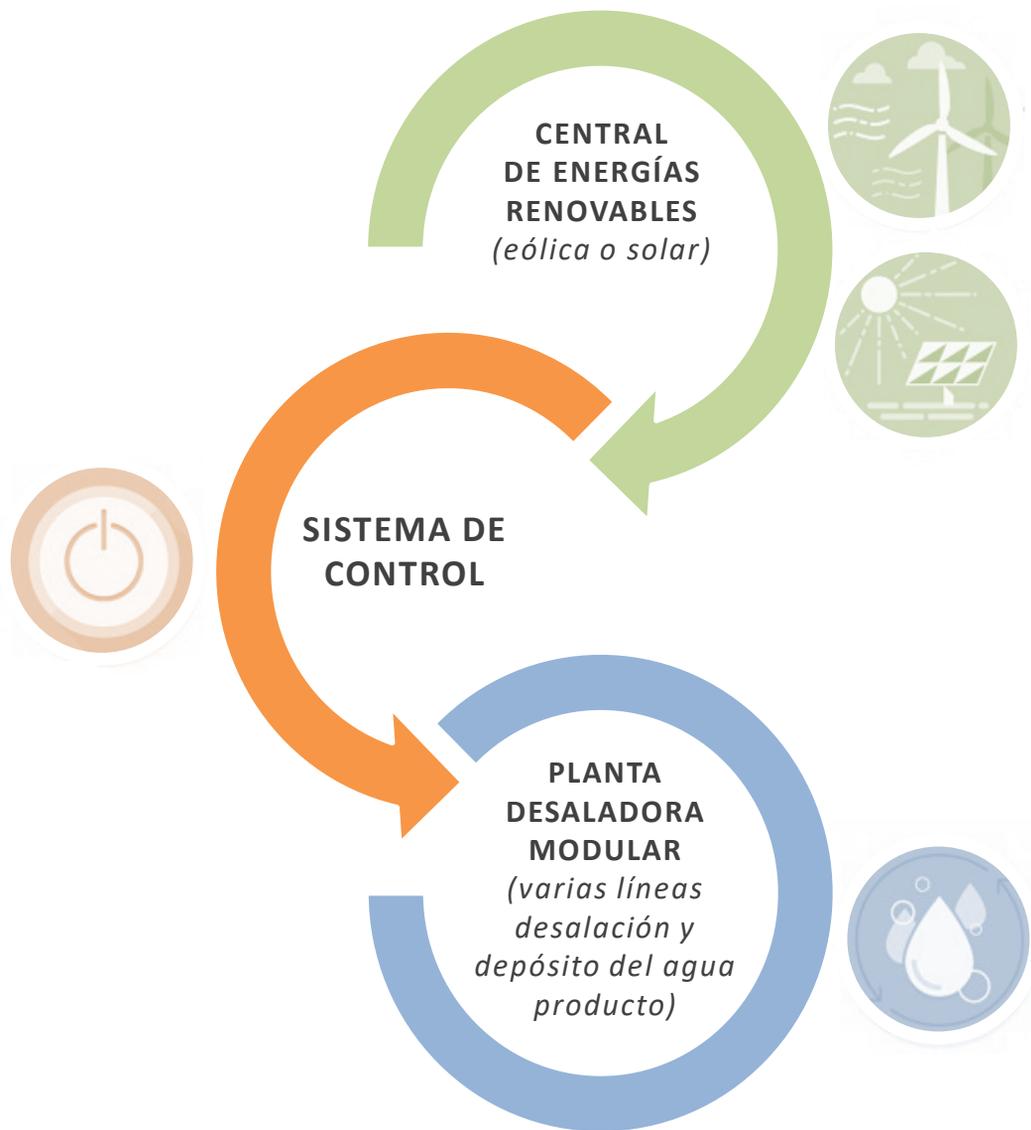


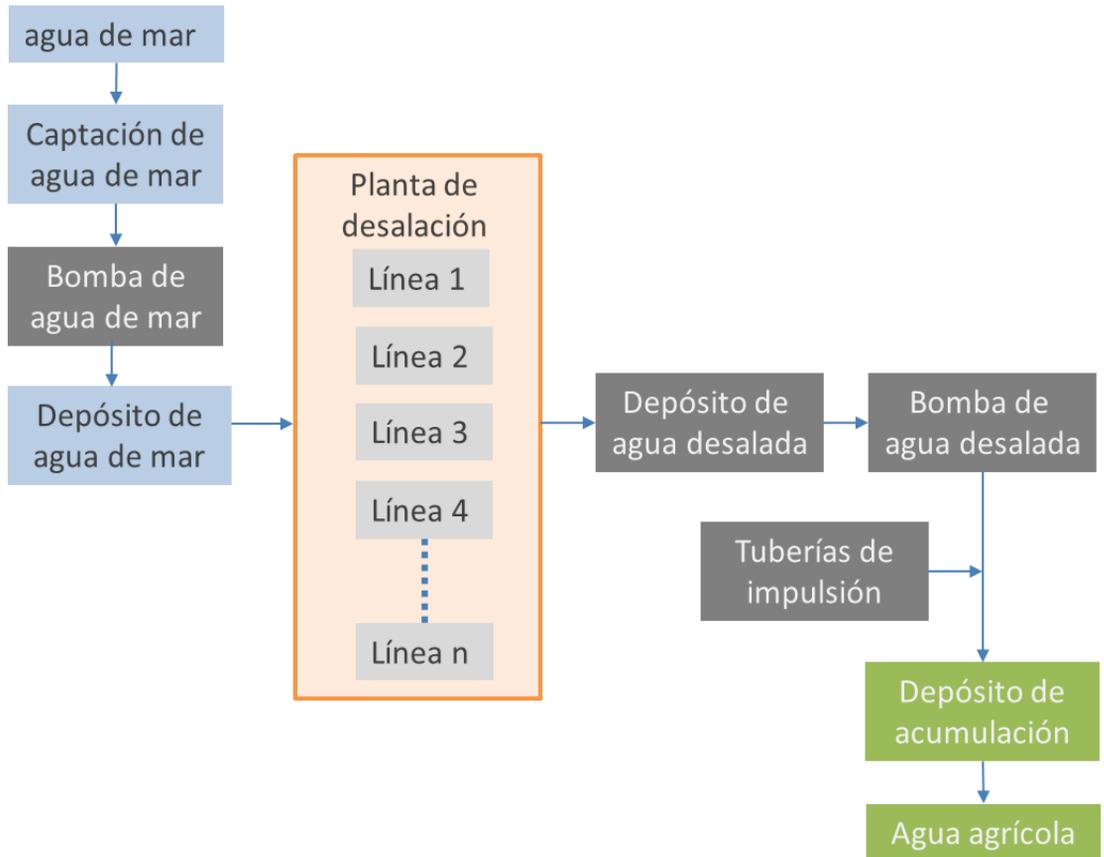
***ESTUDIO DE VIABILIDAD DE PLANTAS
DESALDORAS DE AGUA DE MAR ACCIONADAS
EXCLUSIVAMENTE CON ENERGÍAS RENOVABLES***

El objetivo del estudio es **determinar la composición óptima desde los puntos de vista técnico y económico** de plantas de desaladoras de agua de mar accionadas exclusivamente mediante energías renovables en modo aislado para cubrir una demanda de agua determinada.



