



ACCIONA ENERGÍA

ADVANCED-PV: Diseño y Operación Avanzada de Grandes Plantas Fotovoltaicas



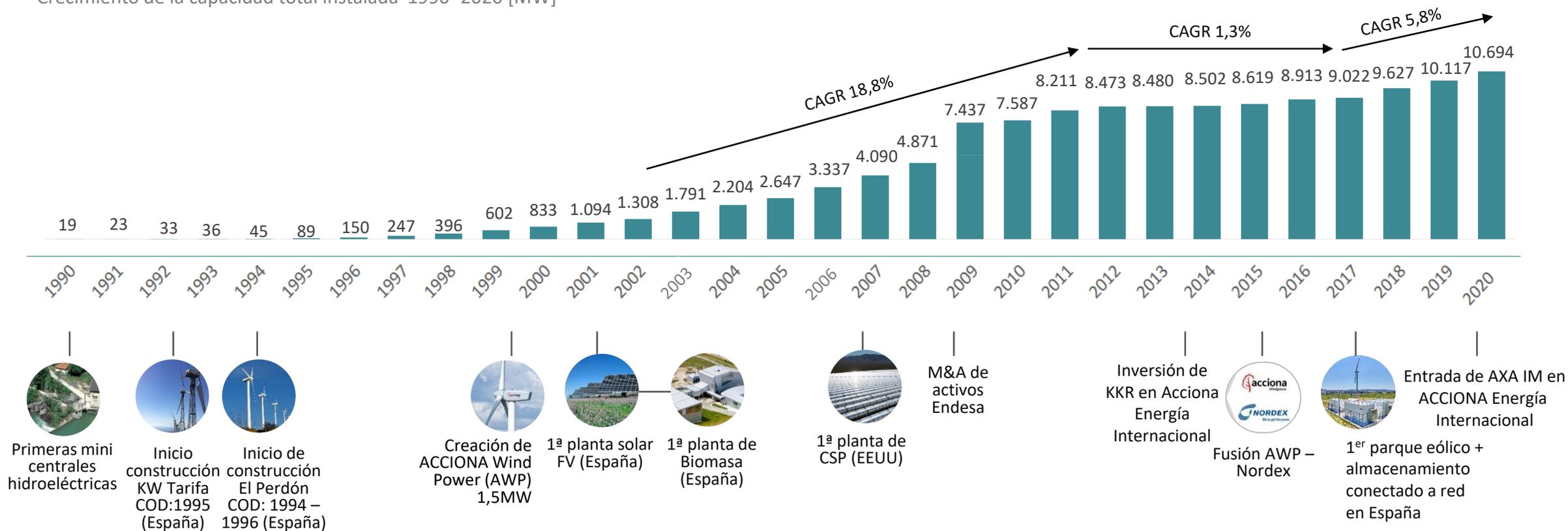
Diciembre 2021

ACCIONA Energía es una de las mayores plataformas de energía renovable del mundo y la **mayor utility independiente 100% renovable**

Pioneros en el sector de las renovables...

...hemos evolucionado hasta convertirse en una de las principales empresas de renovables del mundo

Crecimiento de la capacidad total instalada 1990–2020 [MW]

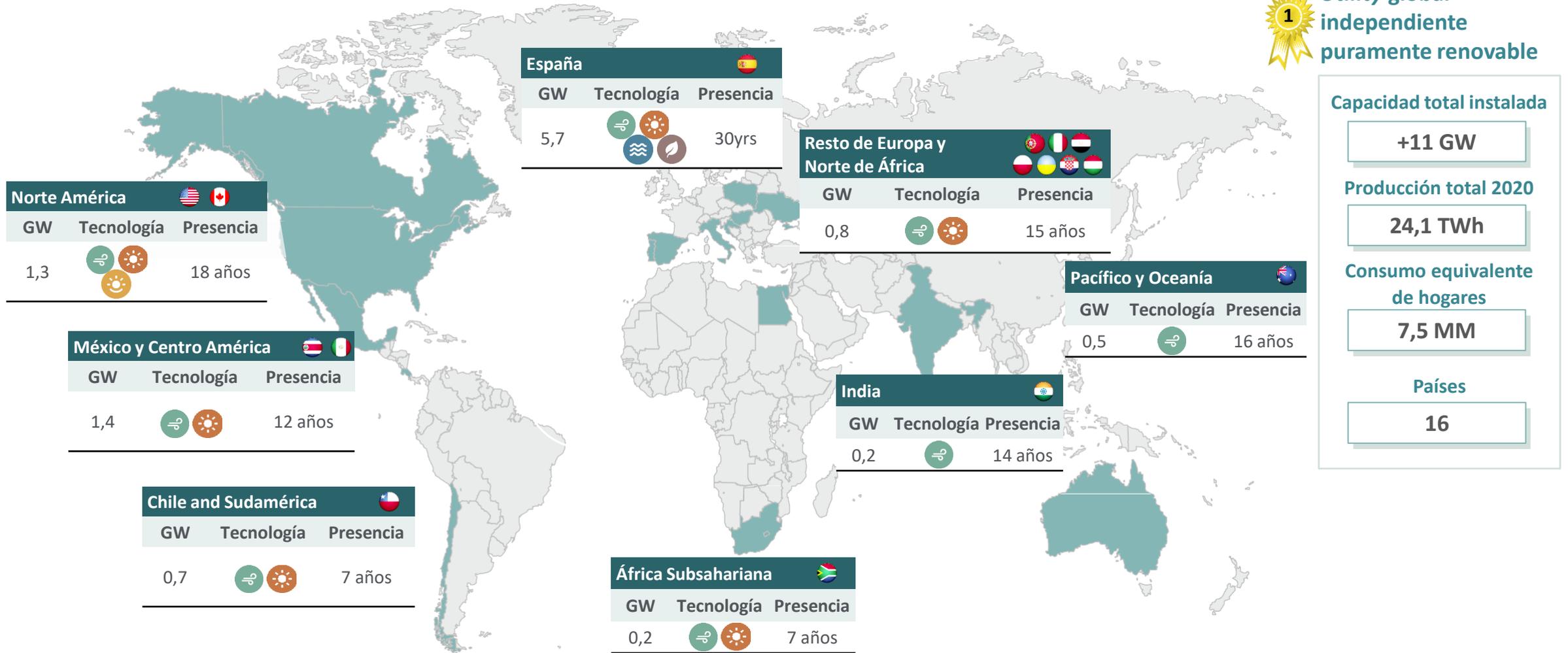


3 | ...y un alcance global diferencial en el sector

Alcance global con presencia en 16 países en 5 continentes, a través de 11 GW de capacidad instalada en 5 tecnologías renovables



