

Herramientas para la Hibridación Energética en una Gran Base Logística Militar

El empleo de energías renovables en una gran Base Logística Militar crea varios retos en un contexto de hibridación energética:

- La selección de las **tecnologías** adecuadas.
- La selección del **mix energético** y su impacto en el **diseño** y la **implementación**.
- La **seguridad del suministro** en una infraestructura crítica, y la posibilidad de funcionamiento en **modo isla** durante un prolongado periodo de tiempo.

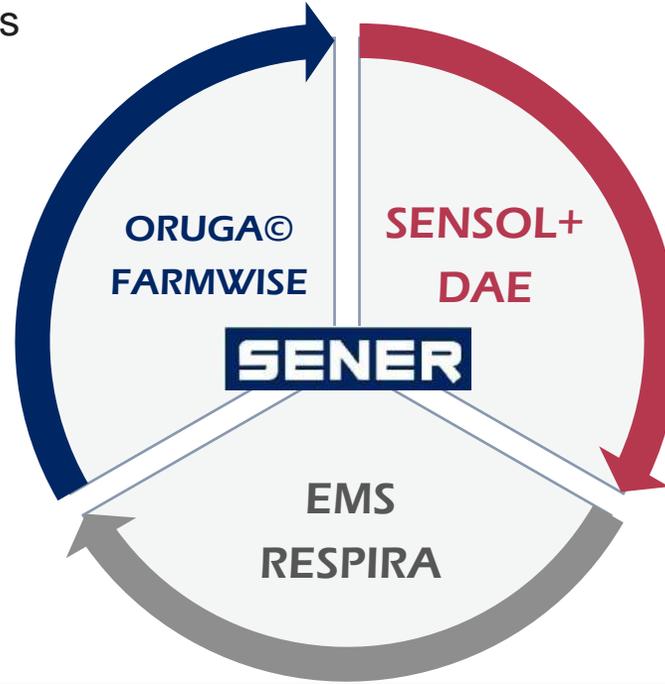
A continuación vamos a describir una serie de **herramientas** que permitan considerar todos los aspectos necesarios en materia de **sostenibilidad medioambiental, eficiencia y autonomía energética**, así como la selección óptima de **tecnologías** y su **dimensionamiento** en un escenario de hibridación energética.

Valor de SENER en todas las etapas de proyecto

La visión de SENER es proporcionar soluciones flexibles para un diseño y gestión óptima de los diferentes activos energéticos combinados, incluyendo fuentes de **generación renovable** y **almacenamiento**, aplicadas a plantas de generación o a instalaciones consumidoras

Herramienta diseño de planta óptima de PV y OFF-SHORE WIND:

- ✓ Optimización implantaciones 3D basadas en producción y coste, teniendo en cuenta sombras y estelas
- ✓ Integración de BES e interconexión eléctrica
- ✓ Generación planos y mediciones (BIM)
- ✓ Informes CAPEX, OPEX, Producción y LCOE



Herramienta cálculo prestaciones y dimensionamiento activos óptima:

- ✓ Diseño de configuración optimizada de planta
- ✓ Multivector y multiobjetivo
- ✓ Perfiles/estrategias de almacenamiento
- ✓ Mejores casos negocio, máximo ROI
- ✓ Informes CAPEX, OPEX, Producción y LCOE/LCOS

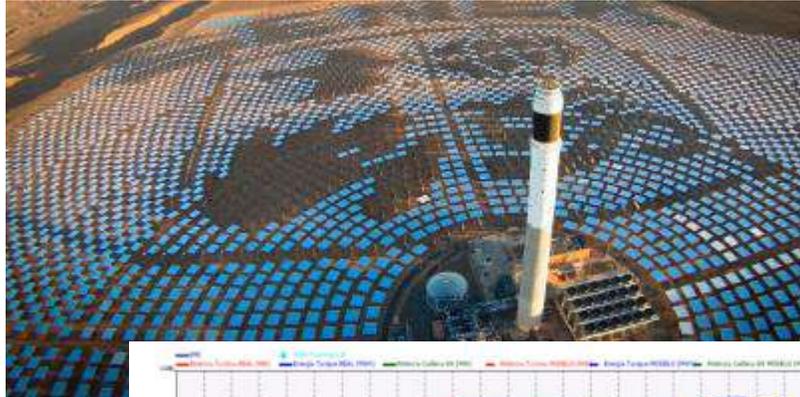
Herramienta gestión energía en operación:

- ✓ Herramienta analítica descriptiva y Plataforma monitorización (cálculos KPIs, reporting, dashboards)
- ✓ Herramienta analítica predictiva en tiempo real para operación óptima
- ✓ Incluye control inteligente climatización
- ✓ Incluye capa control PPC para cumplimiento Códigos Red
- ✓ Gestión cara a maximizar ingresos por operación en diferentes mercados (plantas generación/almacenamiento)
- ✓ Gestión cara a minimizar costes y maximizar rendimiento activos (prosumidores)

Origen del gestor energético SENER

Predictor de producción optimizada para plantas renovables gestionables

Evolución de herramienta in-house **SENSOL** a **EMS**: prescriptor predictivo de operativas de plantas de generación renovable con capacidad de **gestionabilidad de la energía**, abierto a todas las fuentes de energía (generación, almacenamiento y consumo).



Solución desarrollada en código abierto, con estructura modular para adaptar diferentes topologías de sistema y diferentes estrategias de optimización, en una resolución ágil y flexible



