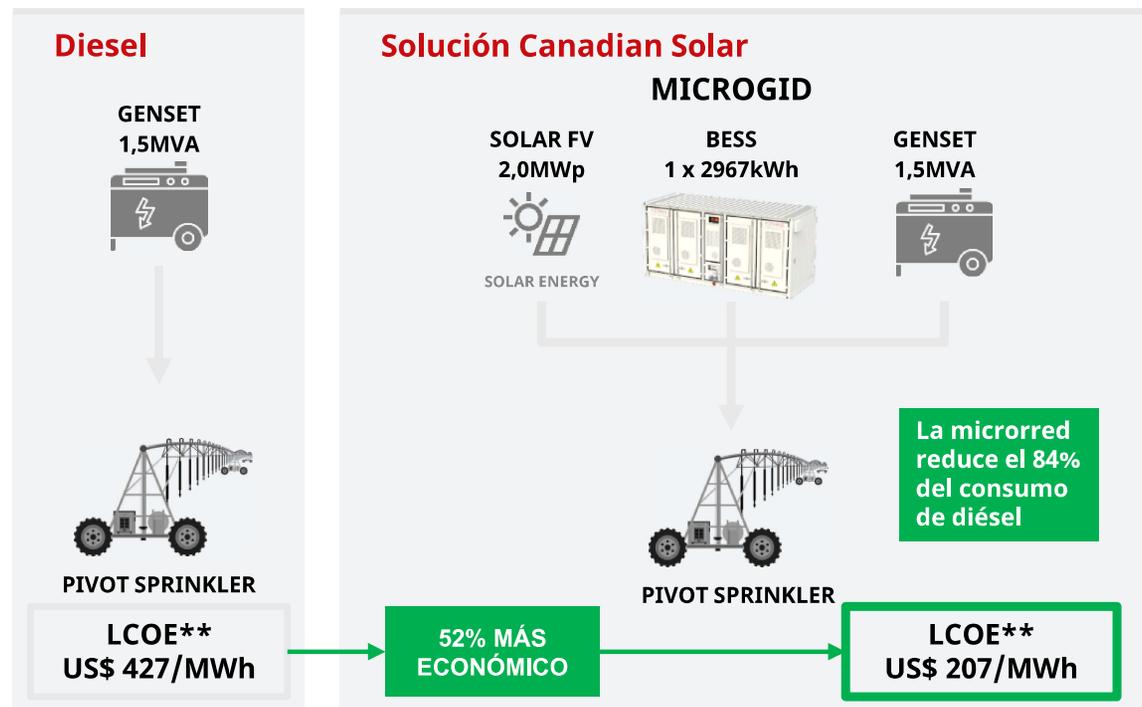
## Aplicación real: Costumer Equity

Proyecto pivote de riego en Bahía / Brasil. Operación durante 9 meses al año. Carga optimizada para operar durante el horario solar.



Irrigation Area	480.0 Ha*
Power Needed	2.7 kw/Ha
Peak Power	1,300.0 kW
Operation Hours	10.0 hs/day
Energy Consumption	~11.0 MWh/day
Operating Days A Year	270.0 days/year

\*for reference: 1 Ha = 1 soccer field



\*\*Same load comparison and customer equity investment

## Posibles modelos de negocio

- Capital del cliente o financiación bancaria
- Modelo como servicio: inversión y venta como servicio

