

An aerial photograph of a dense city skyline, likely New York City, taken from a high vantage point. The image captures a vast expanse of skyscrapers and urban development, with a mix of modern glass-fronted buildings and older structures. The sky is a vibrant blue with wispy white clouds, and the sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow that illuminates the city from the side. The overall atmosphere is one of a bustling, modern metropolis.

ANDRITZ GROUP

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE PLANET

A GLOBAL PARTNER FOR KEY INDUSTRIES THAT SHAPE THE WORLD

APRIL 2022

PUMPED STORAGE - THE NUMBER ONE STORAGE TECHNOLOGY

HYDROPOWER HYBRID SOLUTIONS

HYDRO ENERGY SYMPOSIUM

BOGOTA, APRIL 20, 2022

ANDRITZ

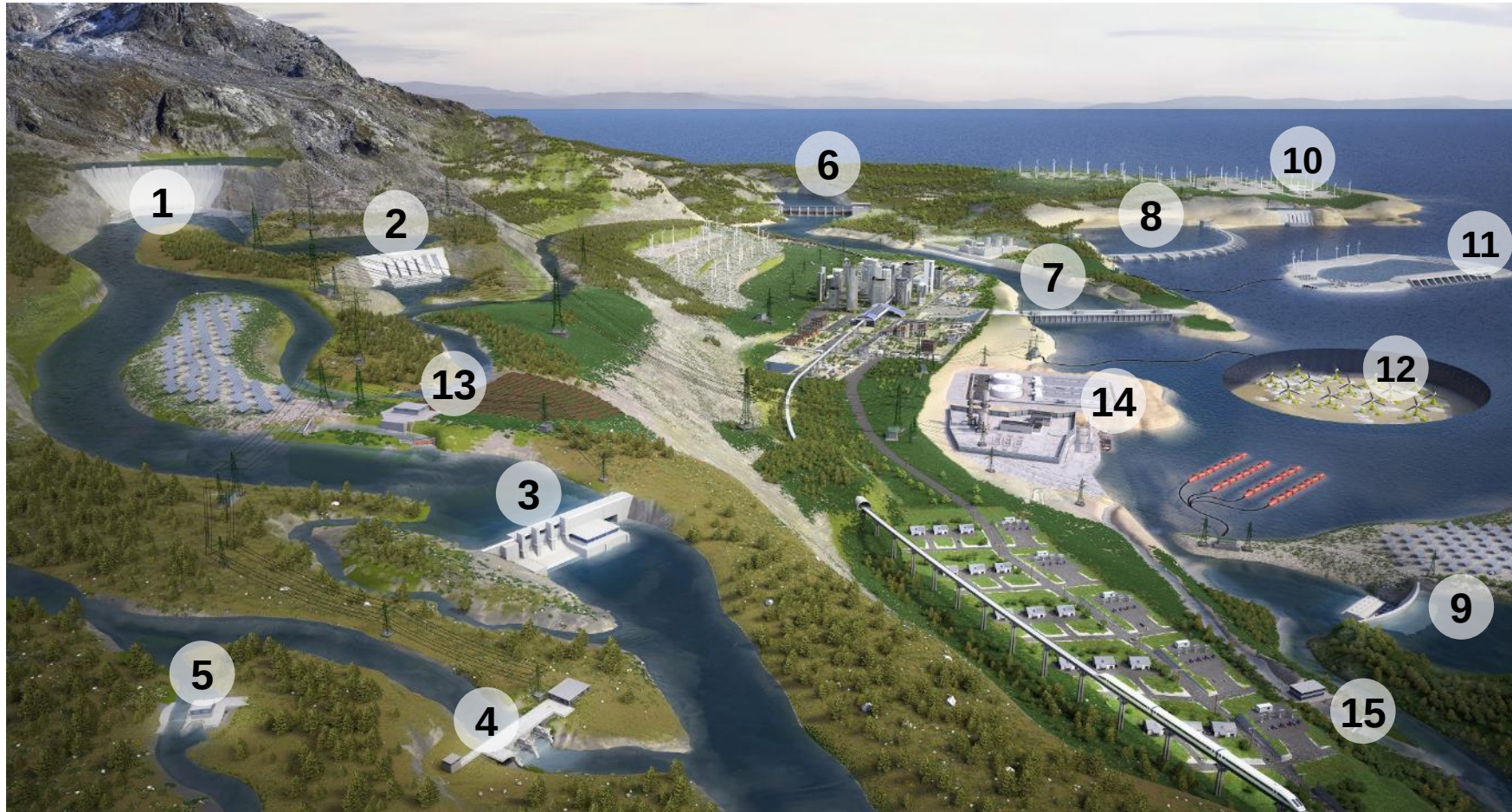
ENGINEERED SUCCESS

MÚLTIPLES ROLES EN AGUA Y ENERGÍA



GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN EL FUTURO

ESCENARIO 2050

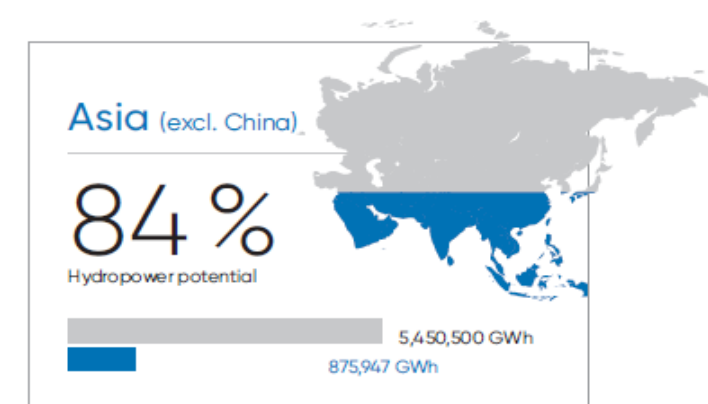
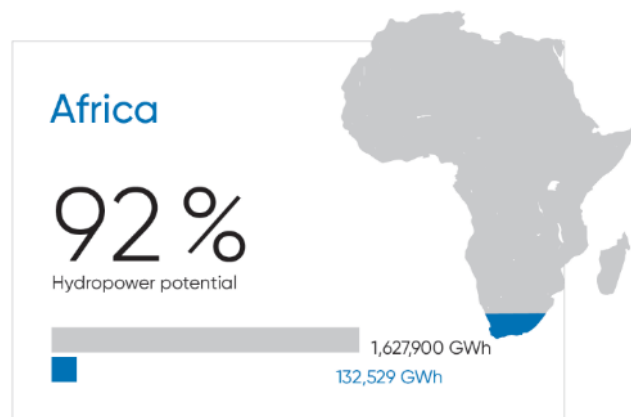
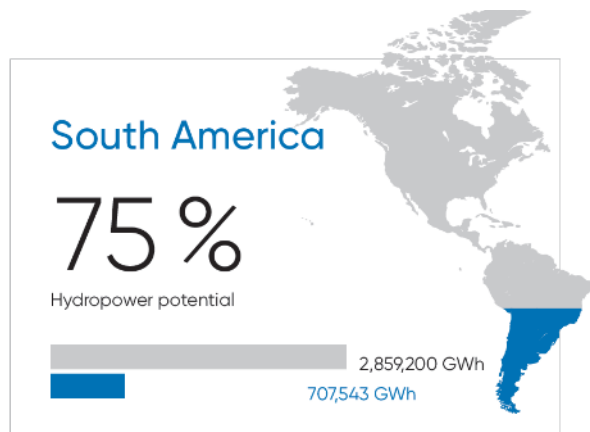
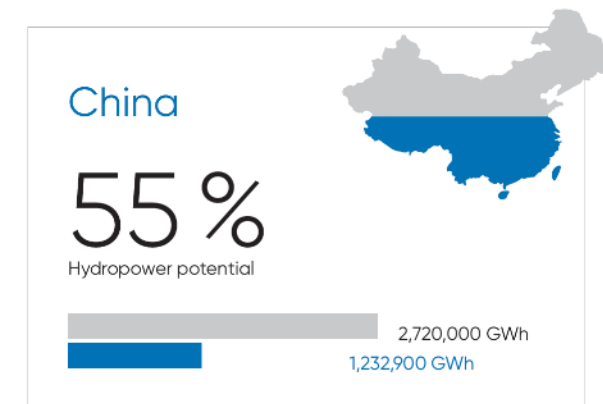
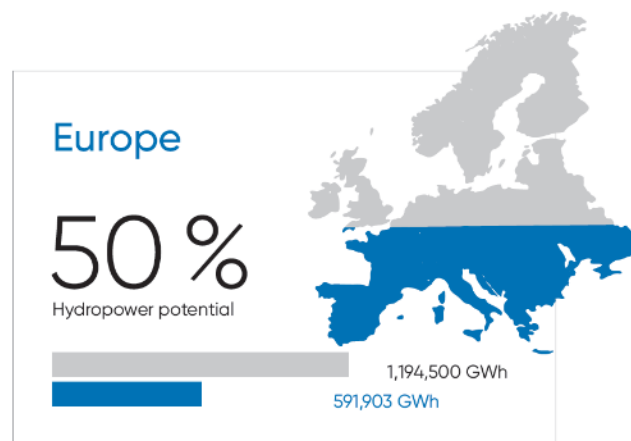
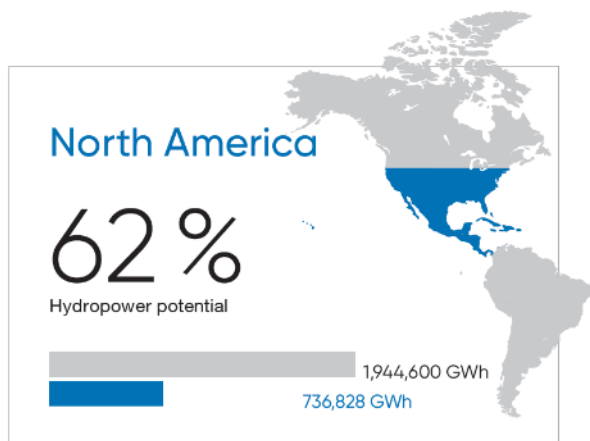


- 1) Embalse de acumulación anual
- 2) Embalse de acumulación de corto plazo
- 3) Central hidroeléctrica convencional a filo de agua
- 4) Pequeña central hidroeléctrica
- 5) Flujo ecológico
- 6) Central hidroeléctrica a filo de agua en medio urbano
- 7) Central hidroeléctrica de baja caída
- 8) Planta de generación mareomotriz
- 9) Planta de almacenamiento y bombeo (agua dulce); acumulación de energía para planta solar
- 10) Planta de almacenamiento y bombeo (agua salada); acumulación de energía para parque eólico
- 11) Isla de energía; planta de almacenamiento y bombeo costa afuera para arreglo eólico/solar/mareomotriz
- 12) Arreglo planta mareomotriz de corrientes
- 13) Sistema de riego
- 14) Planta desalinizadora
- 15) Planta de bombeo para control de inundaciones