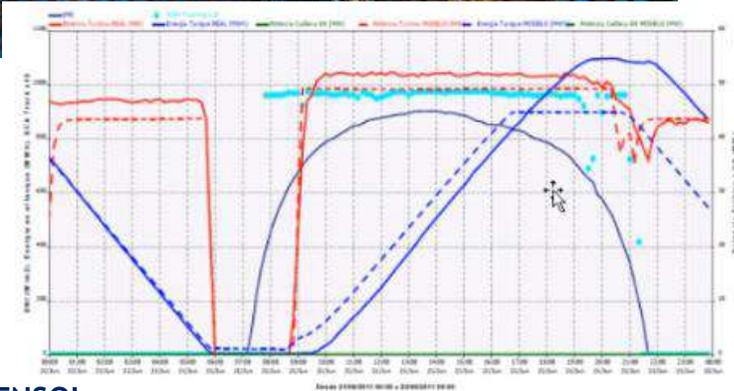
Núcleo algoritmos cálculo SCT

```

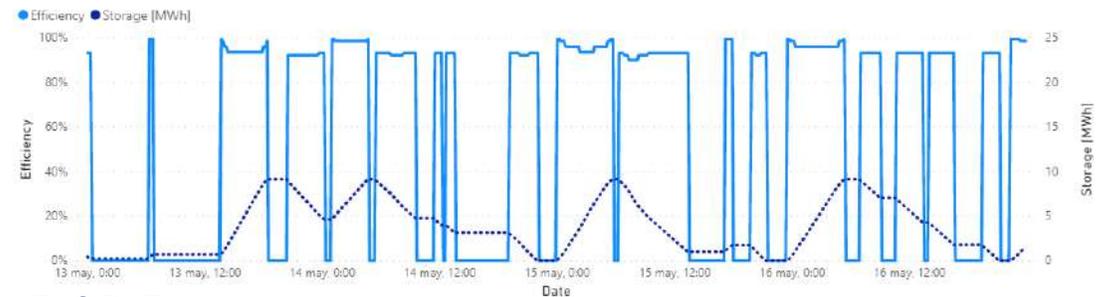
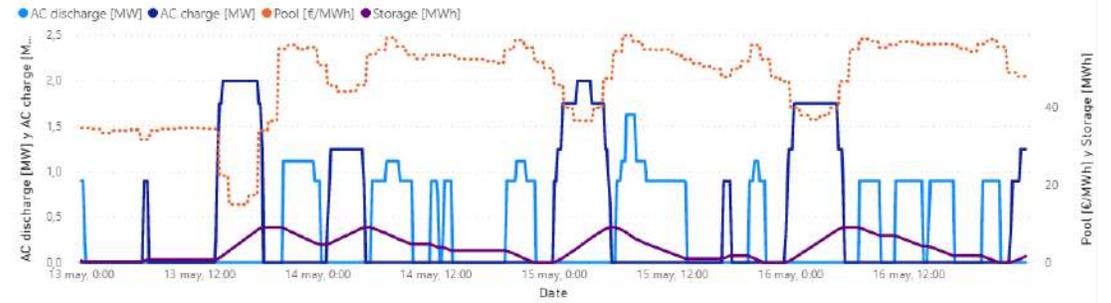
# ----- Modelo Batería -----
# Potencia de la batería
model.bat_P_charge = Var(model.T, within=NonnegativeReals, bounds=(0, bat_pmax))
model.bat_P_discharge = Var(model.T, within=NonnegativeReals, bounds=(0, bat_pmax))
def rule_bat_P(model,t):
    return model.bat_P_discharge[t] - model.bat_P_charge[t]
model.bat_P = Expression(model.T, rule=rule_bat_P)
# State Of Charge
def rule_bat_soc(model,t):
    if t==0:
        return bat_soc_t0
    else:
        return model.bat_soc[t-1] + (model.bat_P_charge[t-1]*bat_eff - model.bat_P_discharge[t-1]/bat_eff) /
od
model.bat_soc = Expression(model.T, rule=rule_bat_soc)
# Restricción de capacidad en batería
model.cons_bat_soc_lo = ConstraintList()
model.cons_bat_soc_hi = ConstraintList()
for t in model.T:
    model.cons_bat_soc_lo.add( model.bat_soc[t] >= 0 )
    model.cons_bat_soc_hi.add( model.bat_soc[t] <= 1 )
# Función de costes de batería
def rule_bat_cost(model,t):
    return (model.bat_P_charge[t] + model.bat_P_discharge[t])*bat_cost_per_period_M
model.bat_cost = Expression(model.T, rule=rule_bat_cost)

# ----- Modelo Sistema -----
# Balance de potencias
model.cons_wat_bateria = ConstraintList()

```



SENSOL

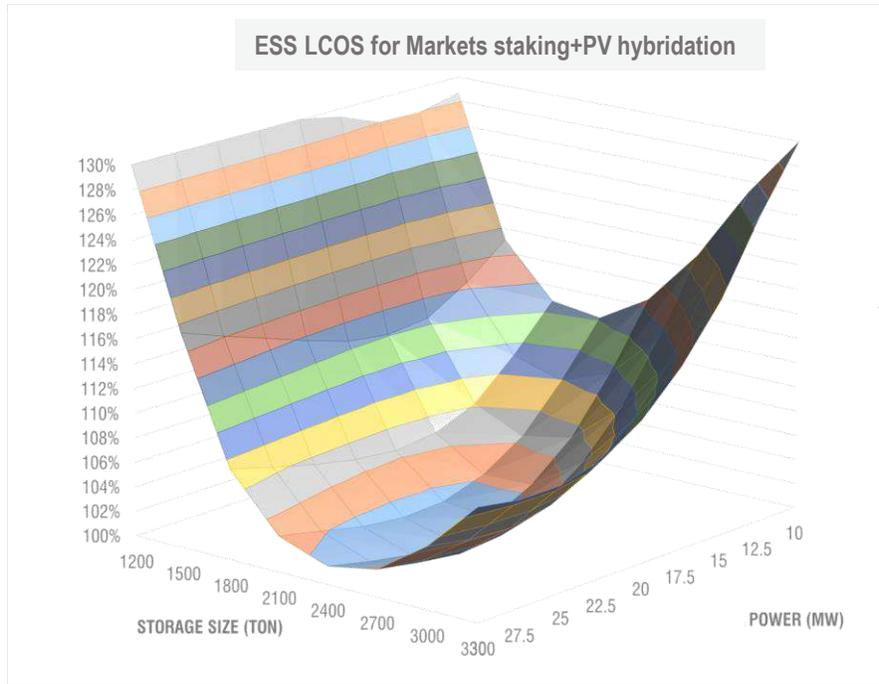
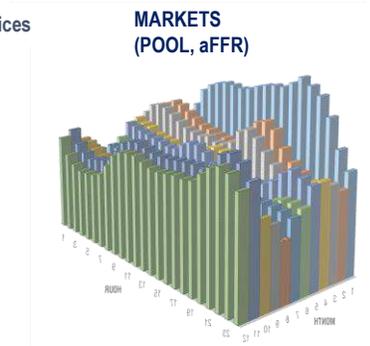
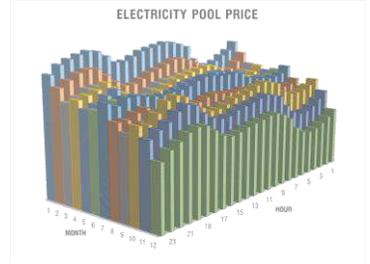


EMS-DAE

SENER EMS-DAE

La clave para la rentabilidad de proyectos renovables gestionables

EMS (Energy Management System) es una **herramienta de optimización**, tanto **en fase de diseño** dimensionando la planta (DAE), **como en operación en tiempo real** de la misma. **EMS-DAE** es un solver basado en un **modelo de la planta y predictores**, que permite **obtener la única solución óptima global** al problema de maximización multiobjetivo que se plantee (maximizar beneficios de una planta hibridada con stacking de venta de servicios, disponibilidad energía firme 24/7, minimizar envejecimiento de sistemas, reducción costes, reducción huella carbono, etc):



Single global optimum solution for BESS size and operation strategy

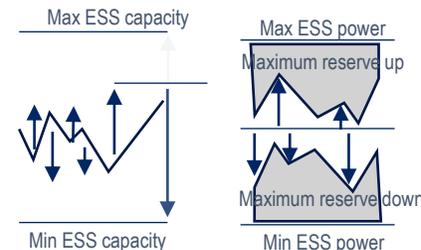
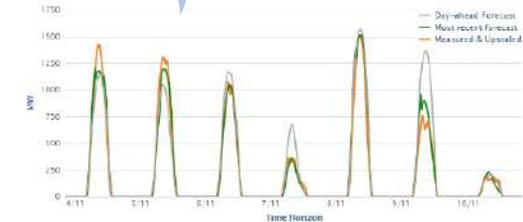
Stacking of Markets and Services Predictive profiles