Utility global independiente puramente renovable



Capacidad total instalada

+11 GW

Producción total 2020

24,1 TWh

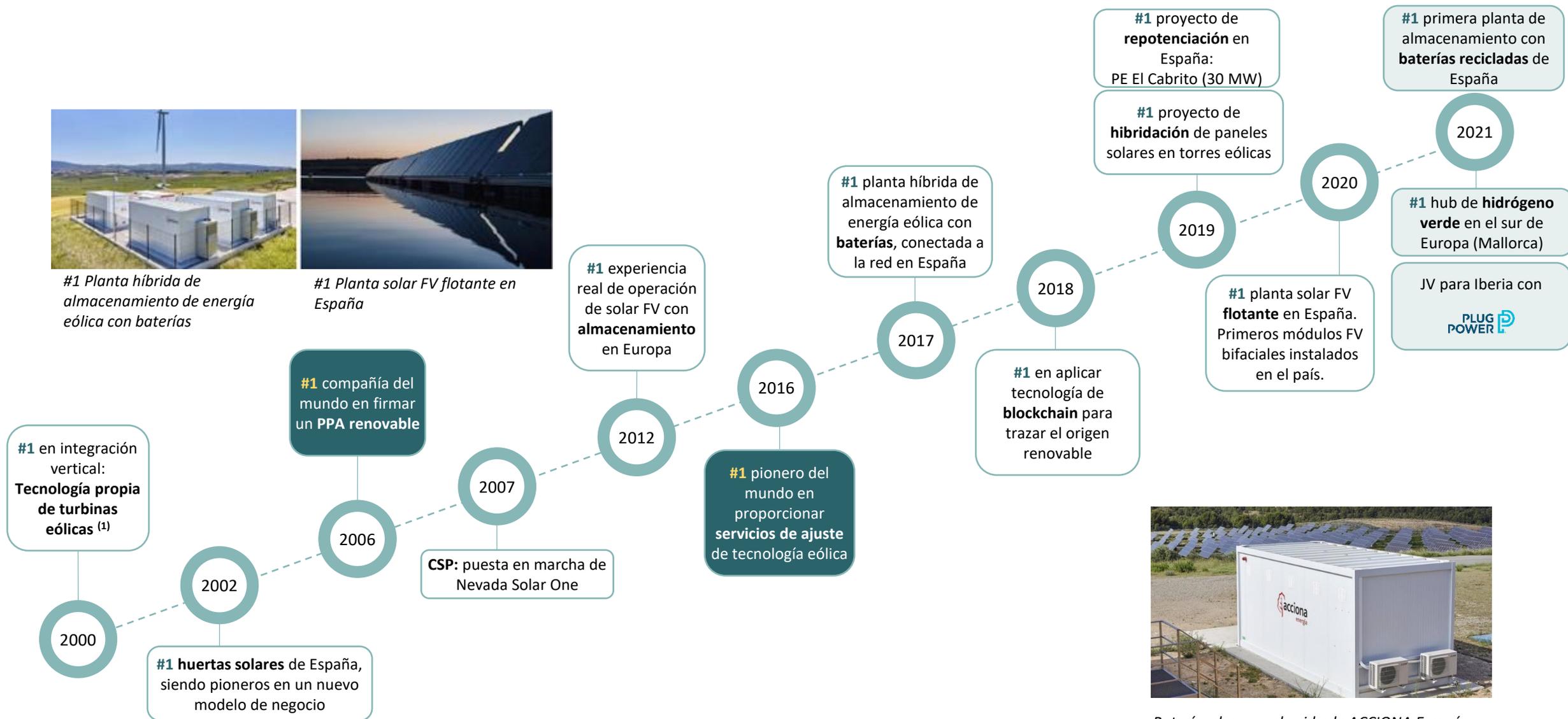
Consumo equivalente de hogares

7,5 MM

Países

16

Líderes en innovación: larga trayectoria siendo precursores en tecnologías y soluciones comerciales en nuevos segmentos del mercado.



#1 Planta híbrida de almacenamiento de energía eólica con baterías

#1 Planta solar FV flotante en España



Baterías de segunda vida de ACCIONA Energía

(1) La fusión Acciona Windpower – Nordex tuvo lugar en 2016

La experiencia acumulada a lo largo de los años y las elevadas capacidades en toda la cadena de valor permiten **maximizar la mejora continua** en nuestras operaciones y la **aportación de valor socioeconómico**

DESARROLLO DE PROYECTOS

CAPACIDADES DE ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

SUPPLY CHAIN

O&M Y GESTIÓN DE ACTIVOS

GESTIÓN DE LA ENERGÍA



Hubs locales que permiten acceder a múltiples oportunidades, a través de **un equipo de >100 personas**

Proyectos hechos a medida para optimizar el **LCOE y maximizar los resultados**

Capacidades propias
Entregando activos de alta calidad y optimizando el **LCOE**

Alta capacidad de compra debido a escala
Acceso a OEMs de Tier 1⁽¹⁾
Estado de cliente preferente con **Nordex⁽²⁾**
1.619 contratos marco con proveedores

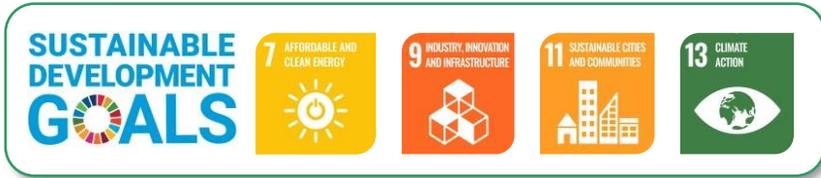
Disponibilidad superior a la estándar del mercado
>15 GW gestionados por **CECOER desde Navarra**
Mantenimiento predictivo para una **mayor vida útil**
Estrategia de digitalización avanzada

Soluciones a medida para clientes (as consumed)
Top 4 de desarrolladores por **PPAs⁽³⁾ corporativos** firmados en 2020
Pionero en servicios de ajuste
Mayor comercializadora 100% renovable en España y plan de expansión **B2B**

<p>Eólica onshore</p>  <ul style="list-style-type: none"> 6º operador mundial de eólica ⁽¹⁾. Opera 6.390 turbinas de 11 empresas Tier-1 y 63 modelos diferentes. 	<p>Solar FV</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pionero en plantas de gran tamaño con 1,2 GWp en propiedad en 2020. Construcción de la primera planta FV flotante en España. 	<p>Hidráulica</p>  <ul style="list-style-type: none"> Sólida experiencia, con activos de más de 100 años de antigüedad. Crecimiento esperado de servicios ajustes y apuntamientos. 	<p>Bombeo</p>  <ul style="list-style-type: none"> PNIEC: 3.5 GW de nueva capacidad de bombeo para 2030. Desarrollo de nuevos proyectos aprovechando instalaciones existentes. 	<p>CSP</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pioneros en la operación la primera planta de CSP tras años de parón tecnológico. Desarrollando nuevos proyectos en línea con los planes nacionales. 	<p>Biomasa</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pionero en biomasa para generación de electricidad en el Sur de Europa. Desarrollo de nuevos proyectos de biomasa fuente de economía circular. 
<p>Hibridación</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pipeline solar asociado a nuestra flota eólica. C.2,4 GWp de proyectos de hibridación FV en España. Ahorro del 10% en inversiones de CAPEX por acceso compartido a la red + reducción de OPEX 	<p>Baterías</p>  <ul style="list-style-type: none"> Pionero en España en integración de almacenamiento en plantas solares y eólicas. Primera planta de almacenamiento renovable con batería recicladas. 	<p>Hidrógeno verde</p>  <ul style="list-style-type: none"> Partner del primer hub de hidrógeno del sur de Europa: 2,5 MW. JV de hidrógeno verde con Plug Power para Iberia. 	<p>Eólica offshore</p>  <ul style="list-style-type: none"> Acuerdo de exclusividad para lanzar una JV con SSE Renovables para el desarrollo de proyectos de eólica marina. Soluciones de diseño propio. 	<p>Generación distribuida</p>  <ul style="list-style-type: none"> Soluciones para maximizar la generación renovable, y reducir los costes de electricidad de nuestros clientes. Explorando soluciones avanzadas como microgrids y virtual power plants. 	<p>Cargadores inteligentes</p>  <ul style="list-style-type: none"> Plataforma y soluciones capaces de optimizar tanto el consumo de nuestro clientes como las necesidades de flexibilidad de la red. 
<p>+ Servicios energéticos (propuestas de eficiencia energética, monitorización de consumos, telegestión, etc.)</p>					