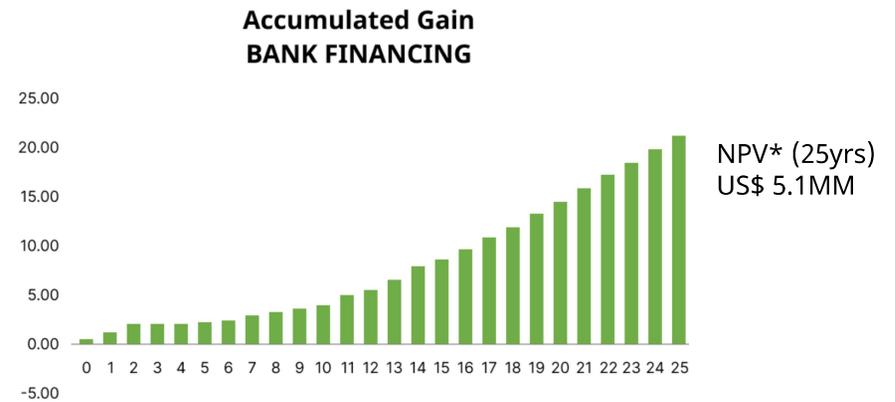
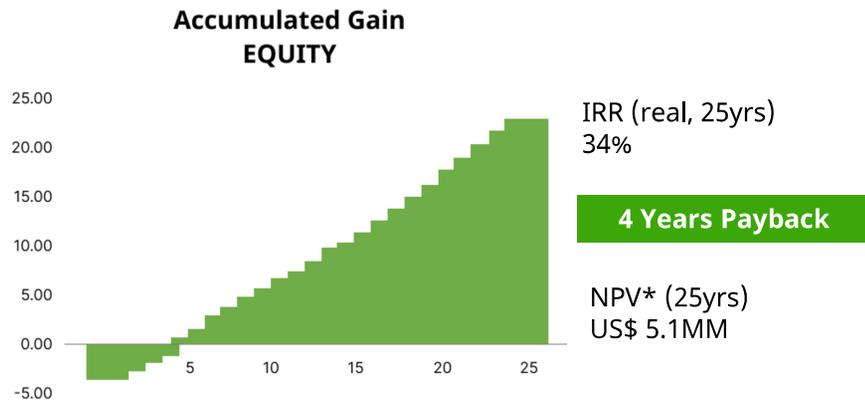
### CAPEX

Equipo	Potencia/Capacidad	CAPEX
Grupo Generador	1,5 MVA	US\$ 295 k
Solar FV	2,0 MWp	US\$ 1.52 MM
BESS	2,9 MWh	US\$ 1.10 MM

### Supuestos del modelo de negocio

Costo del diésel	US\$1.3/liter
Tasa de descuento	10,8%
Supuestos de financiación	8,5% per year 24 months tender 8 years payment (BNDES)

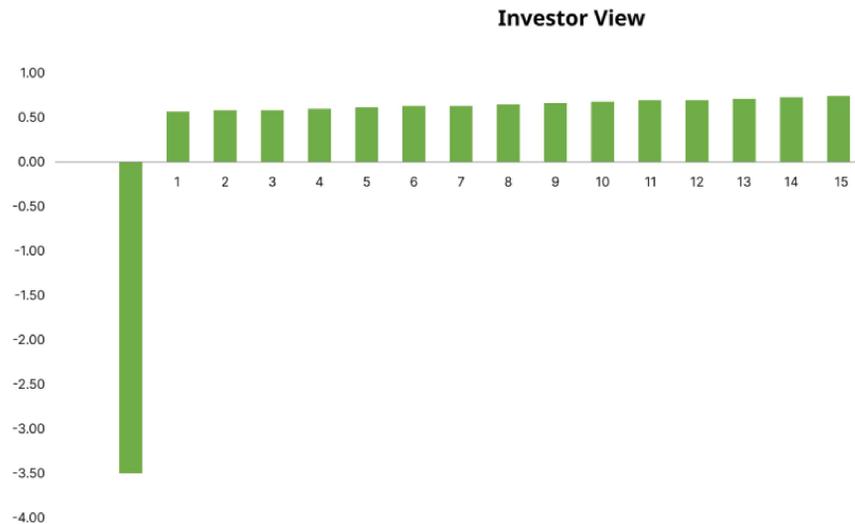
**Capital del cliente y financiación bancaria**  
**(ahorros comparando microrredes y diésel únicamente)**