Battery model Power and Energy Operational restrictions



PV generation capacity Predictive curves

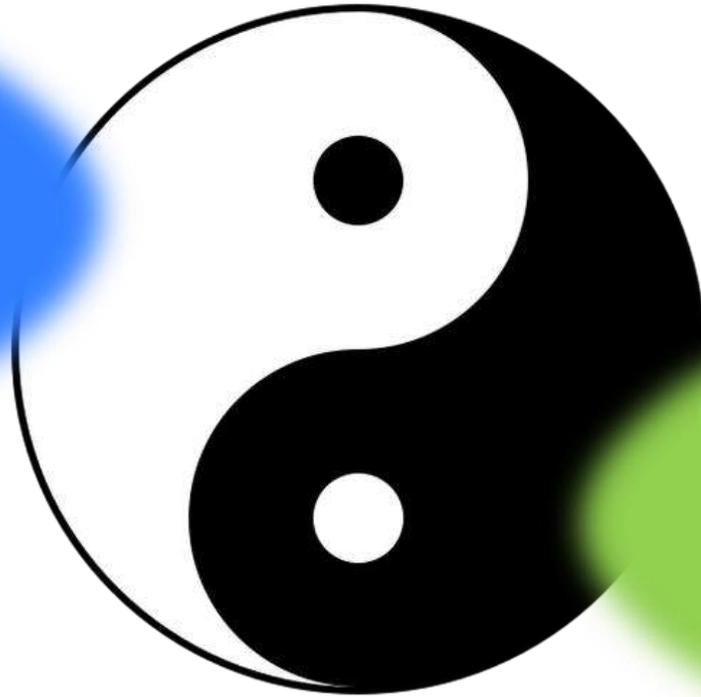


SENER EMS-DAE

Dos caras sobre el mismo núcleo

DAE

Diseño y dimensionamiento optimizado de sistemas de planta multitecnología



EMS

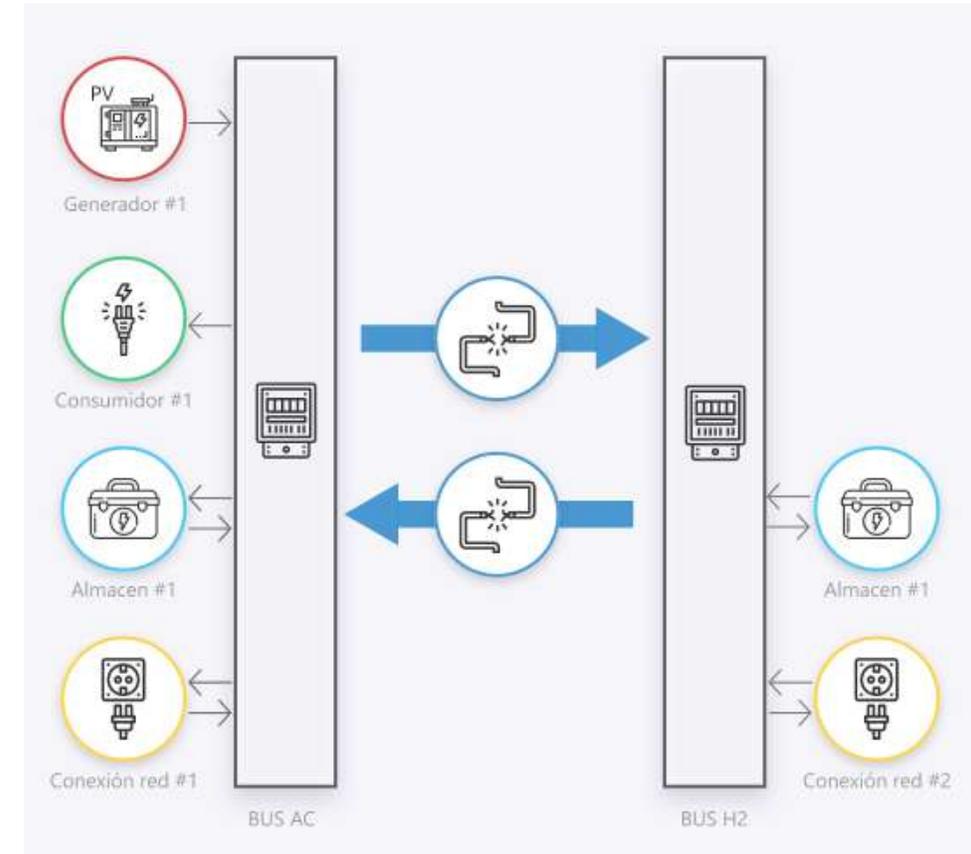
Gestión optimizada de estrategias de operación (en tiempo real)

SENER DAE

Herramienta Dimensionamiento Activos Energéticos

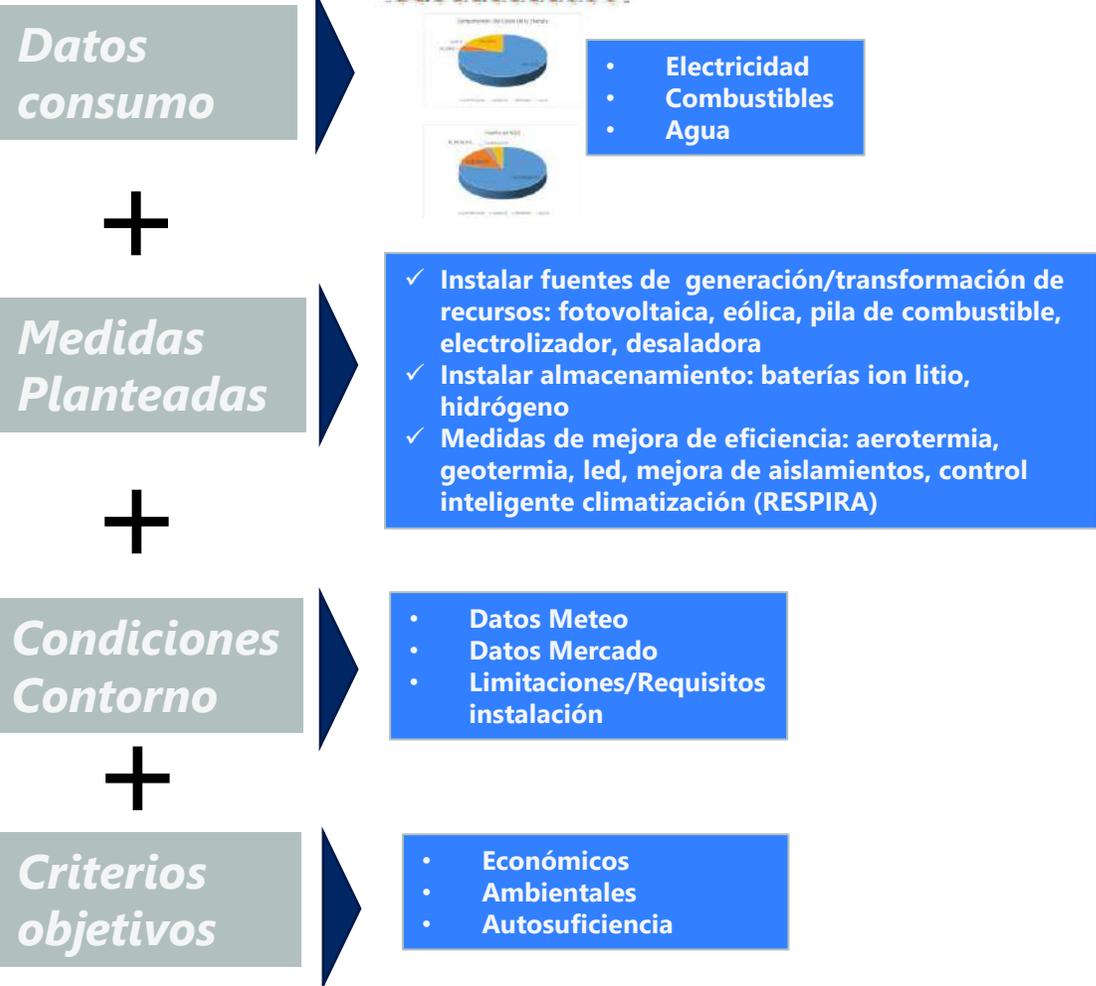
DAE es una **herramienta de diseño** que modela virtualmente cualquier bus de **energía (eléctrica, térmica, agua)** bien como **generación, almacenamiento o consumo** y sus conversiones entre ellas, y corre las estrategias de optimización en función de las condiciones de contorno y objetivos marcados. Características:

- Optimización multivector y multiobjetivo (económico, ambiental CO2, autosuficiencia, otros).
- Diseño óptimo según la operación inteligente de la instalación en su conjunto que se simula para una año tipo con predicciones.
- Capaz de combinar miles de opciones y combinaciones para determinar de forma automática la mejor configuración que el cálculo humano no es capaz de prever a medida que el número de variables aumenta.