POSIBILIDADES Y OPORTUNIDADES DEL MERCADO HIDROELÉCTRICO MUNDIAL



Potencial técnicamente factible: ~ 15,800 TWh/año | Generación hidroeléctrica: ~ 4,278 TWh/año



Fuente: Hydropower & Dams World Atlas, 2019

- Potencial hidroeléctrico técnicamente factible (GWh/año)
- Generación hidroeléctrica en 2019 (GWh/año)

CAMBIO ENERGÉTICO - ELÉCTRICO

ESCENARIO 2050 - DESAFÍOS



Impacto Ambiental

- Frenar Calentamiento Global
- Cerrar plantas contaminantes
- Construcción de parques
 - Eólicos
 - Fotovoltaicos
- Otras fuentes renovables



Ámbito Social

- Suministros garantizados
 - Energía
 - Agua
 - Alimentos
- Costo de la energía controlado



Desafío Técnico

- Diseños y suministros amables con el Medio Ambiente
- Estabilidad de la red
- Operación balanceada
- Costos de generación
- Costos de mantenimiento



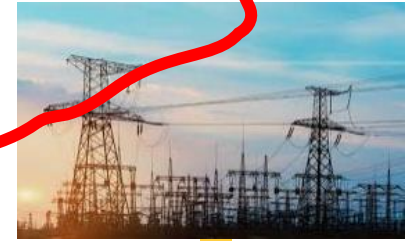
Hybrid Solutions



GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN EL FUTURO ESCENARIO 2050 - HYBRID SOLUTIONS



GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN EL FUTURO ESCENARIO 2050 - HYBRID SOLUTIONS



**Soluciones ENERGÉTICAS
híbridas y modernas**

ANDRITZ HYDRO – HECHOS Y CIFRAS EN BREVE



LARGE HYDRO



Equipos hidromecánicos y electromecánicos para **grandes proyectos llave en mano**, ampliaciones y modificación de plantas existentes

COMPACT HYDRO



Líder mundial en el suministro para **pequeñas centrales hidroeléctricas**, entregando todo el espectro de equipos electromecánicos

SERVICE & REHAB



Modernas soluciones de **servicios y rehabilitación** orientadas a aumentar la rentabilidad y ampliar la vida útil de la planta

BOMBAS



Bombas que satisfacen la demanda por unidades cada vez más **grandes**, y de mejor rendimiento, tanto para **bajos caudales** como para aplicaciones resistentes a la abrasión

CIFRAS FINANCIERAS CLAVES 2020

Órdenes ingresadas	1,335.4 MEUR
Órdenes acumuladas	2,587.9 MEUR
Ventas	1,296.0 MEUR
EBITA	98.5 MEUR
Empleados (sin aprendices)	6,941

AMPLIA EXPERIENCIA DE ANDRITZ HYDRO



Somos un suministrador global de sistemas y servicios electromecánicos (“from water-to-wire”) para centrales hidroeléctricas y un líder en el mercado mundial de generación hidráulica.

Más de 180 años de experiencia en turbinas (1839)

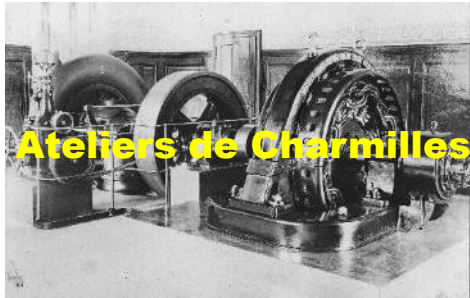
Más de 31,900 turbinas (más de 471,000 MW) instaladas

Rango completo hasta más de 800 MW

Más de 125 años de experiencia en equipos eléctricos (1892)

Líder en servicio y rehabilitación

DESDE PIONEROS HISTÓRICOS DE LA TECNOLOGÍA HASTA UN MODERNO LÍDER DE MERCADO



Ateliers de Charmilles



**Ateliers de Constructions
Mecaniques de Vevey**



Escher Wyss

Los pioneros crearon
los cimientos.

OUR PIONEERS (ALPHABETICAL ORDER):

AFI ANDRITZ Andritz VA TECH HYDRO Ateliers des Charmilles
Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey (ACMV) Baldwin-Lima-Hamilton
Bell Bouvier Boving C.E.G.B. Dominion Engineering ELIN English Electric
Escher Wyss Ennshyttan GE Hydro GE Hydro Inepar General Electric
Hammerfest Strom Hemi Controls HMI Construction Hydro Vevey
I.P.Morris KAMEWA KMW Kvaerner Møller NOHAB Pelton Water Wheel
Pichlerwerke Precision Machines Ritz Pumpenfabrik SAT Sulzer Hydro
Tampella VA TECH HYDRO VOEST Voest MCE Waplan



**ELIN
GE Hydro**



**Hydro Vevey
Sulzer Hydro**

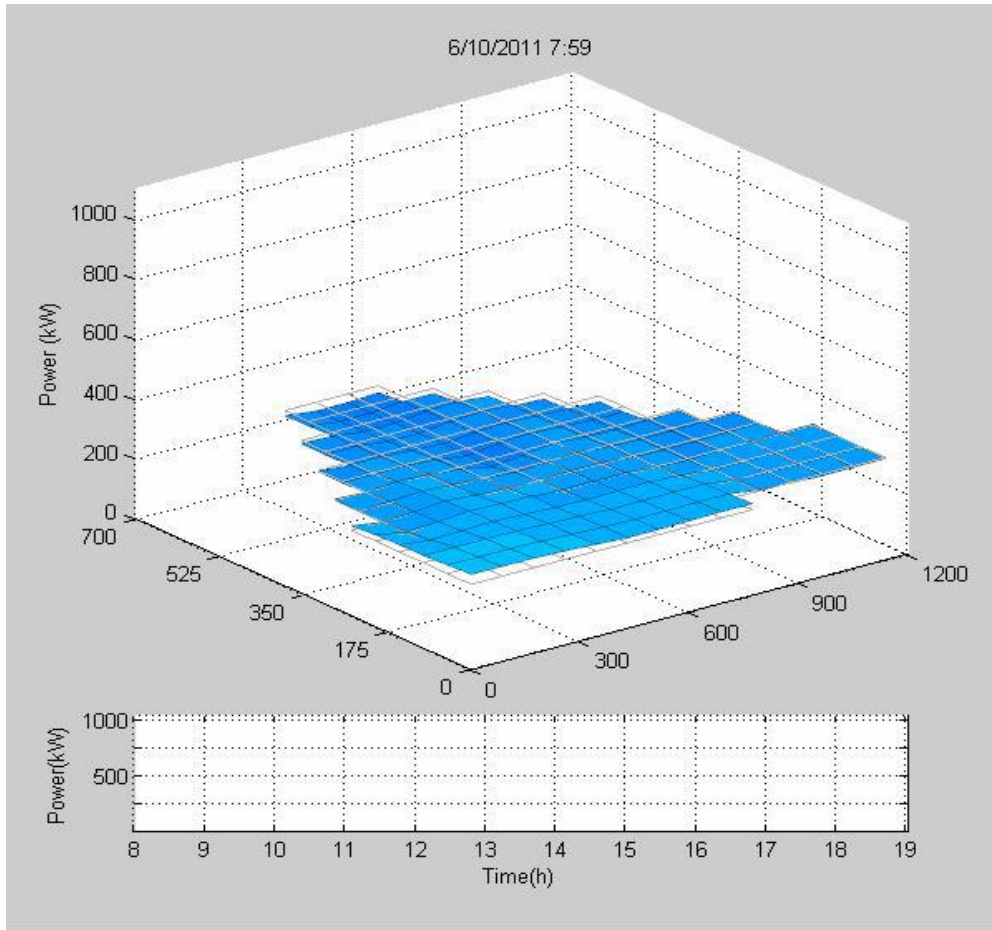


**Kvaerner
VA Tech Hydro**

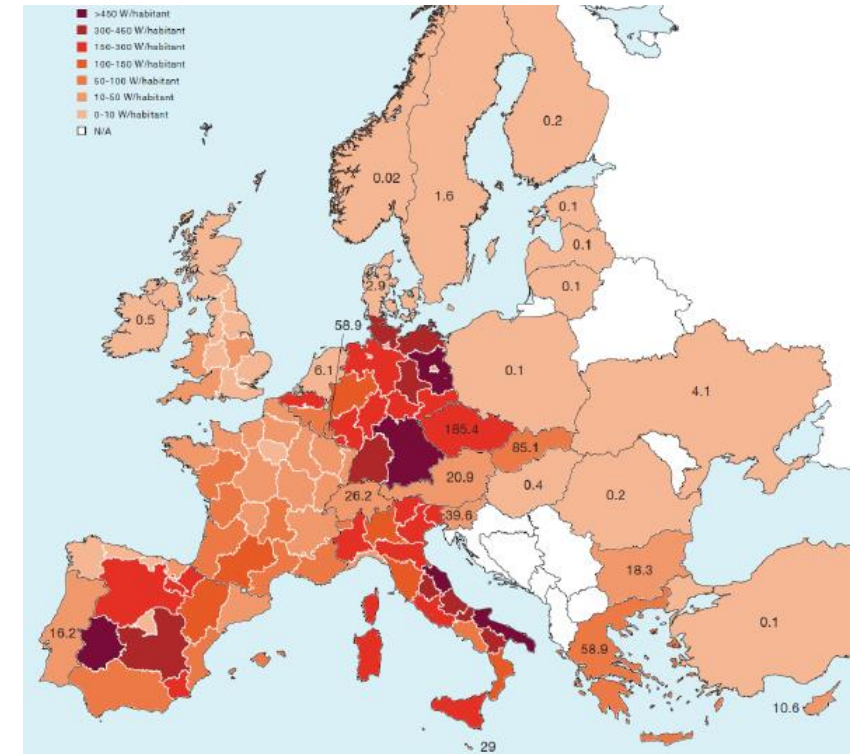
CAMBIO ENERGÉTICO - ELÉCTRICO ESCENARIO 2050 - DESAFÍOS



- Un día soleado en Italia... «Rovigo 70 MW planta fotovoltaico (PV)»