ITEM	DESCRIPTION	DIESEL ONLY	MICROGRID
1	CAPEX (YEAR 0)	US\$ 295k	US\$ 3.0MM
2	OPEX 25 YEARS*	US\$ 10.2MM	US\$ 2.0MM

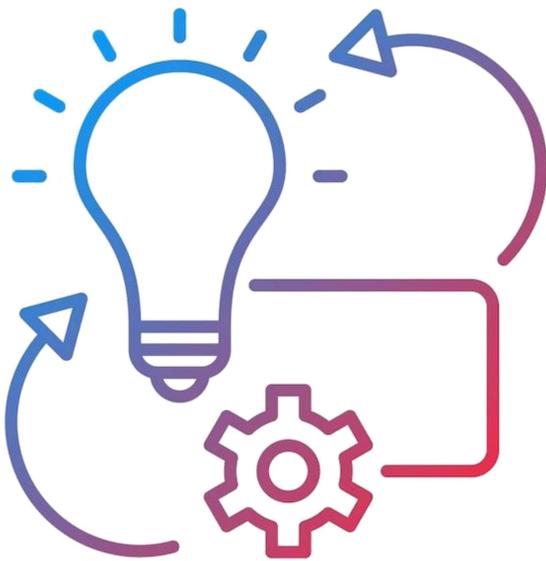
\*discount rate = 10,8%

**Como Servicio / Descuento del 20% en el Precio de Generación Diesel  
(Supuesto)**



<b>10 YEARS</b>	IRR (real)	15%
	NPV	\$ 0.56 MM
<b>12 YEARS</b>	IRR (real)	17%
	NPV	\$ 0.94 MM
<b>15 YEARS</b>	IRR (real)	19%
	NPV	\$ 1.41 MM

## **Primeros pasos para la implementación de sistemas de baterías**



- 1. Análisis del Mercado y la Regulación**
- 2. Estudio de Viabilidad Técnica y Financiera**
  - Evaluar la demanda energética y el perfil de consumo.
  - Análisis de retorno de inversión (ROI) y beneficios económicos.
  - Dimensionamiento del sistema BESS basado en necesidades específicas.
- 3. Selección de Tecnología**
  - Definir especificaciones técnicas, capacidad y tiempo de vida útil.
- 4. Identificación de Ubicación y Logística**
  - Evaluar la viabilidad del terreno o espacio disponible.
  - Considerar acceso a la red eléctrica y permisos de conexión.
- 5. Desarrollo de Propuesta Comercial**
  - Crear un modelo de negocio atractivo para inversores y clientes.
  - Desarrollar estrategias de monetización: venta de energía, *as a service*, etc.
- 6. Obtención de Licencias y Permisos**
- 7. Implementación**

## DESARROLLO DEL PROYECTO BESS EQUIPO PRINCIPAL

Es **importante** que la cadena de **suministro** esté técnicamente **preparada** para adquirir equipos **seguros**, con **mejor** calidad de **celdas** y que el **diseño** del equipo prevea el **menor trabajo** posible en campo.



### Medium Voltage Transformer (MVT)

Skidded con PCS o separados.  
Elevación de tensión para la interconexión con la red

### Power Conversion System (PCS)

Convierte energía entre CA y CC para carga y descarga, con controles de batería integrados y funcionalidades de soporte de red.

### Battery Enclosure (SolBank)

Almacena energía con batería, con BMS integrado, sistema auxiliar para mantener la seguridad y el rendimiento del producto.

### Energy Management (EMS)

Monitorear el estado de los equipos en sitio y optimizar los comandos de distribución de energía entre diferentes PowerBlocks.

## DESARROLLO DEL PROYECTO BESS TEMAS IMPORTANTES

- **Trabaje** con empresas de **ingeniería calificadas**, el **regulador**, el **operador** y expertos en **seguridad** para garantizar que la solución **cumpla** con todos los **requisitos** necesarios para la **aprobación** de su activo de BESS.
- El **diseño de seguridad** es **más crítico** que para otras tecnologías:
  - Plan de respuesta a emergencias
  - Análisis de mitigación de riesgos
  - Entrenamiento de primeros auxilios
  - Análisis de flujo de calor para verificar el diseño según las condiciones del sitio.