La sostenibilidad y la sólida responsabilidad social están plenamente integradas en nuestra estrategia: ACCIONA Energía ha recibido de S&P Global Ratings la máxima puntuación ESG de la industria energética mundial

acciona energía Plan Director de Sostenibilidad 2021-2025



Pilares

Biodiversidad

Economía circular y cambio climático

Centrado en las personas

Iniciativas

FOCUS
 FAUNA
 BIODIVERSIDAD
 REFORESTACIÓN

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA
 REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS
 LCA
 REDUCCIÓN DE EMISIONES
 CO2
 BUSINESS AMBITION FOR 1.5°C
 SCIENCE BASED TARGETS

Think Safe
 ACT Safe
 drive Safe
 BUILD Safe
 Programas sociales de salud, acceso a servicios básicos y formación
 Business & Human Rights Resource Centre

Reconocimientos

MEJOR PUNTUACIÓN ESG DEL SECTOR ELÉCTRICO POR S&P

- Dow Jones Sustainability Indexes 2020 Líder en el sector Utilities en el Dow Jones Sustainability Index
- NEUTROS EN CARBONO ACCIONA
 ACCIONA es neutra en carbono desde 2016
 ACCIONA Energía es positiva para el clima ya que ayuda a otras empresas a descarbonizarse usando la compensación de su huella de carbono
- Energy Intelligence Top 100 Green Utilities desde 2015
- top EMPLOYER ESPAÑA SPAIN 2021
 Top Employer 2021 España
- ecoact En reporte de sostenibilidad y en desempeño de grandes empresas frente al cambio climático
 Global
- Corporate Knights 100 empresas más sostenibles de 2021

El Centro de Control de Energías Renovables (CECOER) es estratégico para maximizar la producción, enfocado en la **innovación, la digitalización y la excelencia operativa**



Robotización



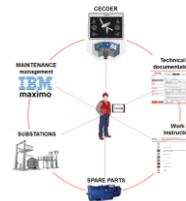
- Resolución en **3 minutos** el 30% de las paradas de aerogeneradores
- Monitorización simultánea de **75.000 condiciones de funcionamiento**
- Monitorización el cumplimiento continuo de **códigos de red**

Asistencia en operaciones



- Permite al operador gestionar hasta **2.000 turbinas a la vez**
- +6.000 paradas**, antes locales, gestionadas de manera remota
- Diagnóstico previo** y apoyo estadístico en la toma de decisiones

Digitalización



- Reducción del número de llamadas anuales (**↓300.000⁽¹⁾**)
- Control y seguro** de las operaciones más importantes
- Reporte inmediato** del estado de la flota y las operaciones

15.000+MW GESTIONADOS
propios y de clientes en 24 países

4,3+MM VARIABLES ANALIZADAS
Tecnología de vanguardia en big data, machine learning e inteligencia artificial

c.97% DISPONIBILIDAD DE ACTIVOS
vigilancia 24/365

32+TWh PRODUCCIÓN RENOVABLE
de más de 400 instalaciones en una amplia gama de tecnologías

60% INCIDENTES RESUELTOS DE MANERA REMOTA
evita operaciones que habrían requerido que el personal local accediese al emplazamiento

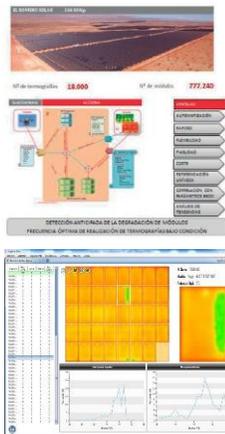
Diseño y Operación Avanzada de Plantas Fotovoltaicas

Desarrollar nuevos sistemas automáticos de Operación, Gestión y Mantenimiento de Grandes plantas fotovoltaicas que permitan una correcta integración y gestión avanzada de grandes plantas en entornos con climatología extrema sin gran necesidad de personal cualificado ni procesos manuales que reducen fiabilidad

Proyecto cofinanciado por CDTI-FEDER a través de la Línea de Ayudas CDTI a Proyectos de I+D

1

Herramientas avanzadas para la operación y mantenimiento de GRANDES plantas fotovoltaicas.



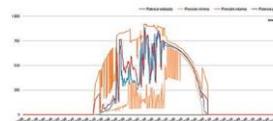
Software avanzado de análisis termográfico.

2

Plantas fotovoltaicas gestionables conectadas a Red.



Predicción y fluctuaciones de potencia mediante Cámara de cielo.



Estrategias avanzadas de gestión de almacenamiento basadas en predicción.

3

Monitorización y caracterización de tecnologías fotovoltaicas en entornos desérticos.

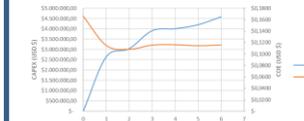
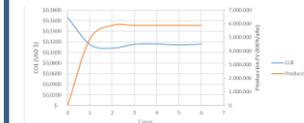
Caracterización del perfil de ensuciamiento.
 Input para cálculo de frecuencia y método de limpieza.
 Optimización económica coste de limpieza vs incremento de producción



Robotización Mantenimiento -limpieza robotizada de módulos-

4

Modelos de coste, análisis de viabilidad financiera y análisis de riesgos en plantas fotovoltaicas.



ÁREAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO

GRANDES PLANTAS FOTOVOLTAICAS

Hub de Innovación El Romero (Atacama, Chile)

Conectada en noviembre de 2016, con 246 MWp, produce energía equivalente al consumo de unos 240.000 hogares. Cuenta con 776.000 módulos fotovoltaicos de silicio policristalino.

Superficie equivalente a 211 campos de fútbol profesionales.