Cortesía: IEA PVPS, Task 14



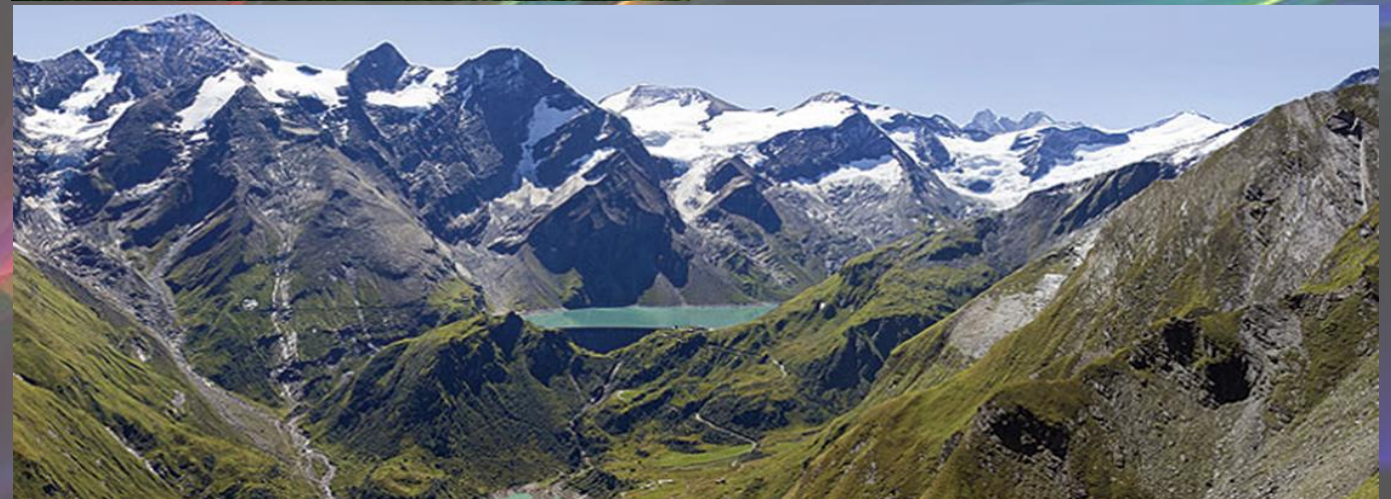
Producción eléctrica de las PV
rojo oscuro: >450 W/habitante
Bavaria (D): ~ 10% de consumo

PUMPED STORAGE THE NUMBER ONE STORAGE TECHNOLOGY

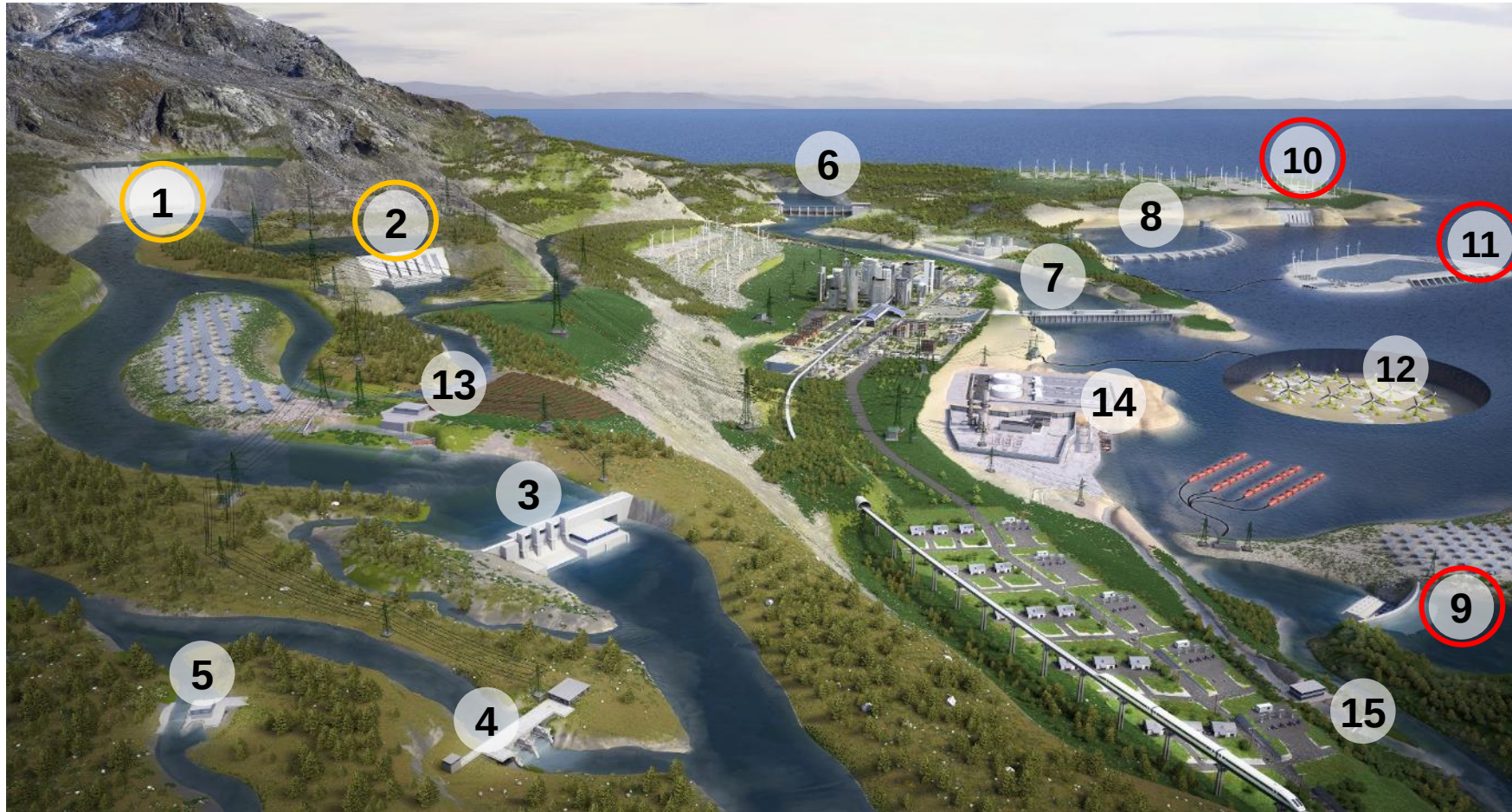


El Principio:

Las plantas de almacenamiento y bombeo bombean el agua a embalses de mayor elevación en momentos en que hay un excedente de electricidad, para luego liberar esta agua a embalses de menor elevación y generar electricidad cuando sea necesario.



PUMPED STORAGE TECHNOLOGY THE BEST ANSWER TO BALANCE THE GRID



Pump Storage - the number One Storage Technologie

Plantas de almacenamiento

- 9) Planta de almacenamiento y bombeo (agua dulce); acumulación de energía para planta solar
- 10) Planta de almacenamiento y bombeo (agua salada); acumulación de energía para parque eólico
- 11) Isla de energía; planta de almacenamiento y bombeo costa afuera para arreglo eólico/solar/mareomotriz

Cascada de embalses de acumulación

- 1) Embalse de acumulación anual
- 2) Embalse de acumulación de corto plazo

PUMPED STORAGE TECHNOLOGY

EL MERCADO ENERGÉTICO ESTÁ CAMBIANDO

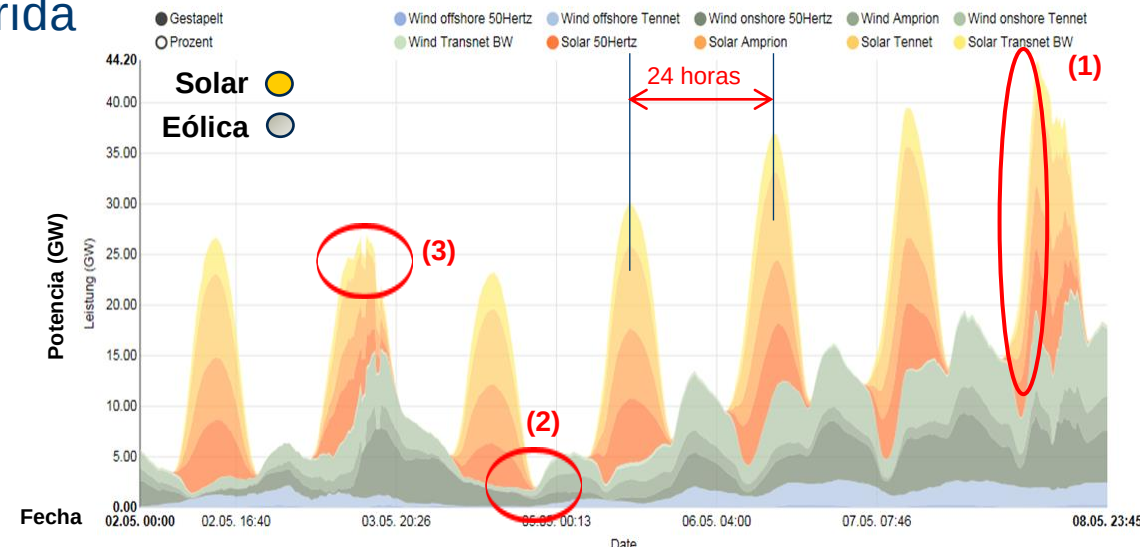


Demanda Futura del Mercado Energético – La Red Híbrida



Desafíos & Oportunidades

- Balanceo en horas pico
- Compensación de Energía
- Servicios Control de la red
- *Control de frecuencia*
- *control primario*
- *Estabilización de la red (inercia)*
- *energía arbitraje (optimización)*
- Capacidad de almacenar



Características de la generación por HEPP

- Rampas mas empinadas (1): velocidad de toma y descarga por el despacho de generación
- Generación baja (2): Operación de las unidades en carga parcial con potencial de compensación por la alta volatilidad de RES (Renewable Energy Sources)
- Picos cortos (3): Los picos de generación de RES son cortos en duración
- Pumped Storage HEPP es una aplicación muy flexible y por lo tanto jugará gran importancia en el futuro

PUMPED STORAGE TECHNOLOGY

VENTAJAS DEL PUMPED STORAGE



Actualmente “Battery Storage” tiene capacidades limitadas y es de vida corta; además es sensible por las temperaturas y no provee inercia

Actualmente “Pumped Storage” es la única forma de generar energía a granel con tecnología de almacenamiento con **alta eficiencia y a costos bajos**