SENER DAE

Arquitectura de la Solución



DAE

Simulación
Operación inteligente año tipo

Algoritmo Optimización

n Combinaciones para n casos

Dimensionamiento
óptimo equipos e
instalación

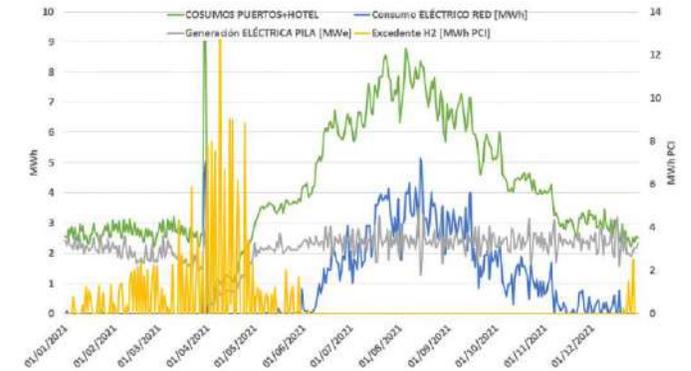
SENER DAE

Información salida



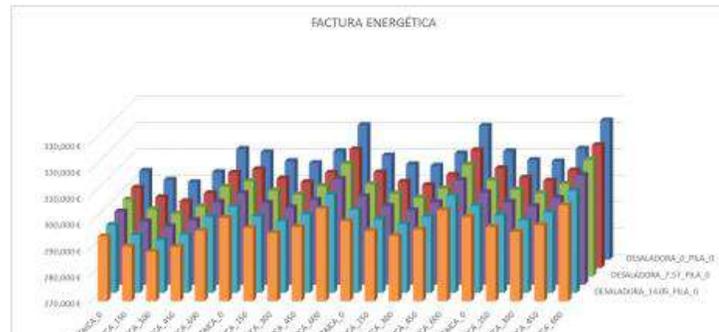
Para cada una de las combinaciones posibles de dimensionamiento de renovables se obtiene:

- Simulación operativa año tipo
- Análisis financiero con inversión CAPEX y costes OPEX considerando reposiciones/reutilizaciones tras fin vida equipos
- Factura energética esperada (electricidad, gasóleo, hidrógeno) con las medidas adoptadas
- Tasa de retorno esperada
- Ranking mejores combinaciones



RETURN OF INVESTMENT (ROI)

		Year									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		-76.2%	-37.9%	-15.2%	-2.0%	6.0%	6.9%	11.4%	14.3%	16.3%	17.8%



A	B	C	CONFIGURACIÓN	CAPEX* INSTALACIONES	FACTURA ELECTRICIDAD	FACTURA GASOLEO	FACTURA AGUA	FACTURA HIDROGENO
70	15	15	GEOTERMIA 60_FOTOVOLTAICA 600_DESALADORA 18.92_PILA 300	1.637.000 €	9.166 €	5.098 €	25.906 €	701.396 €
50	25	25	GEOTERMIA 60_FOTOVOLTAICA 600_DESALADORA 18.92_PILA 300	1.637.000 €	9.166 €	5.098 €	25.906 €	701.396 €
25	50	25	GEOTERMIA 60_FOTOVOLTAICA 600_DESALADORA 18.92_PILA 60	917.000 €	82.337 €	6.326 €	25.906 €	230.367 €
15	70	15	GEOTERMIA 60_FOTOVOLTAICA 600_DESALADORA 18.92_PILA 0	737.000 €	116.880 €	19.384 €	25.906 €	0 €
25	25	50	GEOTERMIA 60_FOTOVOLTAICA 600_DESALADORA 18.92_PILA 300	1.637.000 €	9.166 €	5.098 €	25.906 €	701.396 €
15	15	70	GEOTERMIA 60_FOTOVOLTAICA 600_DESALADORA 18.92_PILA 300	1.637.000 €	9.166 €	5.098 €	25.906 €	701.396 €

*El CAPEX indicado es un valor aproximado incluido en el modelo y las simulaciones. Deber ser contrastado con ofertas reales de equipos e instalación.