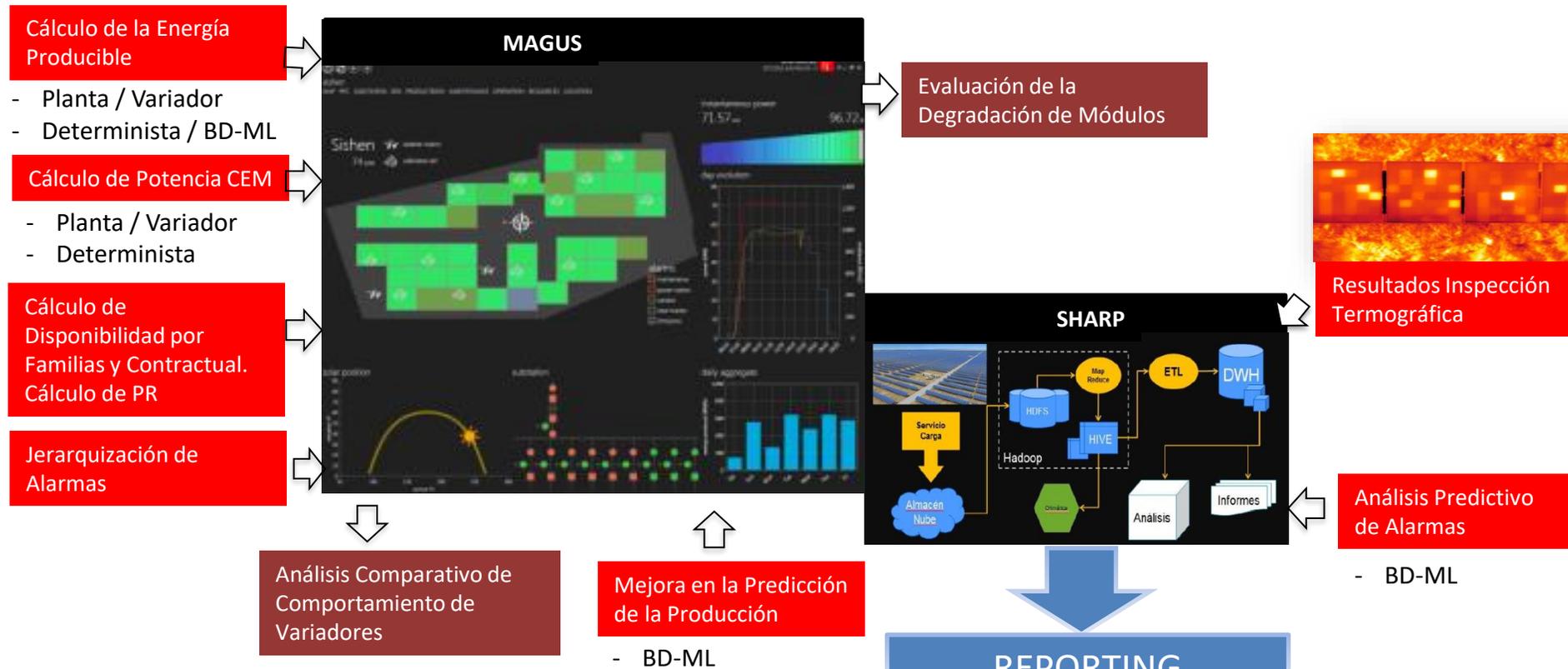
Cuenta con 1.280 módulos de tecnología cristalina bifacial, de célula partida y de capa fina de telurio de cadmio (CdTe), repartidos en 3 grupos seguidores conectados a su vez a 9 inversores. Supone una potencia de 492 kWp.

Desde 2020 se están probando nuevas tecnologías bifaciales de célula partida n-type, dopado con Ga y backsheet transparente.



1. Herramientas avanzadas para la operación y mantenimiento de grandes plantas fotovoltaicas

Detección de la degradación de potencia mediante la automatización del análisis de la producción y comportamiento de los componentes principales → Detección anticipada de comportamientos anómalos en ausencia de alarmas, seguimiento de garantías y gestión del mantenimiento bajo condición



Resultado:

- Sistema Experto de Monitorización y Análisis en Tiempo Real, así como de Tendencias

1. Herramientas avanzadas para la operación y mantenimiento de grandes plantas fotovoltaicas

1.1 Desarrollo de un sistema de monitorización continua de la planta y reporting

- Cálculo de la potencia estándar de medida (CEM)
- Estudio general de incertidumbres
- Desarrollo e implementación de la disponibilidad técnica por familias

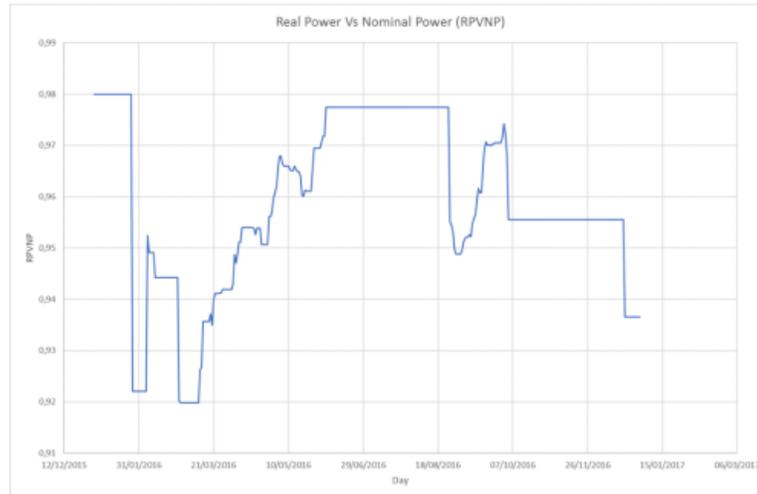


Ilustración 1 Resultados obtenidos con el procedimiento comentado de cálculo de PCEM en la central de Sishen a lo largo de 2016

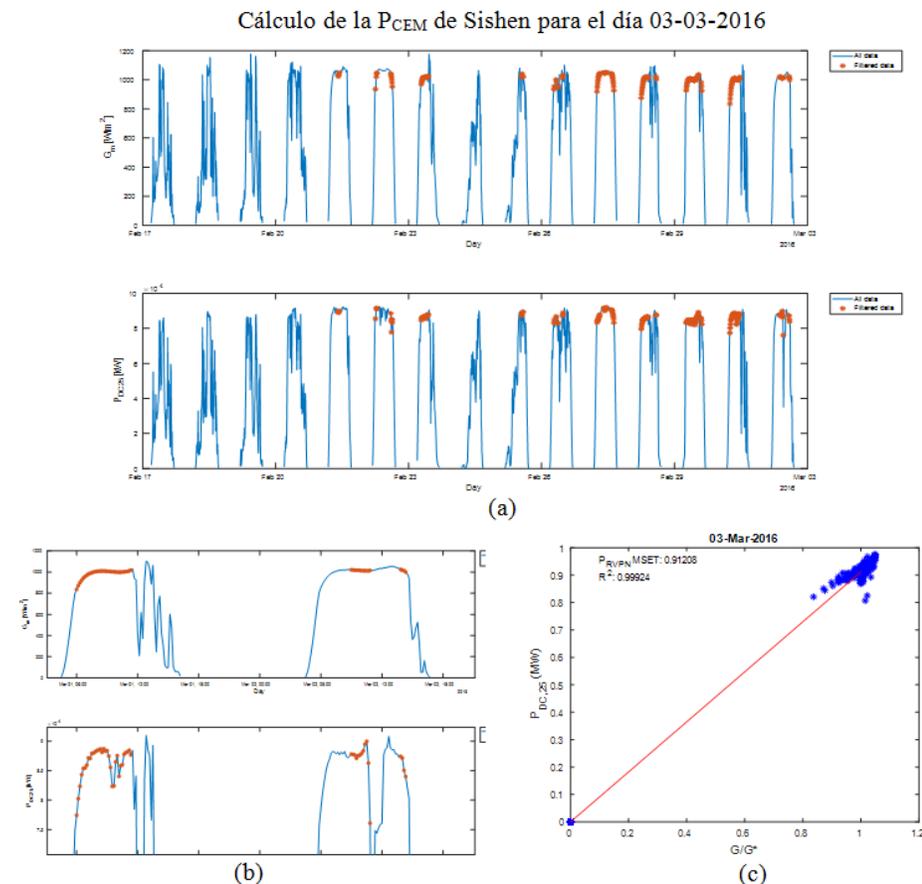


Fig. 4 Análisis del cálculo de PCEM del día 03-03-2016 de la central de Sishen. (a) G_m y P_{DC25} de los 15 días anteriores al cálculo. (b) Puntos anómalos encontrados. (c) Regresión lineal del procedimiento.