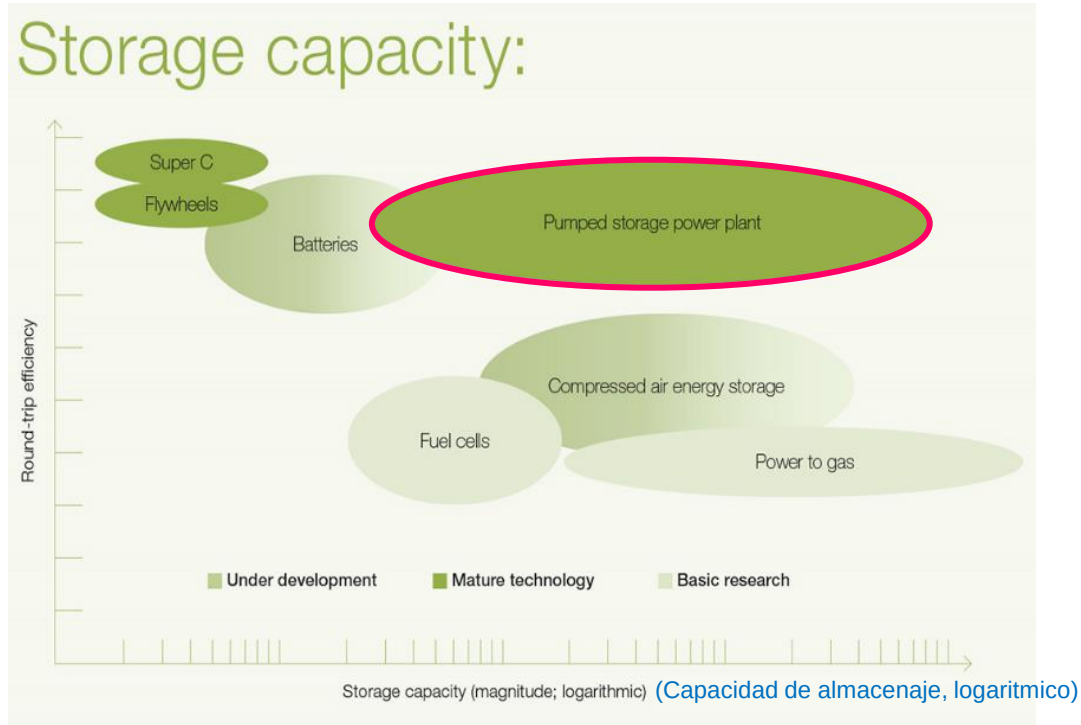
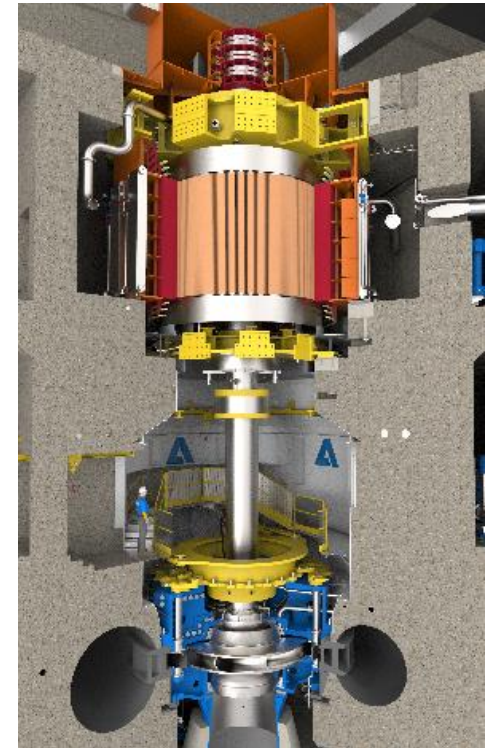


Figure 2: Storage Capacity, Source: ANDRITZ NEWS, No.32, 03/2018, Pumped Storage for the Future

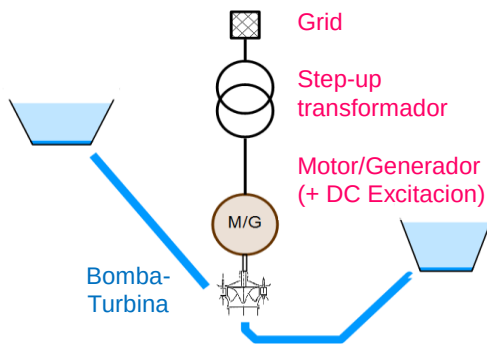
- Conprobada, Tecnología de bajo riesgo
- Balancea y compensa según demanda la generación volátil de las REB
- Tiene la capacidad de manejar los cuellos de botella en la red
- Soporta la estabilidad de la red con respuestas rápidas por cambios en la demanda repentinos rechazos de carga
- Contribuyendo la estabilidad de la red por aumentar la inercia de la red y previendo capacidad de “black start”
- Vida útil muy larga de la instalación



PUMPED STORAGE TECHNOLOGY FIXED & VARIABLE SPEED SOLUTIONS



Fixed Speed DC - Excitation



Ventajas:

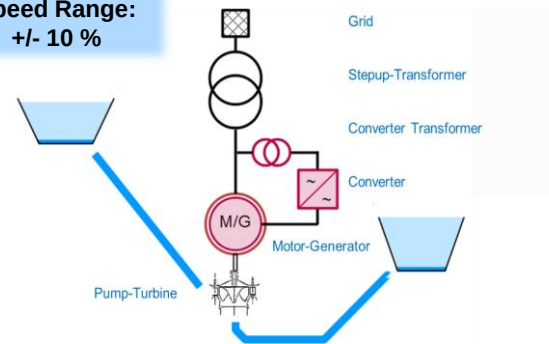
- Compact powerhouse
- Solución mas rentable
- No hay perdidas por conversor

Desventajas:

- Cambio modo operación largo
Turbina $\leftrightarrow$ Bomba
- Arranque en modo de bombeo requiere mucha potencia por depresión de agua

Variable Speed Double Fed Motor Generator (DFG)

Speed Range:
+/- 10 %



Ventajas:

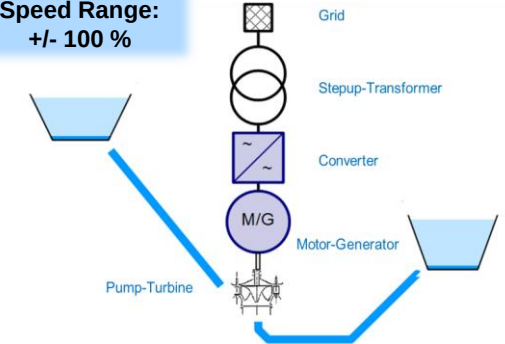
- Ajuste optimo por variaciones de salto (Head)
- Variaciones continuos de salida en modo Bombeo dentro de las limitaciones hidráulicas
- Rango de operación extendido (head-range)

Desventajas:

- Costos mas altos comparando con unidades reversibles
- Limitaciones en tamaño & velocidad
- Requiere espacio adicional para conversor

Variable Speed Full Size Converter (FSC)

Speed Range:
+/- 100 %



Características de Aplicación:

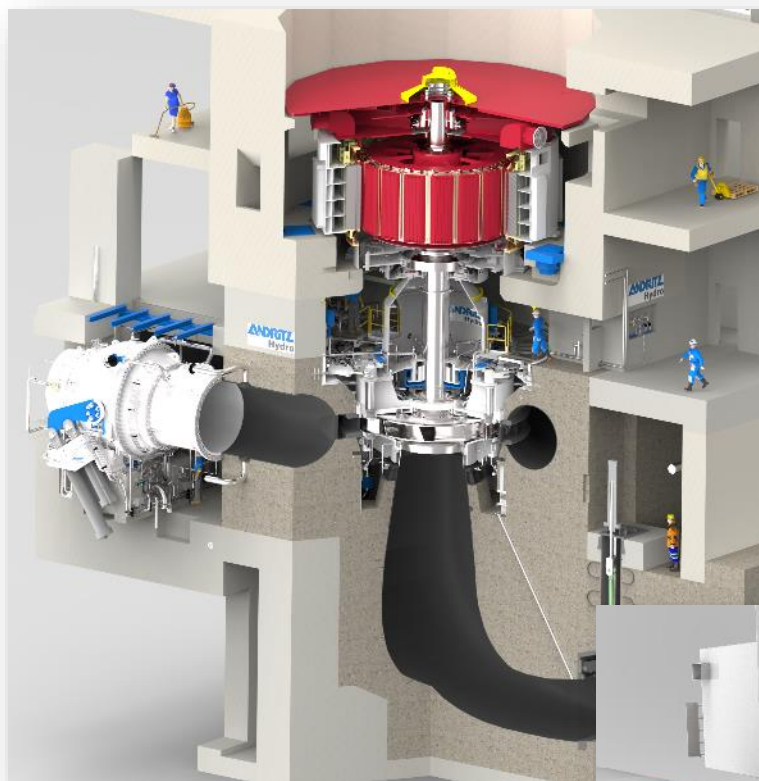
- Regulación en modo operación Tur & Bomba
- Seguimiento preciso de la carga
- En servicio interconectado – Rígido en perturbaciones de la red
- Función como “Synchronous Condenser”, aun en unidad parada

PUMPED STORAGE TECHNOLOGY

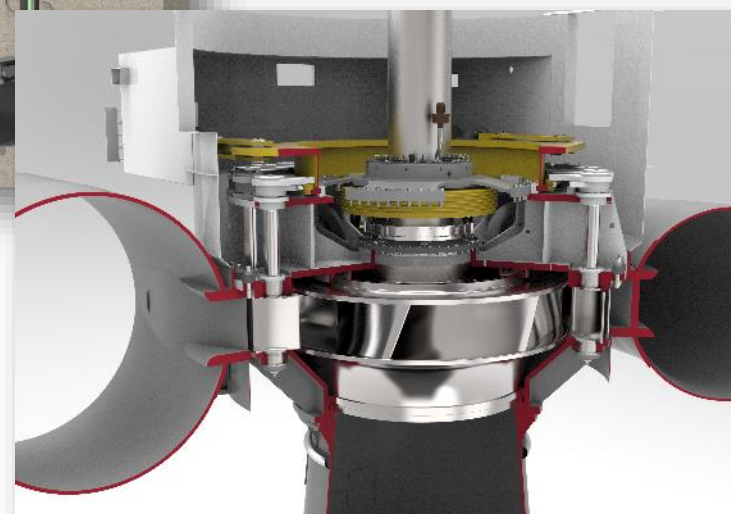


ANDRITZ Knows How...