3.1. ENERGIA GENERADA TRAS DESPLIEGUE DE RECURSOS DE GENERACIÓN

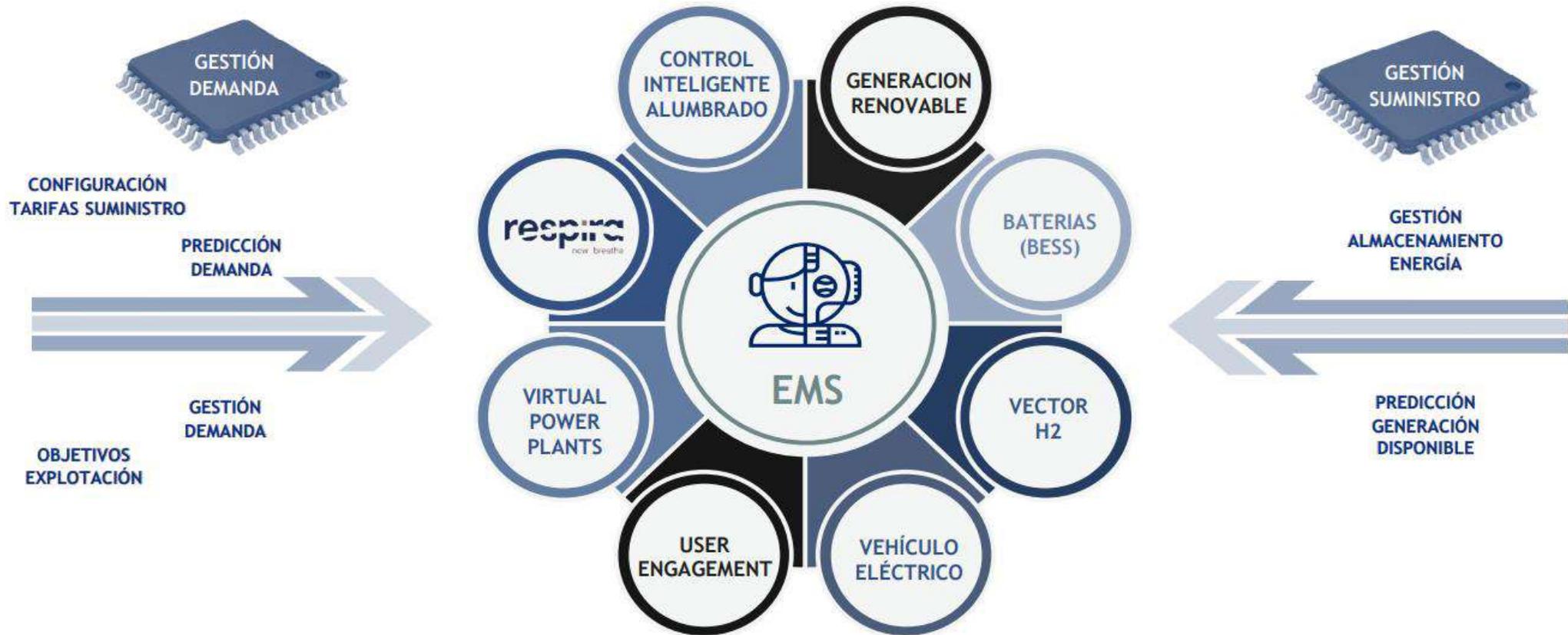


SENER EMS

Herramienta Optimización de Estrategias de Operación

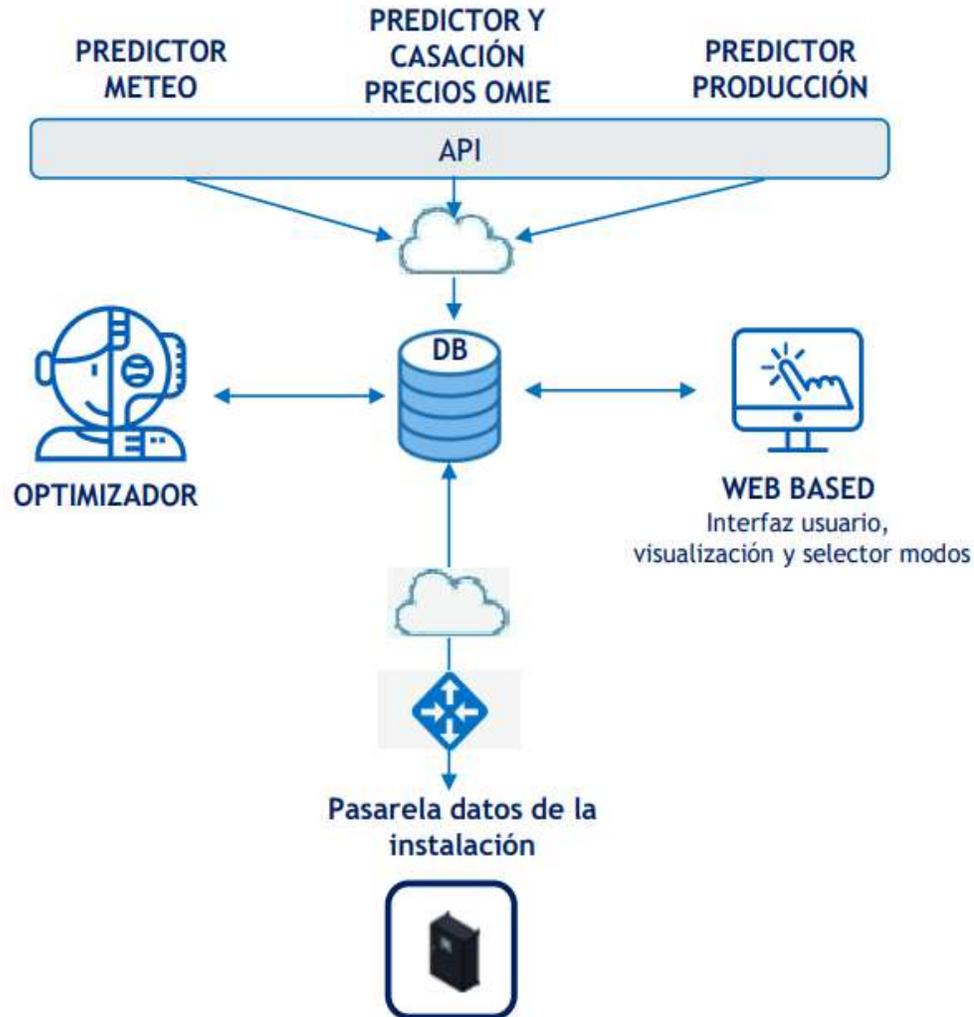
Energy Management System o EMS es un **orquestador predictivo en tiempo real** capaz de manejar sistemas **multivector**.

Es una solución modular basada en algoritmos de optimización avanzada, que en base a diversos inputs del estado real de la instalación, de predictores y a los objetivos de explotación establecidos (eficiencia energética, optimización de término potencia contratada, evitar penalizaciones, etc.), es capaz de proponer una operación automatizada y optimizada de la instalación.



SENER EMS

Arquitectura de la Solución



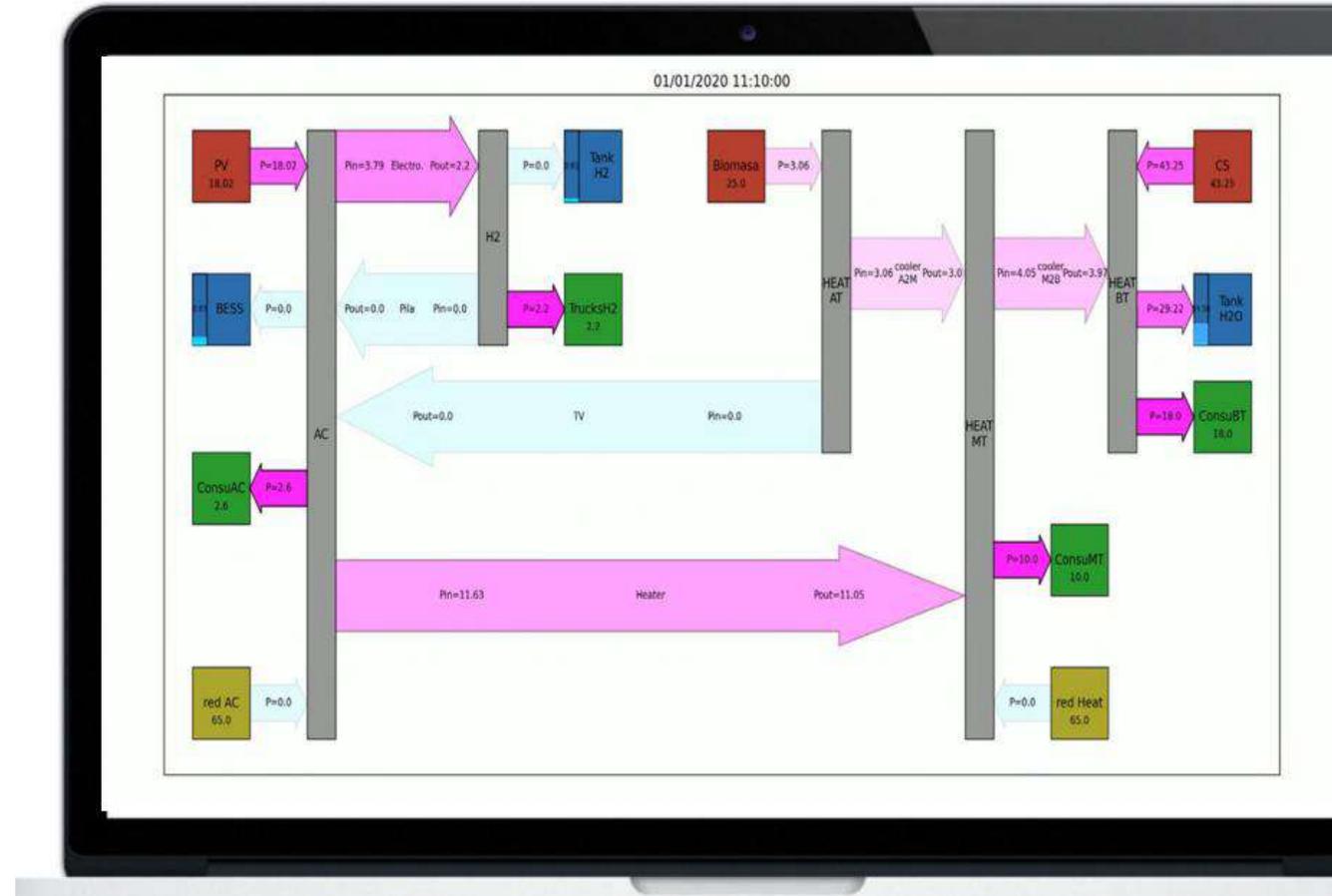
- ✓ Herramienta de simulación y generación de programas predictivos automáticos basada en servicio cloud.
- ✓ El motor de optimización toma datos de planta y datos de predictores de forma automática bajo una secuencia y frecuencias definidas (según proyecto).
- ✓ El cálculo del programa de operación para las siguientes 24 horas se ejecuta bien automáticamente o bajo solicitud de operador. Y es enviado para ejecución automática en la instalación.
- ✓ El programa de orquestación son consignas para los distintos sistemas a controlar, y el programa cubre un horizonte de operación de las próximas 24 h (ajustable) con una resolución temporal de 1 a 15 minutos. En tiempo real, la ejecución periódica en Horizonte rodante se realiza cada 1 min, 1 h, etc).
- ✓ De este modo el EMS es reactivo, continuamente adapta el Plan de Operación a la realidad de la instalación o las mejores predicciones disponibles.