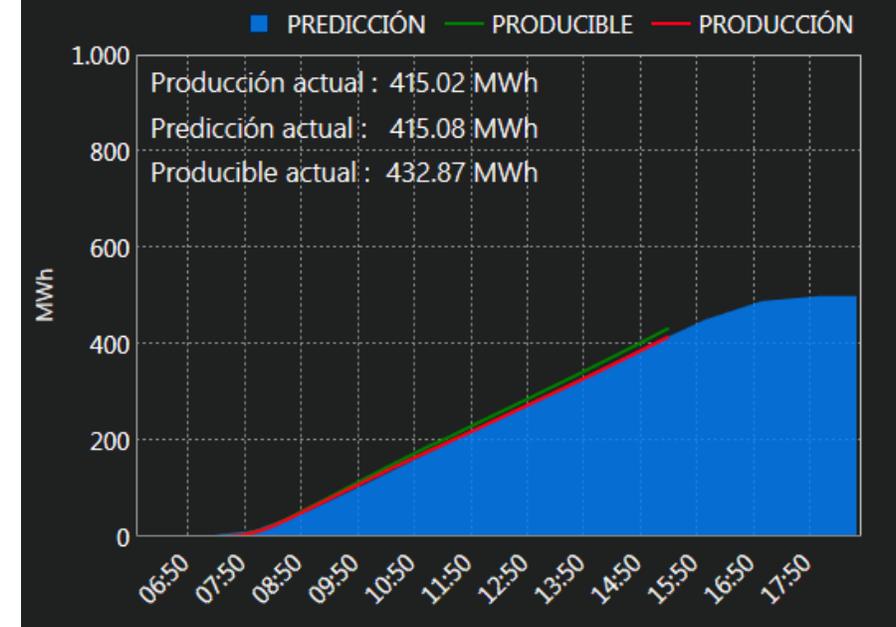
1. Herramientas avanzadas para la operación y mantenimiento de grandes plantas fotovoltaicas

1.2 Desarrollo de herramientas de análisis energético de plantas fotovoltaicas

- Cálculo de la energía producible en tiempo real según condiciones actuales
- Cálculo de la energía que debería producir la planta en condiciones normales
- Planteamiento de alarmas



producción día actual



1. Herramientas avanzadas para la operación y mantenimiento de grandes plantas fotovoltaicas

1.3 Procedimiento de Inspección Termográfica Automatizada con IA y drones



Imágenes:
18.400 Term.
18.400 RGB
575 Gb



Distancia recorrida:
250 km



Vuelos:
180
12 días



Superficie:
315 has.



Mesas:
14.300



Módulos:
777.360

1. Herramientas avanzadas para la operación y mantenimiento de grandes plantas fotovoltaicas

1.3 Procedimiento de Inspección Termográfica Automatizada con IA y drones

ATHERMIS® – Automated Thermography Inspection Tool

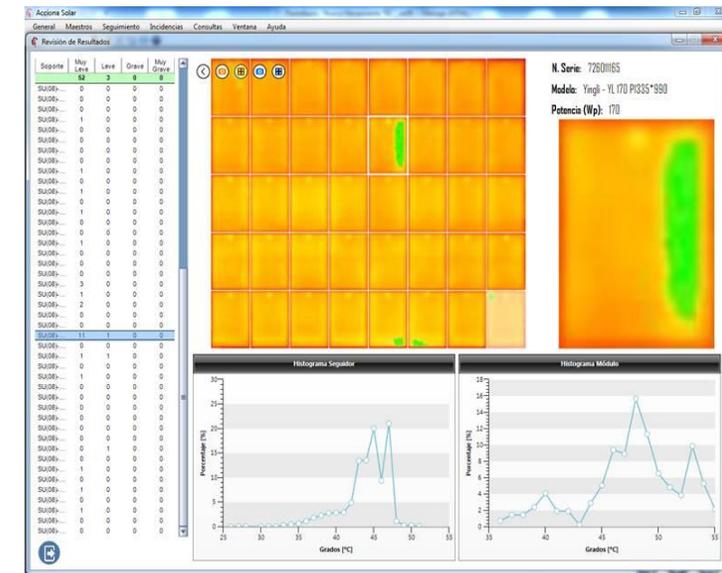
Es prácticamente imposible gestionar la inspección térmica de varios **miles de módulos fotovoltaicos** utilizando métodos clásicos de termografía, en grandes plantas fotovoltaicas multimegavatio.

Novedad a nivel mundial ya que a la utilización de **termografía aérea con drones** añade el desarrollo de una herramienta totalmente automatizada para el **postprocesamiento y clasificación de imágenes térmicas de infrarrojo**.

Permite la **emisión de informes de forma automática** sobre cada panel y la disponibilidad de todos los **datos técnicos históricos** de cada módulo.