- **2021 – Kidston / Australia**
2x154 MW, 181 m
- **2020 – Pinnapuram / India**
4x240 MW, 122 m
2x120 MW, 122 m
- **2019 – Hatta / Dubai UAE**
2x125 MW, 165 m, var speed
- **2018 – Zhenan / China**
4 x 357 MW, 490 m
- **2018 – Abdelmoumen / Morocco**
2 x 182 MW, 580 m
- **2017 – Feng Ning II / China**
2 x 310 MW, 470 m, var speed
- **2016 – Gouveas / Portugal**
4 x 220 MW, 680 m
- **2003 – Goldisthal / Germany**
2 x 340 MVA, 300 m var speed + 2 x 330 MVA



- >260 unidades instalados y en operación
- Mas de 80 años de experiencia
- Aprox. 30.000 MW instalado
- Permanente proceso de desarrollo



PUMPED STORAGE TECHNOLOGY

FIXED SPEED SOLUTION EXAMPLES



ABDELMOUMEN / MAROCCO

- Pump Turbines: 2 x 180 MW (H= 580 m)
- Motor – Generator: 2 x 213 MVA
- 2 Spherical Valves
- Governor / Excitation system

Order intake
2017!

ZHEN AN / CHINA

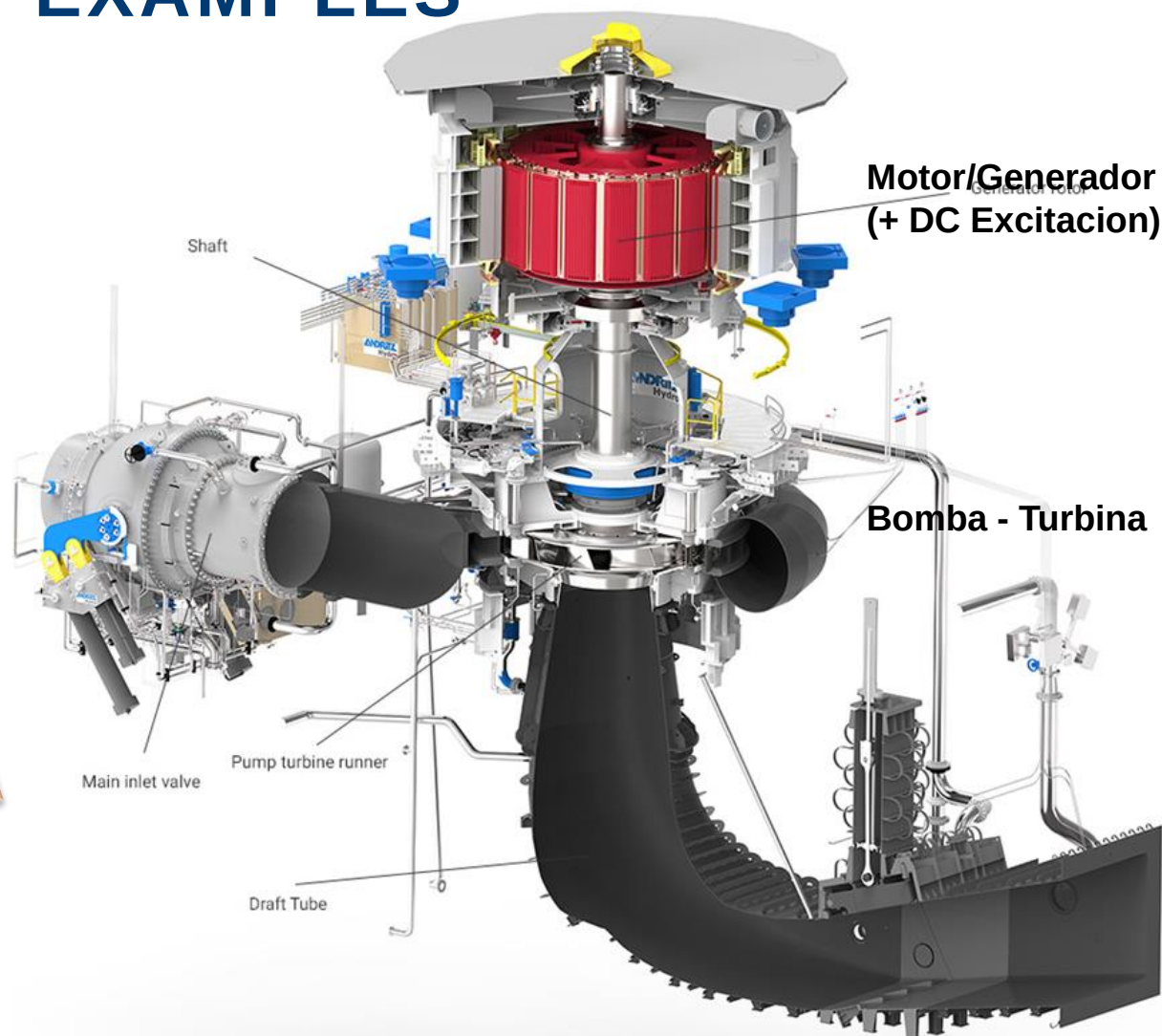
- Pump Turbines: 4 x 357 MW
- Motor-Generator: 4 x 388.9 MVA, 375 rpm
- 4 Spherical Valves
- Governor / Excitation system
- Operacion planeado 2023

Order intake
2018!

PINNAPURAM / INDIA

- Pump Turbines: 4 x 240 MW (H= 122 m)
- 2 x 120 MW (H= 122 m)
- Motor – Generator: 4 x 290 MVA, 187,5 rpm
- 2 x 146 MVA. 272,7 rpm
- Valves
- Governor / Excitation system

Order intake
2020!



PUMPED STORAGE TECHNOLOGY

VARIABLE SPEED SOLUTION EXAMPLES



First variable speed
PSPP in Europe

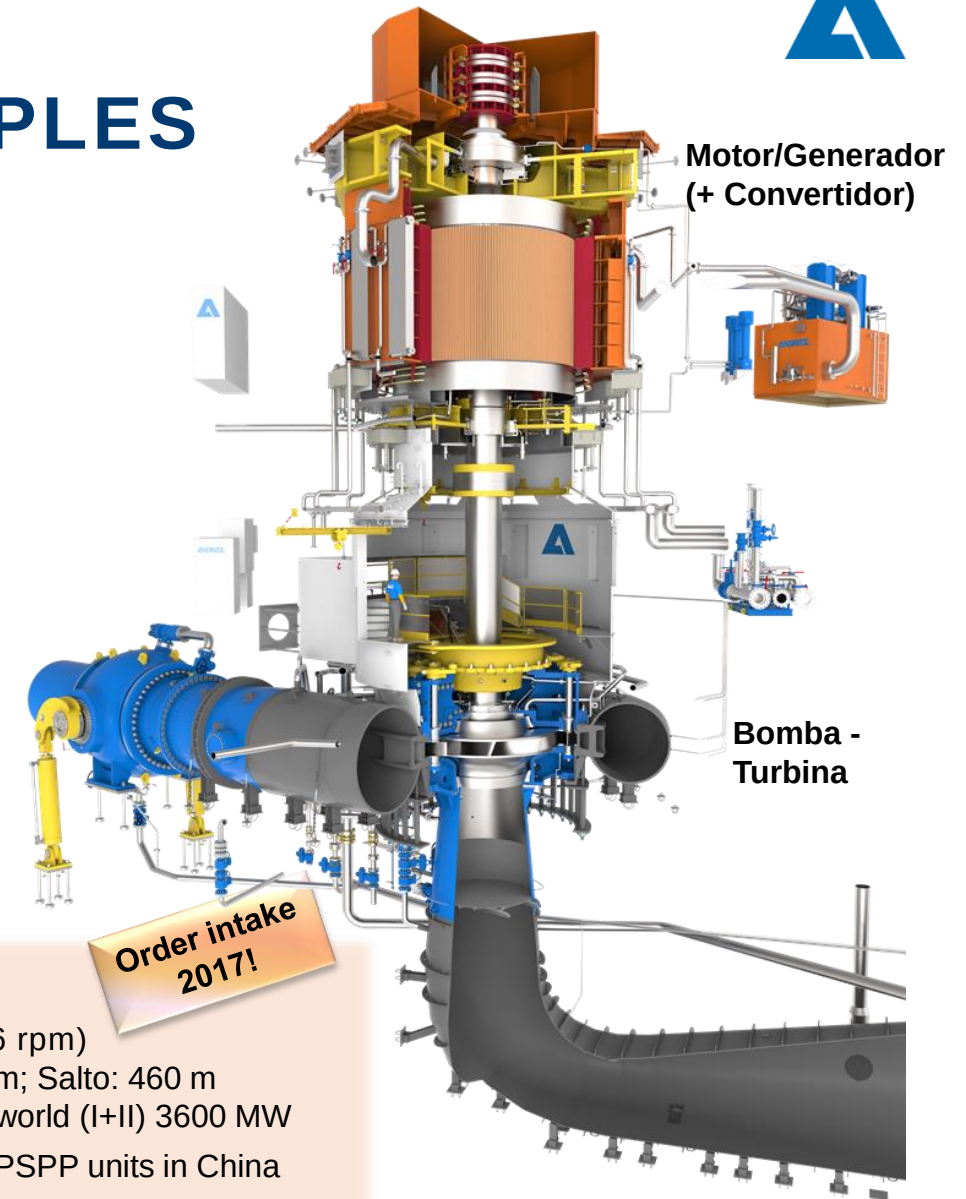


GOLDISTHAL - GERMANY

- 2 x 340 MVA DFM and 2 x 331 MVA fixed speed M/G, AC Excitation and Starting - SFC
- 300..346 rpm and 333 rpm
- Runner Dia: 4.400 mm; Salto: 300 m
- two sets of synchronous and doubly fed asynchronous M/G
- Central location in the UCTE grid
- en operacion desde 2003

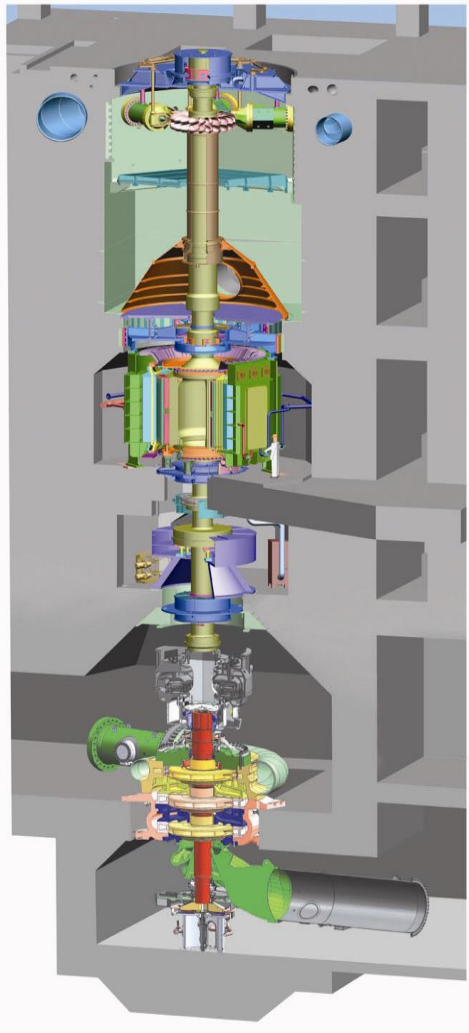
FENGNING II - CHINA

- 2 x 310 MW DFM
- DFM (398.6 – 458.6 rpm)
- Runner Dia: 4.200 mm; Salto: 460 m
- Largest PSPP in the world (I+II) 3600 MW
- First variable speed PSPP units in China
- Operación planeado 2023