SENER EMS

Modelización y algoritmo

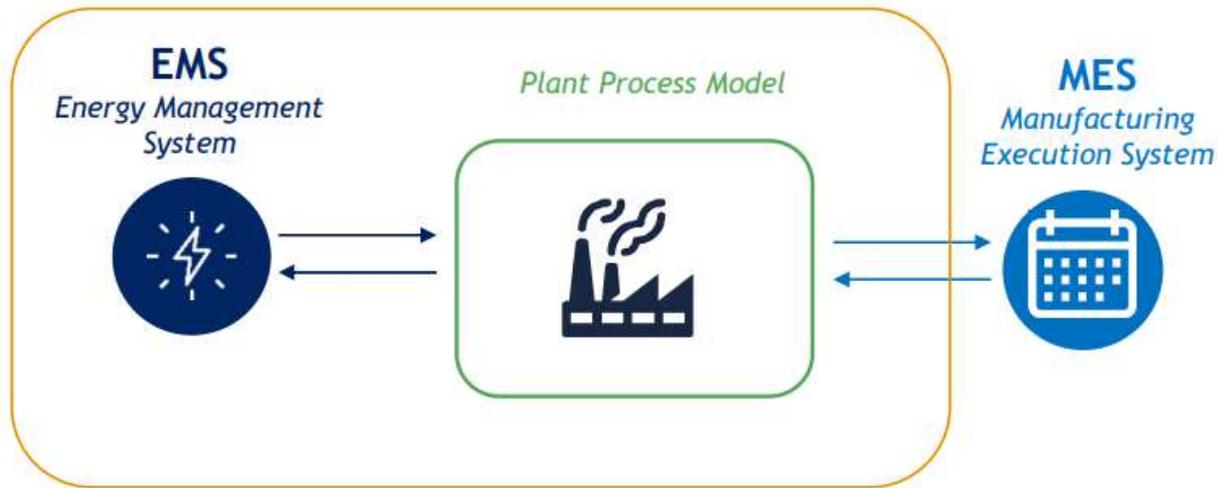
EMS modela virtualmente cualquier bus de energía (eléctrica y térmica) bien como generación, almacenamiento o consumo y sus conversiones entre ellas, y corre las estrategias de optimización en función de las condiciones de contorno y objetivos marcados.

Es capaz de combinar miles de opciones para determinar de forma automática la mejor configuración que en ocasiones el cálculo humano no es capaz de prever a medida que el número de variables aumenta.



SENER EMS

Gestión predictiva de energía (eléctrica & térmica) en una fábrica



EMS integra el programa de planificación de producción de la fábrica y lo convierte en la predicción de consumo de la misma. Puede optimizar el programa que cubra los objetivos marcados al MES.



Planificación inteligente. A partir del volcado desde MES de los compromisos de suministro y disponibilidad de material y Planta, EMS puede predecir los programas de producción óptimos (incluido el vector energético), para devolverlo a MES.



Trazado y optimización de huella en MES en toda la cadena del proceso por cada unidad de producto terminada. Monitorización de uso energético en MES.



El modelo puede evolucionar hacia la caracterización de equipos y utillaje para la predicción de desgastes y mantenimientos



SENER RESPIRA

Herramienta Optimización de la Demanda de Energía

Sistema de inteligencia artificial para optimización del control de los sistemas de ventilación y climatización de espacios cerrados.

Esquema de funcionamiento:

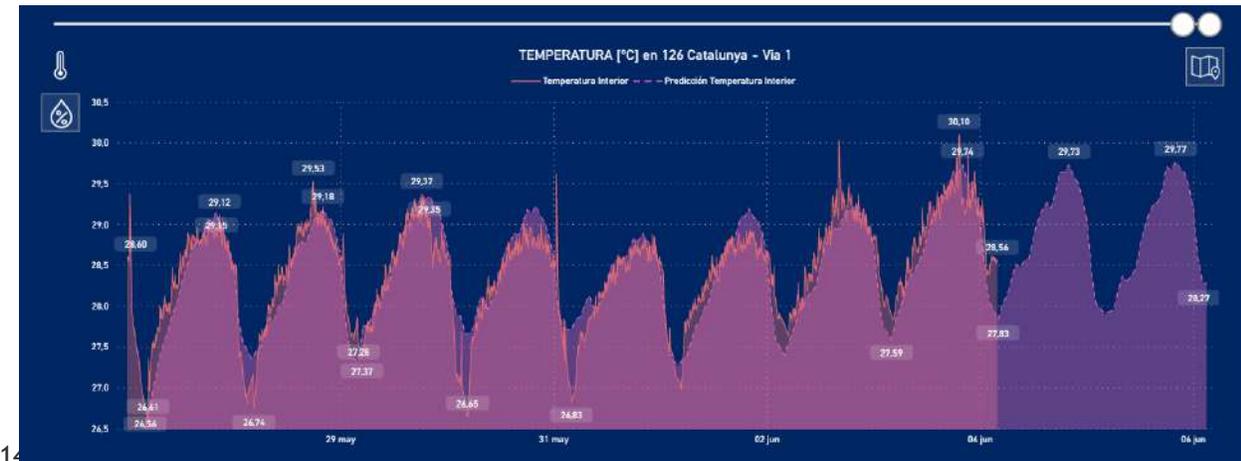
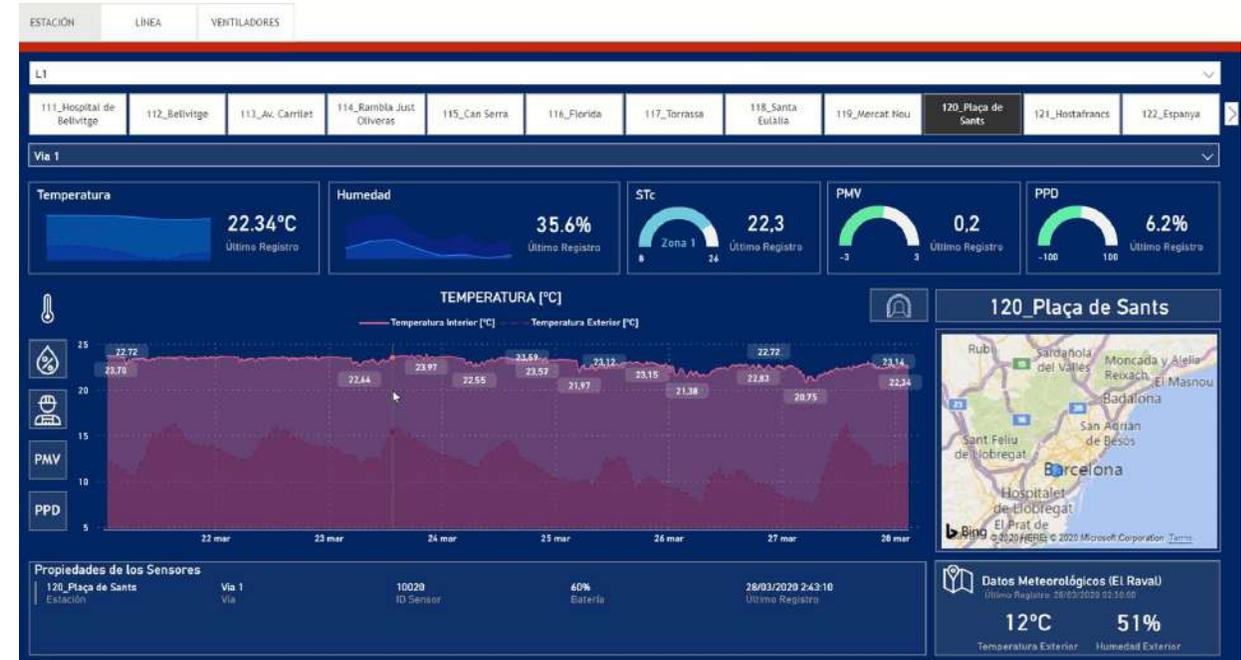
- Sensores de temperatura, humedad, calidad del aire
- COX, NOX, Partículas en suspensión
- Datos de predicción meteorológica
- Datos de SCADA
- Algoritmos de predicción y de optimización