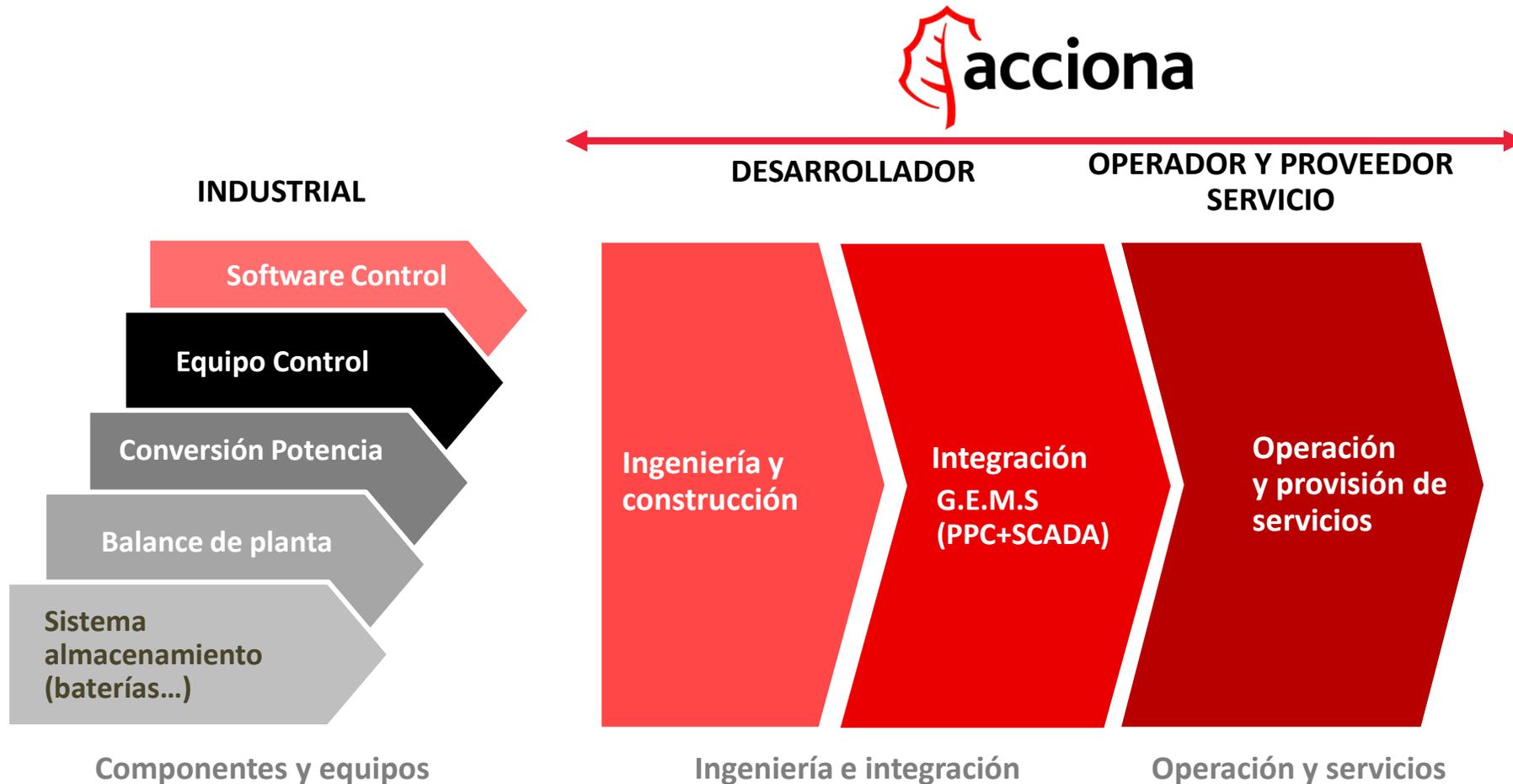
Las condiciones ambientales severas afectan al rendimiento de los paneles, como por ejemplo, el ensuciamiento en áreas polvorrientas y desérticas.

Se está aplicando en el Hub de Innovación de El Romero.



2. Plantas fotovoltaicas gestionables conectadas a red

Mejora de la integración en red mediante el desarrollo de técnicas avanzadas de predicción y mecanismos de control avanzado y uso de sistemas de almacenamiento que permitan el cumplimiento de códigos de red futuros

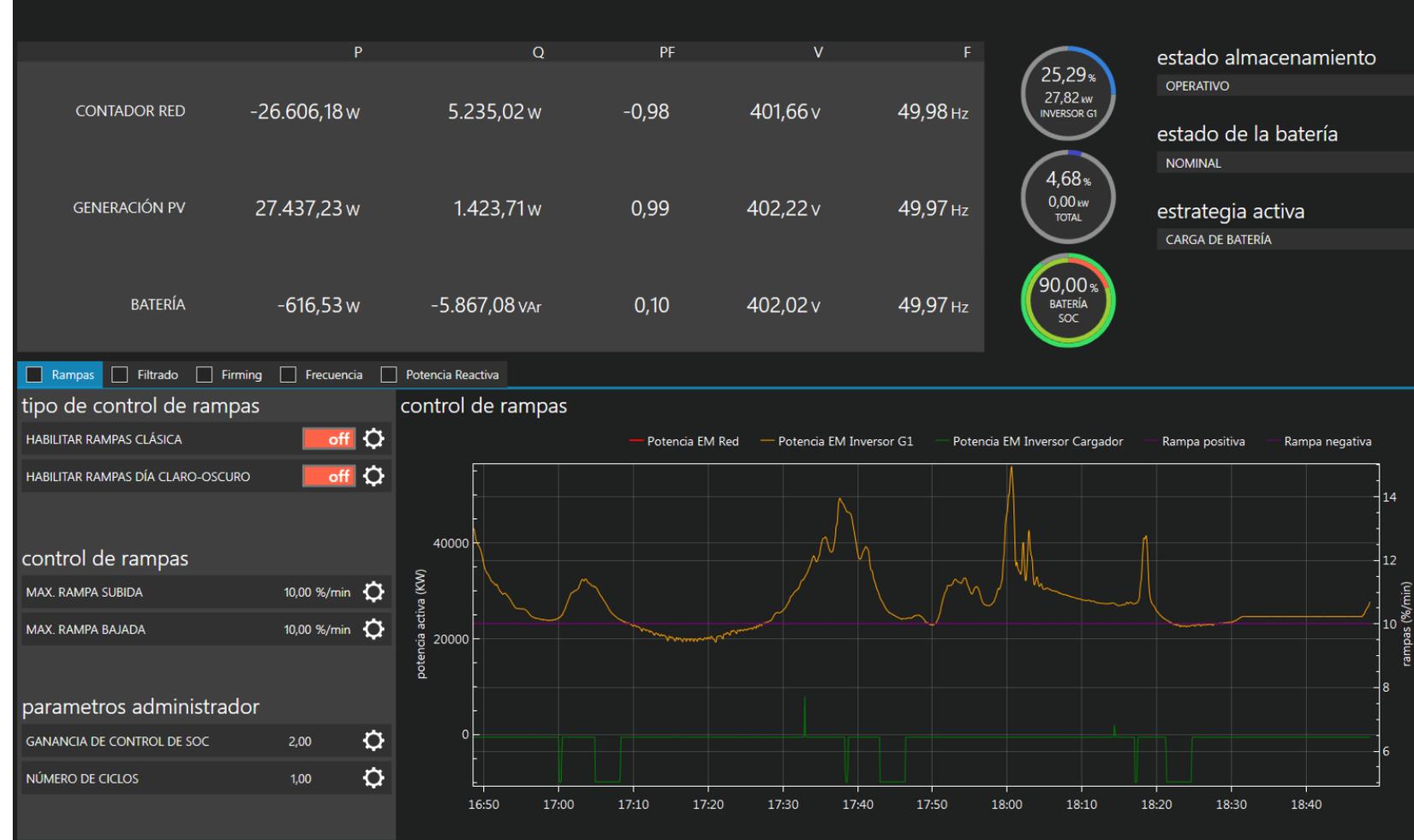


2. Plantas fotovoltaicas gestionables conectadas a red

- Estrategias de control más avanzadas
- Sistemas de almacenamiento asociados
- Nuevas técnicas de predicción meteorológica a la gestionabilidad



montes del cierzo > ppc > dashboard



- Ramp Control
- Power Firming
- Power Smoothing
- Frequency Regulation
- Peak Shaving / Time Shifting
- Spinning Reserve
- Voltage Support