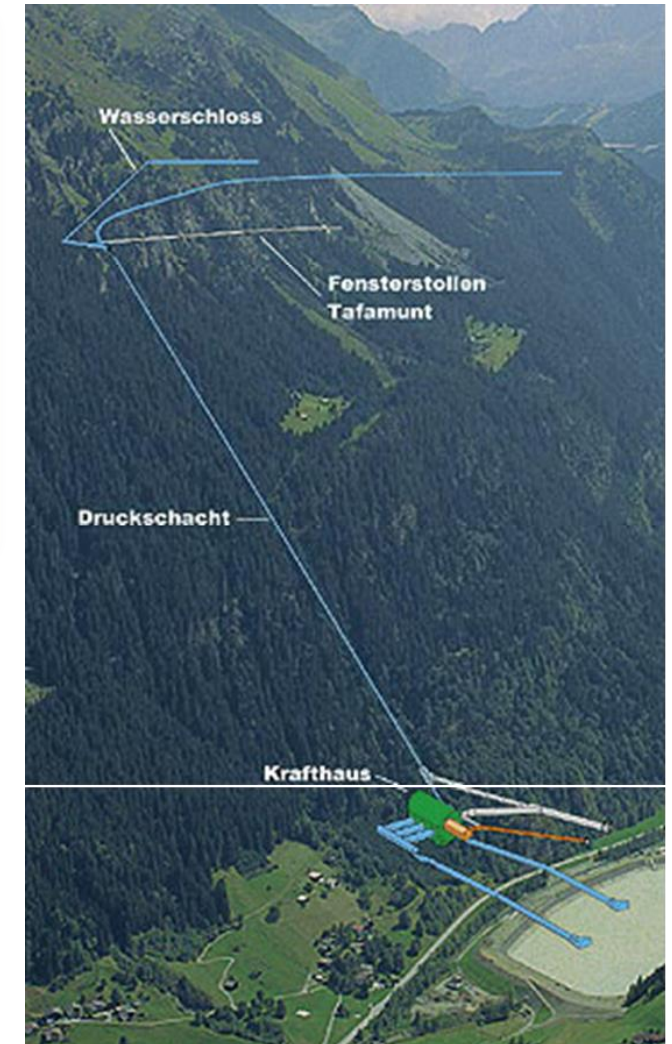
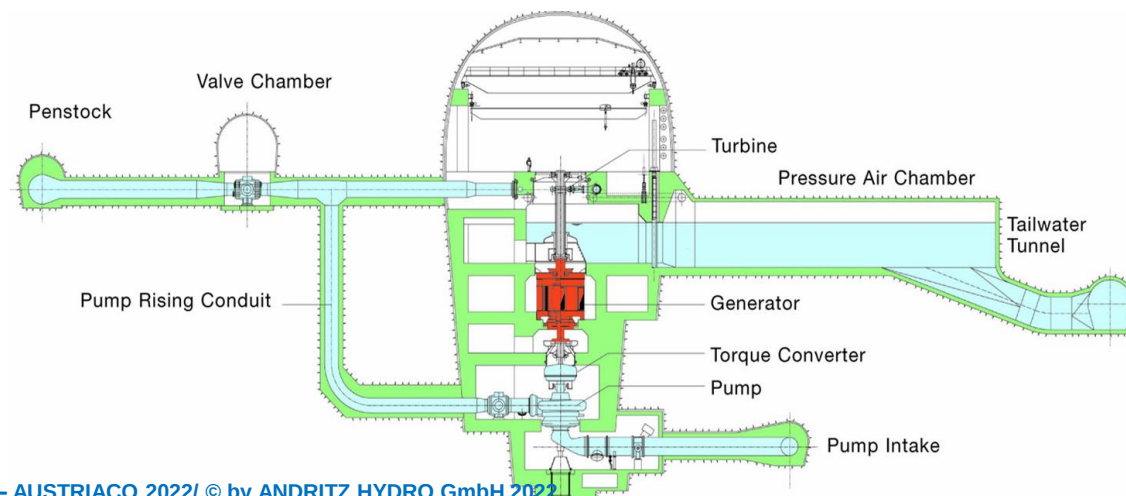
PUMPED STORAGE TECHNOLOGY

TURBINA PELTON COMBINADA CON BOMBA



KOPS II - AUSTRIA

- 3 Turbinas Pelton vertical 3PV 180 MW, 3 x 25 m³/s
- Turbina ubicada al tope del conjunto eje
- Diam= 2.150 mm; H=826,4 m; n=500 rpm
- 3 Bombas, 3 x 18 m³/s
- 3 Motor - Generadores, Operación como “Synchronous condenser”
- Order Intake 2003
- Planta opera solamente en horas pico
- Compensa parcialmente > 20.000 MW energía eólica
- Respuesta rápida: 20-30 seg. Para “full load” en operación turbina y operación bomba



HYDRO POWER HYBRID SOLUTIONS



HYBRID: HYDRO PUMP STORAGE – WIND - SOLAR



Kidston / Australia: Centro de Energía Renovable – La primera planta Energética despachando Energía Renovable

2 x 125 MW reversible pump turbines, fixed speed
Enfoque Principal: suministro de energía balanceada a la red!

Order intake
2021!



50MW
Kidston Solar Project
(KS1)



270MW
Kidston Solar Project
(KS2)



250MW
Kidston Pumped Storage Hydro Project (K2H)



150MW
Kidston Wind Project
(K3W)

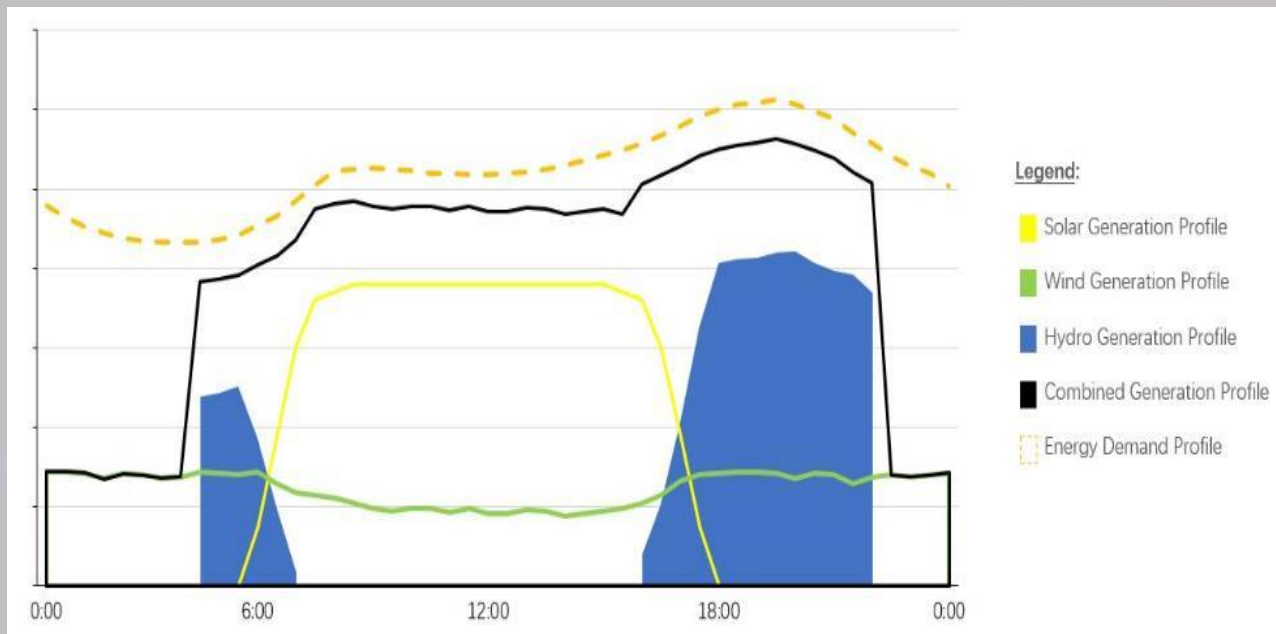
HYBRID: HYDRO PUMP STORAGE – WIND - SOLAR



Kidston / Australia: Centro de Energía Renovable – La primera planta Energética despachando Energía Renovable

Nuevo concepto energético basándose en una solución híbrida para balancear la energía antes de despacharlo para no estresar la red aislada

- Operación de la combinación de una planta solar , una planta eólica y una planta hidráulica de “Pump Storage”

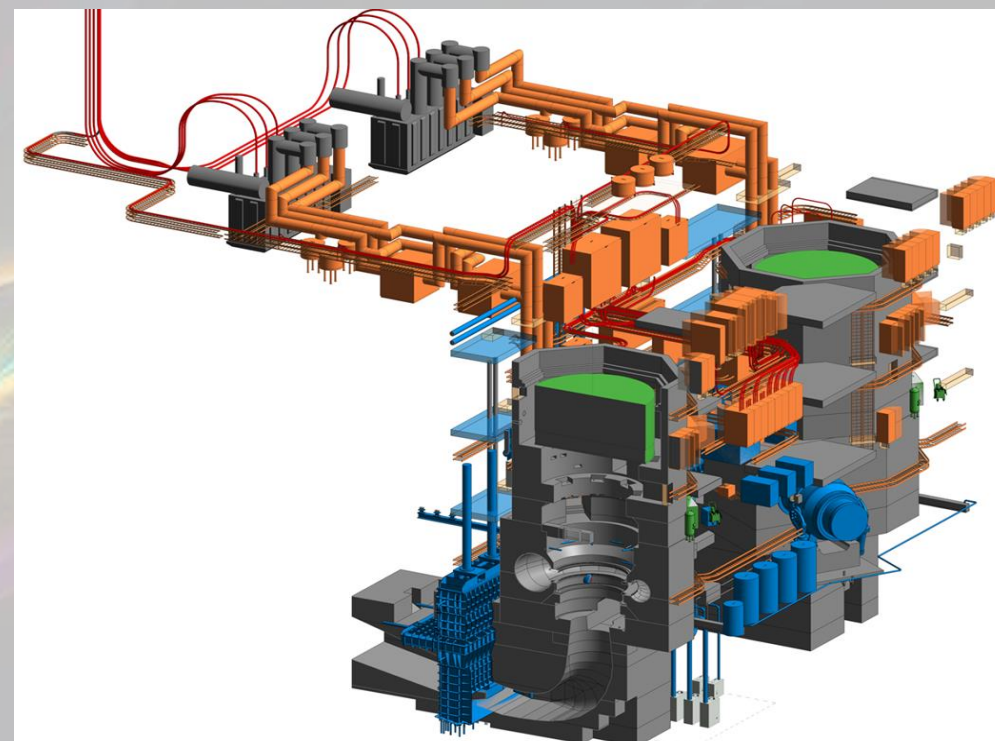


Pumped Storage:

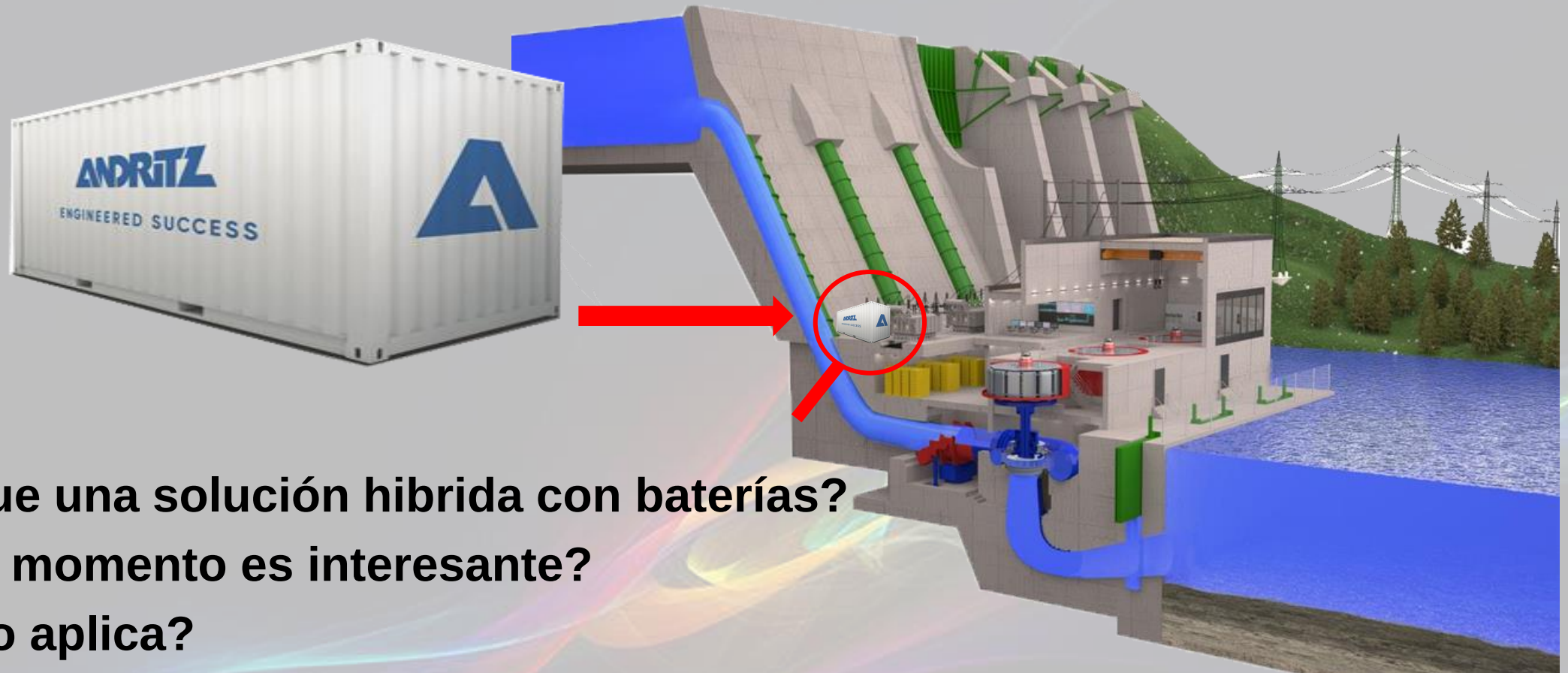
Pump Turbines: 2 x 128,5/ 154 MW (H= 181,1 m)

Motor – Generator: 2 x 149 MVA, 375 rpm

Static Frequency Converter



HYBRID BATTERY STORAGE SOLUCIONES PARA HIDROELECTRICAS



Para que una solución híbrida con baterías?
En que momento es interesante?
Cuando aplica?
Como funciona?

HYBRID BATTERY STORAGE SOLUCIONES PARA HIDROELECTRICAS



HyBaTec:

5 x 2,4 MWh

- **Convertidores y Control**
- **Baterías**



PARA QUE SE DEBE PENSAR EN UNA SOLUCION HIBRIDA CON BATERIAS?



**Optimizar
la inversion
general**

**Permitir
nuevos
negocios**

**Operación
suave y
extendida**

**Aumentar
ingresos
por tarifas
diarias**



EN QUE MOMENTO ES INTERESANTE?

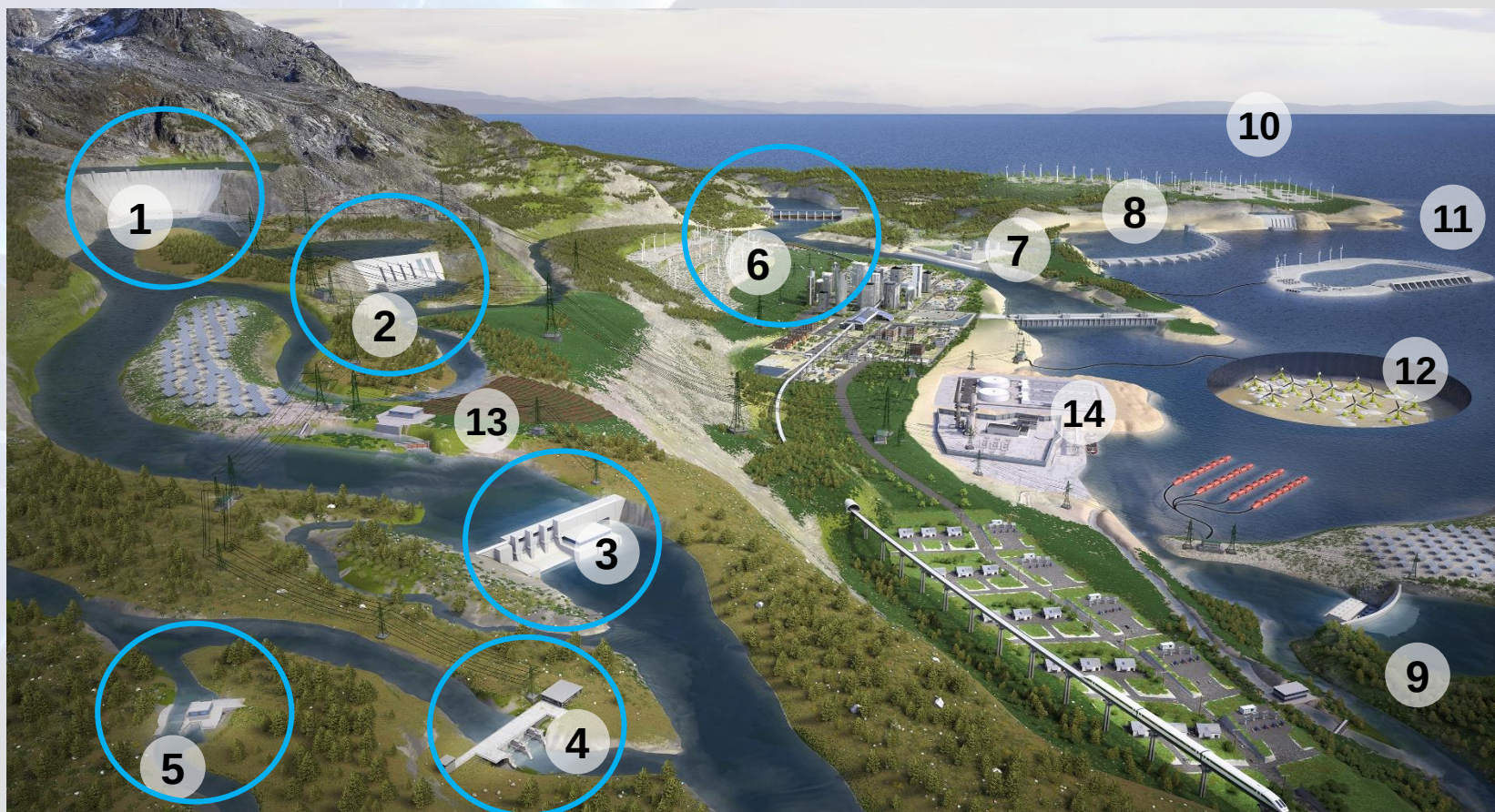


Greenfield

Brownfield



CUANDO APLICA?