- **Contratos llave en mano** bien desarrollados con empresas **capaces** y con **experiencia** en tecnología:
  - Eliminar brechas de alcance
  - Gestionar los riesgos del cronograma del proyecto
  - Gestionar la cadena de suministro y los riesgos
- **Long Term Services Agreement** – Busque contratos **personalizados** según las **características** de su empresa



# ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA TENDENCIAS



## El despertar de una gigante: LATAM



Fase **inicial**, pero con **gran potencial** de **crecimiento** conforme la región **diversifica** su **generación**.



La **reducción de costos** está haciendo el almacenamiento a **gran escala** más **competitivo** frente a plantas de pico.



**Empresas** y **servicios públicos** están **explorando** nuevos modelos: **modulación** de **voltaje**, **confiabilidad** renovable y **aplazamiento** de inversiones.



Nuevas **empresas** ofrecen soluciones para **reducción** de **picos**, **estabilización** solar y **optimización** con análisis de datos.



El almacenamiento **transformará** la **cadena** eléctrica, **facilitando** la integración **renovable** y **flexibilización** del sistema.

## ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN AMÉRICA LATINA PERSPECTIVAS DEL MERCADO



### El almacenamiento de energía transformará la cadena de valor de la electricidad en América Latina.

- **CHILE:** el desarrollo de sistemas BESS en Chile está avanzando rápidamente, impulsado por la creciente integración de energías renovables y la necesidad de estabilizar la red. Sin embargo, aún enfrenta desafíos regulatorios y de infraestructura para alcanzar su pleno potencial.
- **BRASIL:** El gobierno realizará una subasta exclusiva de reserva de capacidad para baterías en 2025, con la promesa de una regulación específica para principios de este mismo año.
- **COLOMBIA:** No hay una regulación clara de compensación para BESS standalone; el gobierno y la CREG están planeando marcos regulatorios para facilitar su integración en la matriz energética. Los proyectos híbridos de energía solar + BESS están avanzando.
- **MÉXICO:** El mercado de BESS FTM es prácticamente inexistente, los activos de almacenamiento de BTM son altamente rentables para los clientes comerciales e industriales.
- **REPÚBLICA DOMINICANA:** Se requiere que el almacenamiento de BESS se empareje con grandes activos solares, y existen inquietudes sobre la falta de claridad en la remuneración y los retrasos en la interconexión.
- **PERÚ:** No existe una regulación de BESS, se evalúa cómo avanzar con los proyectos de almacenamiento de baterías.
- **PANAMÁ:** Se inicia una consulta para incorporar BESS a la red de transmisión, una señal positiva para la industria.
- **URUGUAY:** Planean actualizar decreto que autoriza a consumidores de baja tensión a reinyectar energía a la red vía baterías, con limitaciones al arbitraje y rentabilidad de proyectos BESS standalone.



## Conclusión / Preguntas y respuestas

### Conclusión: Almacenamiento de Energía - Clave para el Futuro Energético



**1.Creciente Importancia:** El almacenamiento de energía, especialmente con baterías de iones de litio, es esencial para apoyar la transición hacia fuentes renovables, proporcionando estabilidad a redes intermitentes y maximizando el uso de energías renovables.

**2.Competitividad en Aumento:** La reducción de costos está haciendo que el almacenamiento sea cada vez más competitivo.

**3.Aplicaciones Diversas:** Múltiples aplicaciones del almacenamiento, como modulación de voltaje, confiabilidad de renovables, microrredes, aplazamiento de inversiones en infraestructura (“navaja suiza”)

**4.Transformación del Sistema Energético:** El almacenamiento de energía transformará la cadena de valor, permitiendo una mayor integración de renovables, mejorando la flexibilidad del sistema y creando nuevas oportunidades de negocio.

# Muchas gracias por su atención

Rafael Moura  
Head of Energy Storage

-  +55 11 91310-7965
-  rafael.moura@csisolar.com
-  www.canadiansolar.com



**VIII** CONGRESO  
INTERNACIONAL

Incorporación de **BATERÍAS** en el  
dimensionamiento de los sistemas,  
**una realidad que no se puede aplazar**