3 patentes sobre nuevas estrategias de control, validadas mediante simulación y ensayo en entorno real

2. Plantas fotovoltaicas gestionables conectadas a red

- Estrategias de control más avanzadas
- **Sistemas de almacenamiento asociados**
- Nuevas técnicas de predicción meteorológica a la gestionabilidad



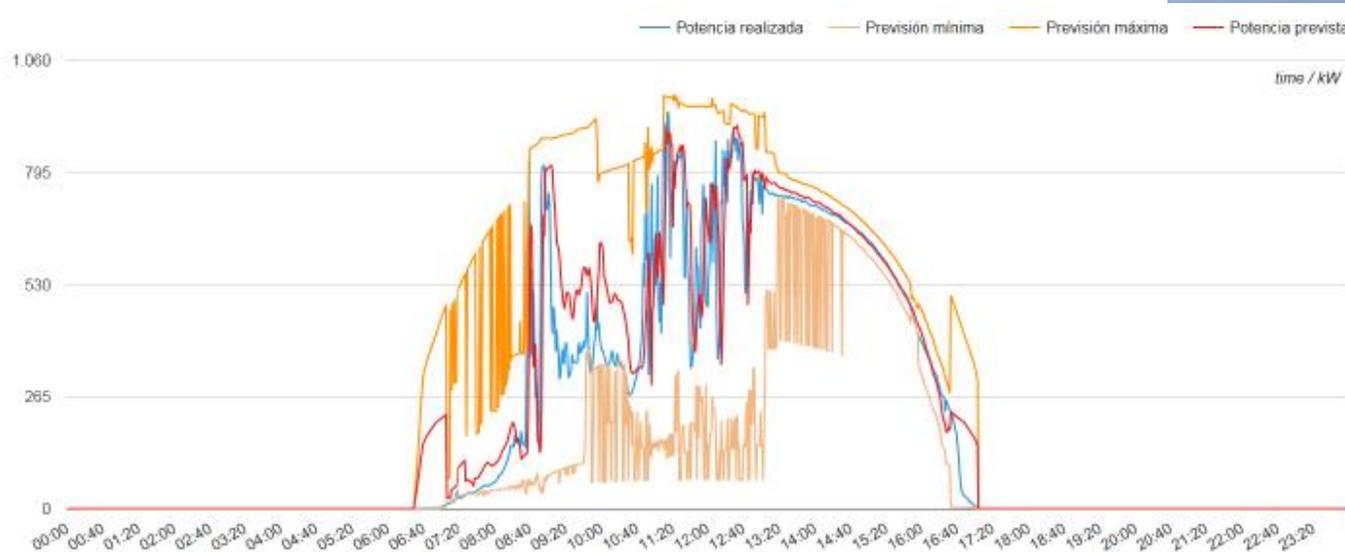
2. Plantas fotovoltaicas gestionables conectadas a red

- Estrategias de control más avanzadas
- Sistemas de almacenamiento asociados
- **Nuevas técnicas de predicción meteorológica a la gestionabilidad**

Predicción de fluctuaciones a corto plazo (nowcasting)

Cámara de cielo toma imágenes y cálculo de predicciones en PC local cada minuto.

Control avanzado de potencia activa.



3. Monitorización y caracterización de tecnologías fotovoltaicas en entornos desérticos

Evaluación del impacto de las condiciones climáticas en entornos desérticos en la producción energética y en el funcionamiento y durabilidad de elementos de plantas fotovoltaicas, con especial atención al ensuciamiento de los paneles fotovoltaicos

Módulos sucios en parque fotovoltaico



3. Monitorización y caracterización de tecnologías fotovoltaicas en entornos desérticos

Plantas PV en entornos desérticos

1. Caracterizar el perfil de ensuciamiento y la eficacia de la lluvia en la limpieza de módulos, con el fin de definir la frecuencia óptima de limpieza de la planta comercial. **Producción FV**
2. Cuantificar las diferencias de ensuciamiento entre módulos colocados en posición vertical u horizontal como input para futuras configuraciones de planta. **Ingeniería**

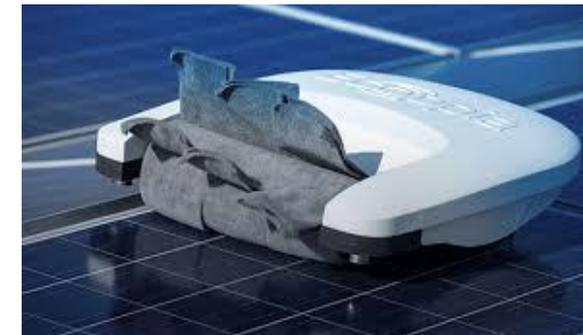


3. Monitorización y caracterización de tecnologías fotovoltaicas en entornos desérticos

Metodología de ensayo:

1. Estabilización y caracterización inicial de los módulos fotovoltaicos: funcionamiento en CEM, inspección visual, electroluminiscencia y medida de reflectancia.
2. Realización de una serie de ciclos de ensuciamiento y limpieza.
3. Tras la finalización de cada ciclo, los módulos fotovoltaicos son caracterizados nuevamente para analizar la posible aparición de daños y afección a producción.
4. Repetición de los pasos 2 y 3 varias veces.

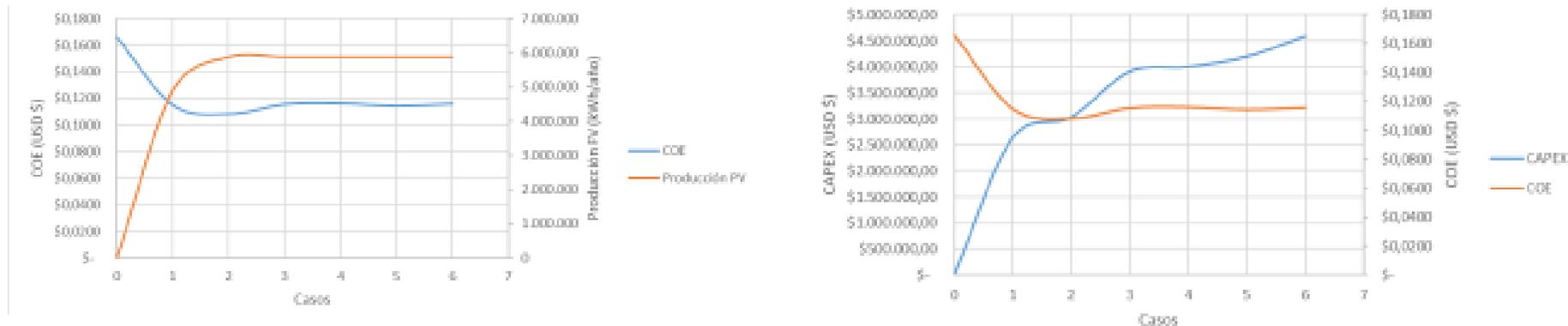
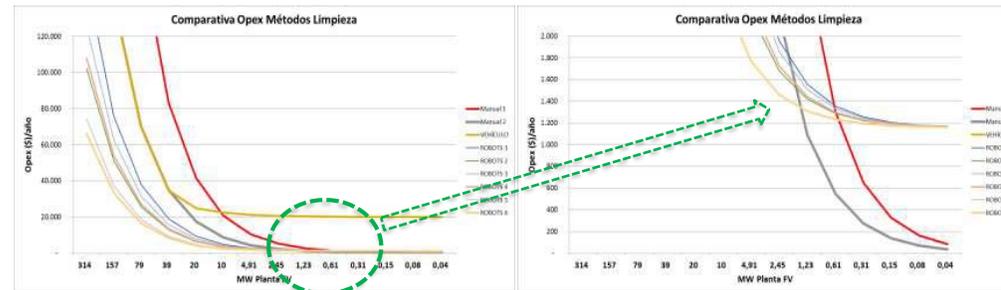
Plantas fotovoltaicas: El Romero, Malgarida y Usya (Chile), Puerto Libertad (México) y Sishen (Sudáfrica).