- 1) Fluctuación de potencia, PS flotantes
- 2) Fluctuación de potencia, respuesta mas rápido
- 3) Regulación red, vida útil extendida

- 4) Optimización de tarifas, nueva regulación red
- 5) Optimización de tarifas
- 6) Regulación red, optimización de tarifas, vida útil extendida

- 7) Regulación red, optimización de tarifas
- 8) Optimización de tarifas, puenteo de brechas
- 9) Sinergias entre optimización de tarifas, PS flotantes y solar general
- 10) Sinergias entre optimización de tarifas, PS flotantes y eólico
- 11) Sinergias entre optimización de tarifas, eólico y energía de marea
- 12) Sinergias entre optimización de tarifas y energía de mareas
- 13) Optimización de tarifas
- 14) Optimización de tarifas

COMO FUNCIONA? PLANTAS A FILO DE AGUA

HyBaTec



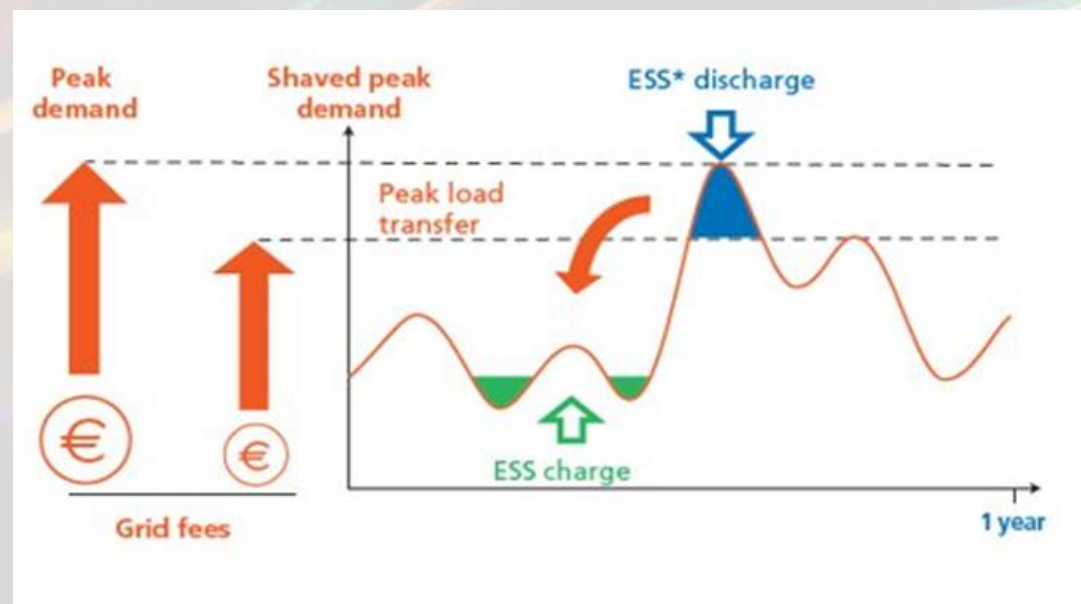
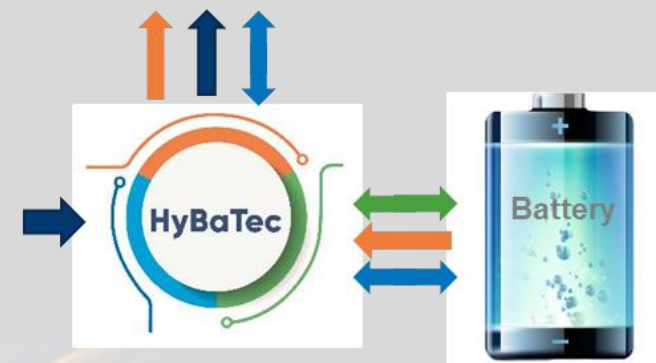
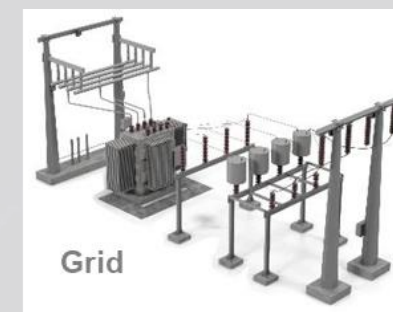
Aumentar ingresos por tarifas diarias

- Plantas a filo de agua, durante las fases del día con tarifas bajas por la generación abundante de solar y eólicas, cargan las baterías con parte de su generación

ESS charge

- La energía almacenada se despacha en horas pico de la demanda con tarifas mas favorables (cuando la generación solar se apagó)

ESS discharge

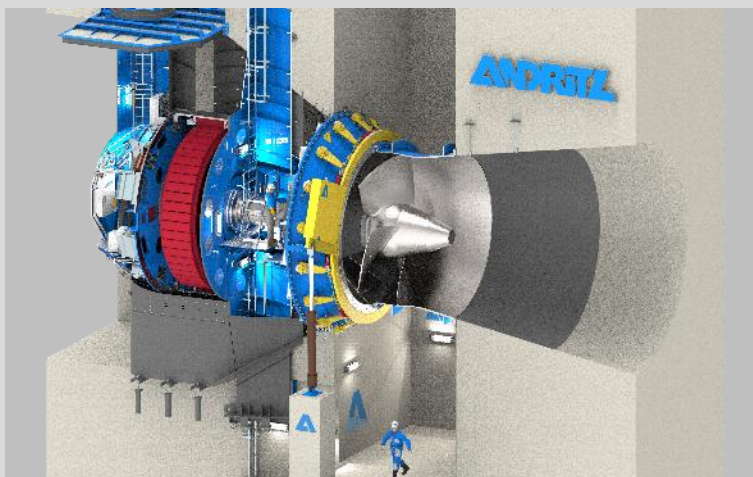


COMO FUNCIONA?



Combinando las ventajas de la hidroeléctrica y la tecnología de baterías

- Alta eficiencia
- Tecnología comprobada
- Operación liso
- Fuente de energía renovable
- Capacidad de almacenamiento a corto plazo
- Tiempo de Respuesta rápido
- Alta flexibilidad
- Balanceo de cargas
- Rango de energía mas amplio
- Tiempo de Respuesta mas rápido
- Altísima flexibilidad operacional
- Mejor soporte de red
- Nuevas oportunidades de negocios
- Extensión de viabilidad



+



=



Cooperación con Mercedes-Benz Energy de promover y suministrar las mas modernas soluciones de energía hibrida HyBaTec para el mercado hidráulica basado en sistemas de almacenamiento de energía de baterías grandes

HYDRO POWER HYBRID SOLUTIONS OTRAS APLICACIONES



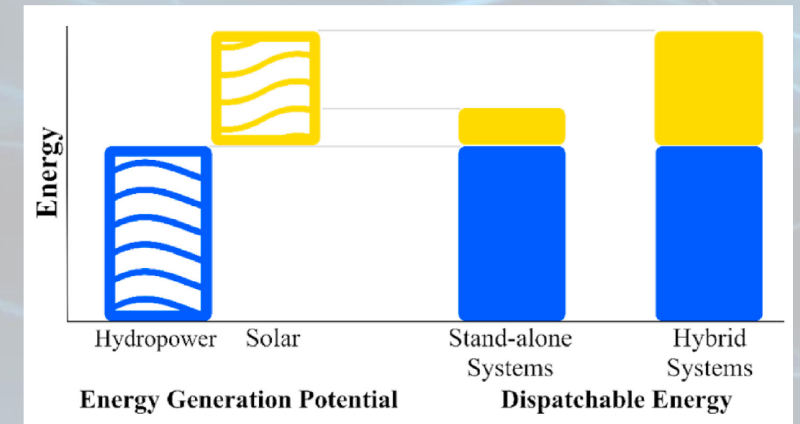
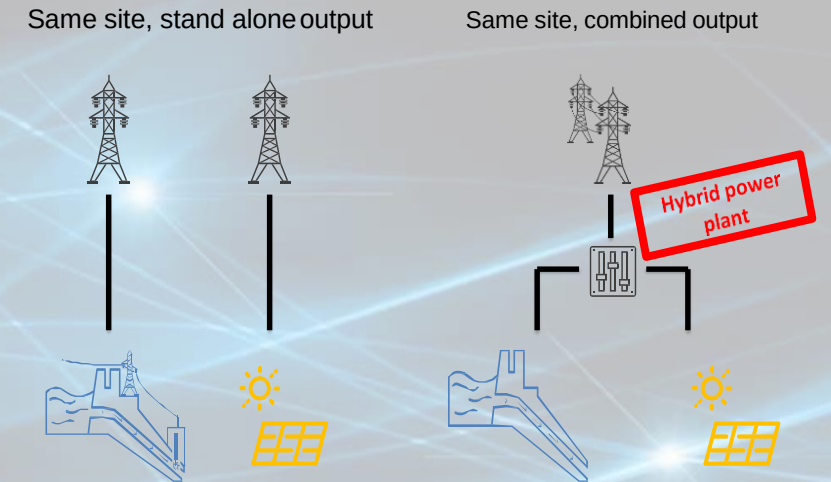
PROMISORIO POTENCIAL HYDRO – FLOATING SOLAR PANELS HYBRIDS



Incremento de la generación..reducción de fluctuaciones.. Capacidad firme.. Uso optimo de la instalación y de la red / línea transmisión



- Instalación integrada con una Hidroeléctrica existente aumenta el power output mientras se reducen fluctuaciones generados por los paneles solares (regulación con la hidráulica), utilizando infraestructura existente de transmisión.
- Paneles Solares y Hidro actúan como una capacidad firme regulada, absorbiendo las variaciones de la energía renovable VRE (solar-viento) como beneficio para áreas donde la red es débil o es aislada



PROMISORIO POTENCIAL PARA ENERGÍA ELÉCTRICA DEL OCÉANO



- Tendencias:
 - Tecnología para generación a partir de mareas y corrientes marinas
 - Laguna de marea (isla de energía)
 - Conjuntos mareomotrices
 - Presa de marea
- Destacados:
 - Primera turbina comercial de corriente marina
 - EMEC / Reino Unido: 1 x 1,000 kW
 - Primer conjunto comercial
 - MeyGen / Escocia: 3 x 1,5 MW
 - Nuevos desarrollos de lagunas de mareas
 - Mayor planta mareomotriz del mundo
 - Sihwa / Corea del Sur: 10 x 26 MW





Soluciones híbridas son clave para un mercado energético sostenible y seguro

- Soluciones híbridas a gran escala
 - Por ejemplo, plantas de almacenamiento por bombeo combinadas con parques eólicos y / o solares



- Solución híbridas dedicadas para centrales hidroeléctricas
 - Solución para sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS) de gran tamaño y unidad(es) hidroeléctrica(s) manejada(s) como un solo activo



- HyBaTec
 - Solución dedicada con baterías híbridas, desarrollada por ANDRITZ y basada en baterías para automóviles de Mercedes Benz Energy
 - Potencialidad para nuevas oportunidades de negocio, ingresos optimizados y prolongada vida útil de los componentes mecánicos



CONCLUSIONES



ANDRITZ es su socio para soluciones híbridas!

- Soluciones híbridas son el futuro del mercado energético
- Para todo tipo de hidroeléctricas y turbinas:
 - Greenfield hydro - Brownfield hydro
 - Caída alta - caída baja
 - Large Hydro hasta Small hydro
 - Pumped Storage – a filo de agua
 - Aplicaciones para áreas rurales y pobladas, operación aislada
- En cada periodo de la vida útil – del desarrollo del Proyecto hasta el final del ciclo de vida
- Proporciona oportunidades para incrementar los ingresos y reducir costos de inversión



Baja Información interesante de este evento y mucho mas por:

<http://www.Andritz-hydro.com.co/SHE2022>

o contáctese con
ANDRITZ HYDRO Colombia, Bogota:

Carlos Sgro, carlos.sgro@andritz.com