Funcionalidades:

- Confort térmico
- Calidad del aire
- Eficiencia energética
- Riesgo contagio COVID-19
- Mantenimiento de equipos
- Gestión de inversiones

Casos de éxito:

- Metro de Barcelona: 5 líneas, 128 estaciones. Oficinas SENER Tres Cantos: 7 edificios, 3 plantas. Aeropuerto de Manises. Túneles de la M-30 Madrid.



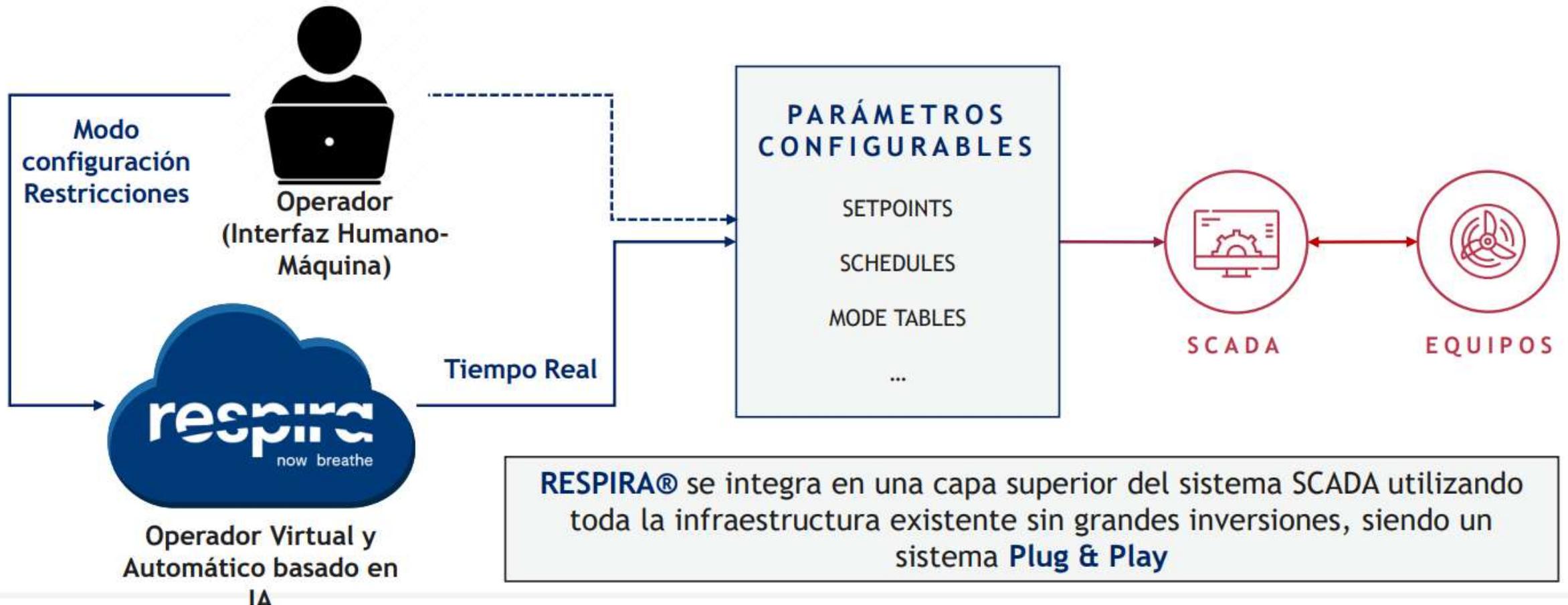
SENER RESPIRA

Arquitectura de la Solución



RESPIRA® CONTROL

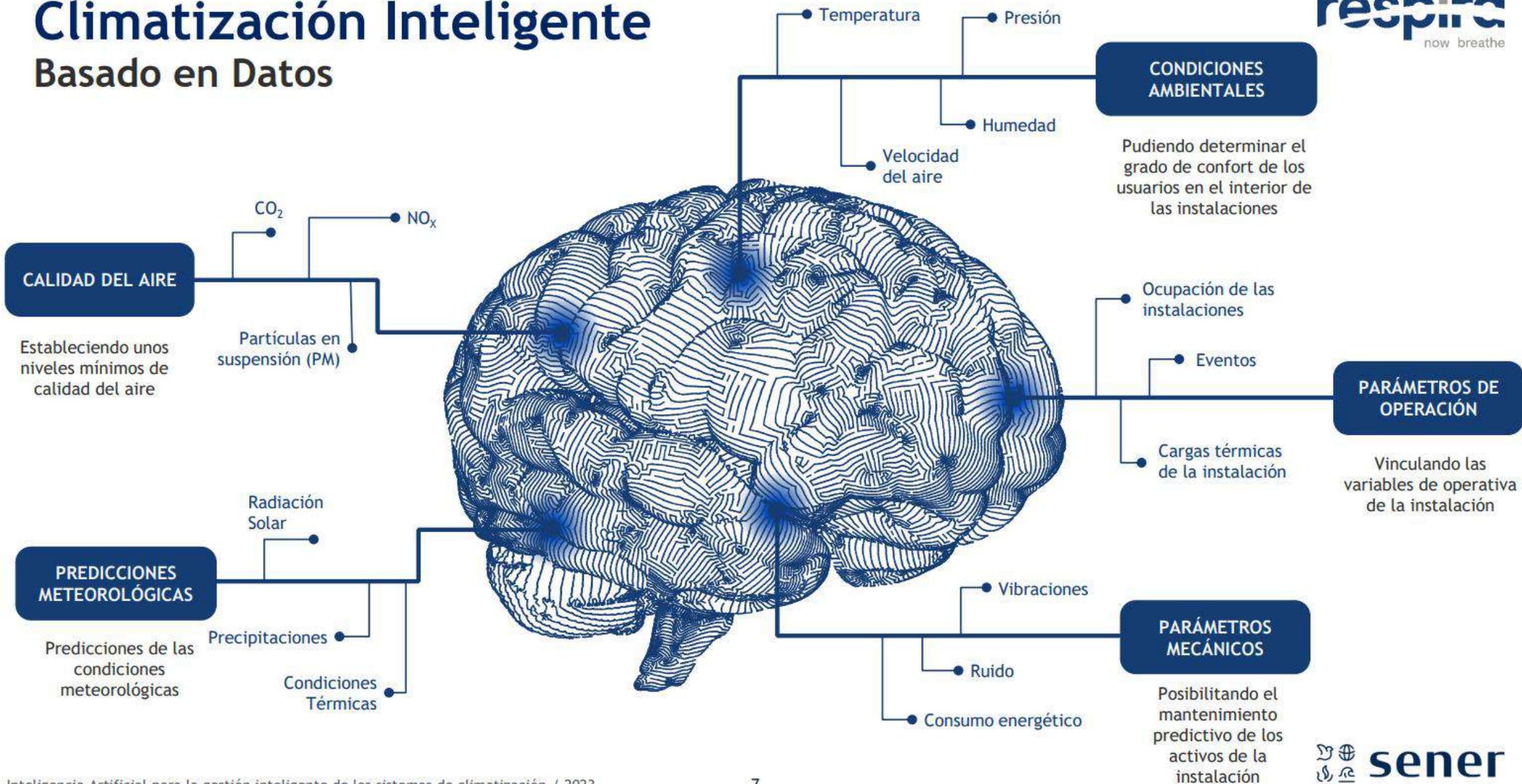
Concebido para controlar la ventilación en situación de confort, mantenimiento y congestión