4. Modelos de coste, análisis de viabilidad financiera y análisis de riesgos en plantas fotovoltaicas

Generación y adquisición de conocimiento para garantizar la explotación óptima de grandes plantas fotovoltaicas. Desarrollo de modelos de negocio y análisis de viabilidad

- Desarrollo de diferentes modelos de plantas fotovoltaicas, en función de tipología y regulaciones asociadas
- Desarrollo de un análisis de viabilidad y su correspondiente análisis de riesgos, tanto para plantas fotovoltaicas conectadas a red como para plantas “off-grid”, en escenarios “fuel savings”
- Estudio de escenarios en una instalación fotovoltaica “ficticia” en la zona de Punta Colorada (Chile)



Integramos plenamente la sostenibilidad en la gestión del negocio

COMUNIDAD



ACCESO A LA ELECTRICIDAD

Sistemas fotovoltaicos domésticos para +50.000 usuarios en Perú, México y Panamá, a través de la fundación Acciona.org

CREACIÓN DE VALOR A NIVEL LOCAL

Programas de salud, formación, autoempleo, cultura y deporte en el entorno de las instalaciones (+250.000 beneficiados en +150 iniciativas anualmente).

MEDIO AMBIENTE



REDUCCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Metodología de excelencia en la reducción de la afección de las instalaciones en todas sus fases.

CAMBIO CLIMÁTICO

Más de 13 millones de toneladas de CO₂ evitadas en 2019 por nuestra generación renovable.

LÍDERES EN SOSTENIBILIDAD

ACCIONA, utility líder en sostenibilidad, según S&P Global y RobecoSAM.

SEGURIDAD Y SALUD



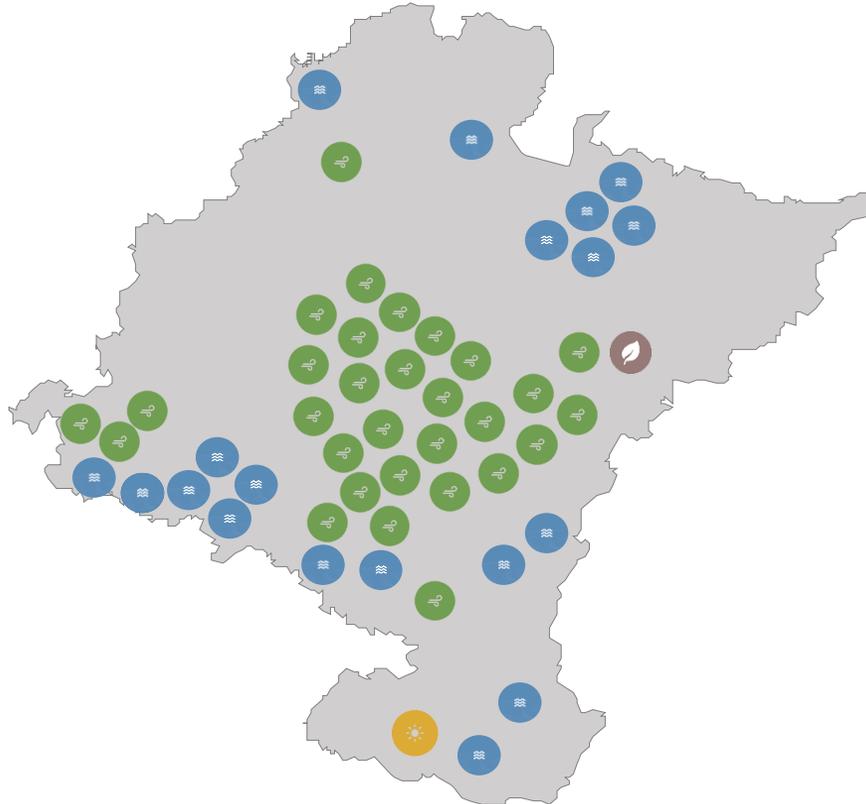
LAS PERSONAS, NUESTRO PRINCIPAL ACTIVO.

Programas permanentes de salud y seguridad en el trabajo para la reducción paulatina de la siniestralidad. Objetivo cero accidentes.



El camino de éxito de la energía limpia ha permitido a los apostaron por ellas desde el inicio alcanzar un **papel predominante a nivel mundial**

ACCIONA Energía - Activos en propiedad en Navarra



ACCIONA Energía cuenta con una potencia total instalada en la **Comunidad Foral de Navarra** de **946 MW**, de los cuales:

-  89 MW hidráulicos
-  823 MW eólicos
-  3 MWp fotovoltaica
-  30 MW biomasa

Lo que representa:

...**63%** de toda la **potencia eólica operativa**...

...**53%** de toda la **potencia renovable**...

...y **44%** del **consumo eléctrico** de la Comunidad Foral

 **504** empleados en Navarra

+50% de los empleados de ACCIONA Energía en España trabajan en Navarra

Escenario pionero para el desarrollo de las renovables,
 permitió la formación de un sector empresarial e industrial único en Europa

Evaluación de la huella socioeconómica

	 MÉXICO	 SUDÁFRICA	 EL ROMERO
Contribución PIB ⁽¹⁾	1.180 M\$ por 858 MW durante 26,5 años	295 M\$ por 212 MW instalados 2013-2015	316 M\$ por 246 MWp (cons+v.u. 35 años)
	1,38 M\$ por cada MW eólico AE (durante constr. + vida útil)	1,5 M\$/MW eólico y 1,76 M\$/MW FV AE (con + v.u.)	61,8M\$ por GWh producido
Empleo ⁽¹⁾	1.748 empleos estables durante 26,5 años	45 empleos.año / MW eólico y 54 / MW FV	6.903 empleos-año durante 35 años de vida útil
Comunidad y medio ambiente	837.000 \$ invertidos en programa sociales desde 2010	2,1% ingresos anuales a programas comunitarios	21,9 M\$/año ahorrados en costes asoc. ef. invernadero
	1,1 mill t de CO2 evitadas en 2014 (=0,2% totales México)	P.E. Gouda ahorra 800.000 m ³ agua/año <-> carbón	701.310 m ³ /año agua ahorrados = 2.338 hogares

(1) Directo, indirecto e inducido



ACCIONA ENERGÍA

ADVANCED-PV: Diseño y Operación Avanzada de Grandes Plantas Fotovoltaicas



Diciembre 2021