Climatización Inteligente

Basado en Datos

respira
now breathe



SENER RESPIRA

Herramienta Optimización de la Demanda de Energía

Plataforma web



VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Paneles de visualización diseñados en función del rol de los usuarios (últimos datos, histórico...)



PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

Pestañas de configuración del algoritmo (modos de funcionamiento...)



RESTRICCIONES DEL SISTEMA

Configuración y consulta restricciones del sistema



INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

Cálculo de KPIs y recomendaciones



EXPORTACIÓN DE LOS DATOS

Acceso a la información. Exportable en formato Excel



Beneficios Herramientas SENER

Plan Director de la Sostenibilidad



Eficiencia energética

Gestión eficiente de la energía. **Reducción de la demanda energética (kWh).**
Reducción de la huella de carbono.



Mejora Operativa

Reducción de los costes operativos (€) relacionados con el consumo de energía gracias a la reducción de la demanda y a la flexibilidad energética (Reducción del coste por kWh)



Inversiones Óptimas

Plan de inversiones en el ámbito energético basado en los datos. Mejor opción técnico-económica con visualización sobre el periodo de retorno de la inversión.



Mantenimiento Eficiente

Detección temprana de ineficiencias. Recomendaciones de actuaciones con prioridad al ahorro energético.
Integración con GMAOs.



Salud y Bienestar

Gestión óptima en tiempo real de los sistemas de **climatización** y ventilación con **mejora de las condiciones térmicas y la calidad del aire.**



Toma de Decisiones basadas en Datos

Sistema que sirve de **Plan Director de la Sostenibilidad**, gestionando las instalaciones de la manera más óptima posible y ayudando a la **toma de decisiones en base a datos objetivos.**

Impacto Positivo SENER

Compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

SENER está fuertemente comprometido con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** aprobados por la ONU, cuyo propósito es fomentar el crecimiento económico, trabajar por la inclusión social, luchar contra el cambio climático y proteger el medio ambiente.



Garantizando la **mejora del confort y la salud** de los usuarios.



Contribuyendo con la **minimización del consumo eléctrico** y la **disminución de la huella de carbono**.



Desarrollando un producto de **tecnología avanzada** y con un marcado **carácter innovador**.

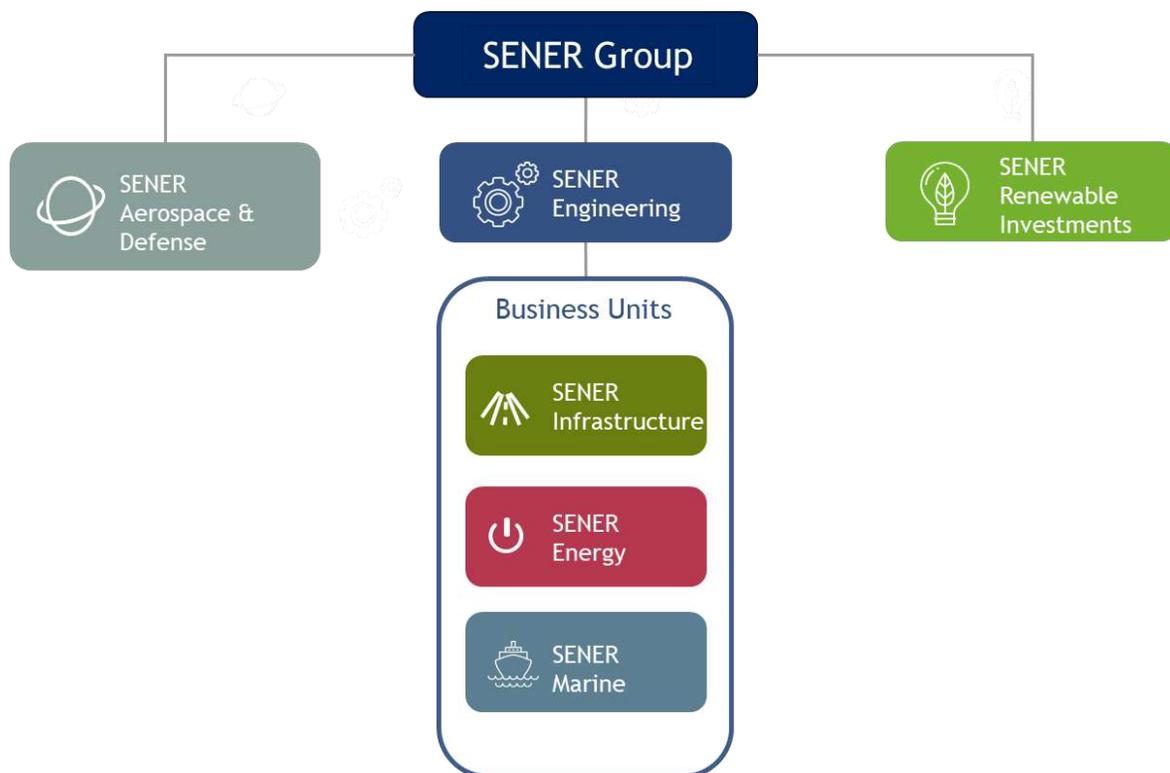


Proporcionando **sistemas de transporte seguros y sostenibles**, mejorando la movilidad de las ciudades.



Ofreciendo un producto respetuoso con el entorno que favorece el **desarrollo sostenible**.

- **SENER** is a private engineering group with more than **3,000** professionals with offices in **Spain, USA, UK, UAE and Australia** among others.
- We develop innovative **engineering & technology solutions** in different markets, with a view to advancing society in a sustainable environment, through our commitment to **our clients, our people and the environment**.



Aurelio Muñoz Alfaya
 Business Development Director
 +34 676 573 148
aurelio.munoz@sener.es

Personal Profile:

- Chartered Engineer (CEng), UK Engineering Council (reg. 639212)
- PhD, Nuclear Engineering, Polytechnic University of Valencia, Spain
- Management Development Programme (PDD), IESE Business School
- ‘Cruz del Mérito Naval’, Ministry of Defense, Navy Submarine Service, Spain
- Member of the UK Nuclear Institute



GRACIAS

 www.group.sener

in www.linkedin.com/company/sener

 www.youtube.com/user/senerengineering