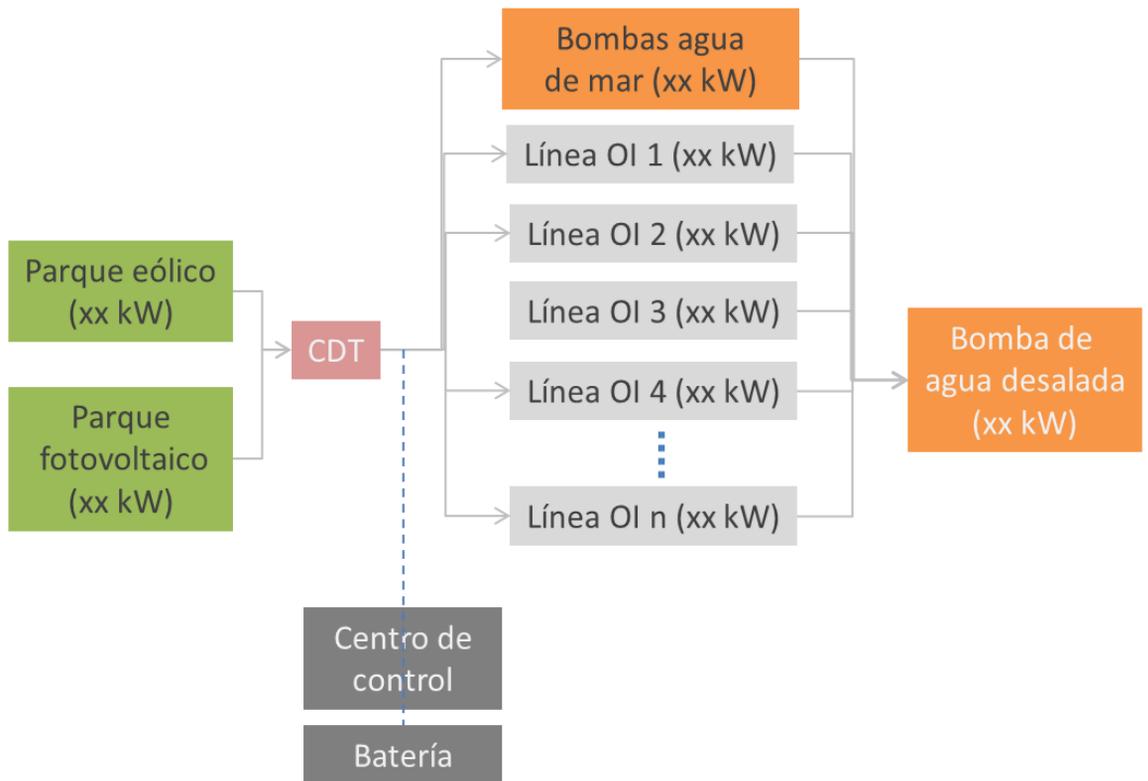
Estos tres grandes componentes se concretan en tres sistemas diferenciados: **sistema eléctrico, sistema hidráulico y sistema de control y gestión.**

COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO



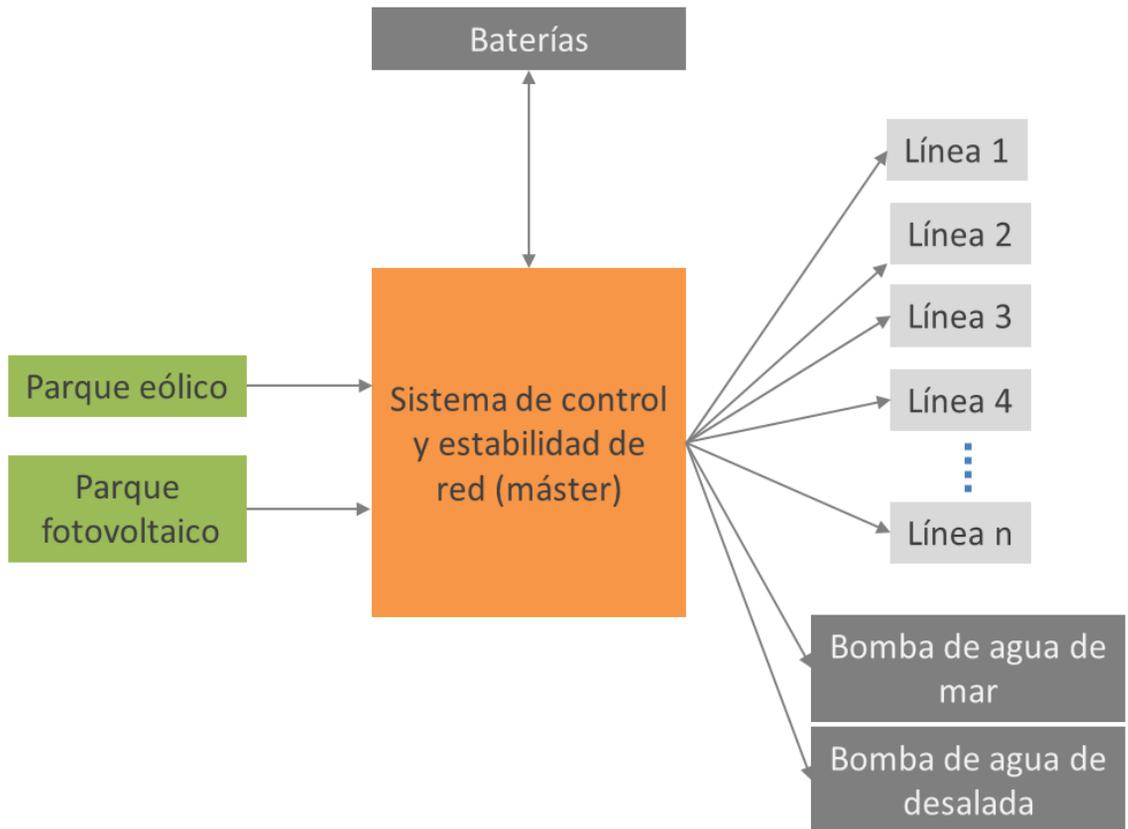
Los componentes básicos del sistema hidráulico son: la captación de agua de mar (pozos o sondeos verticales, tomas abiertas, drenes horizontales etc.), bombas de agua de mar (sumergibles o de aspiración), tubería de impulsión de agua de mar, depósito de agua de mar a pie de planta, planta desaladora (de ósmosis inversa compuesta por una o varias líneas o módulos con funcionamiento independiente), depósito de agua desalada (a pie de planta), bombas de agua desalada (para transporte del agua hasta el depósito de cabecera o acumulación), tubería de impulsión del agua desalada y depósito de acumulación o de cabecera.

COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO



Los componentes básicos del sistema eléctrico son: el parque de energía renovable (eólico o solar), centro de transformación, bombas de agua de mar y de agua desalada, bombas de alta presión de las líneas de desalación y de lavada de las membranas de OI (flushing). También forma parte la batería eléctrica del centro de control.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL



Este sistema gestiona dos aspectos importantes: La creación de una red ficticia a la cual se conecta el sistema eólico y/o el fotovoltaico y el arranque y parada de las diferentes líneas de desalación, bombas, etc. Se compone de una batería (de capacidad limitada para cubrir las variaciones de corta duración de las energías renovables y el lavado de las membranas cuando se para una línea de desalación) y del propio sistema de control .

Se dispone de un sistema de acumulación de energía (baterías) que permita el funcionamiento del sistema durante un periodo de tiempo determinado.

Se ha diseñado una herramienta de cálculo capaz de dimensionar de manera óptima (máxima producción al mínimo coste) la central de energía renovable, la planta desaladora (modular) y el sistema de control.

CÁLCULOS ENERGÉTICOS

A partir de los datos energéticos disponibles de sol y viento y de los sistemas de captación seleccionados (planta solar o eólica) se calculan la producciones energéticas de ambos a escalas temporales horarias, diarias y mensuales.

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

A partir de un número y capacidad de las línea de desalación y bombas seleccionadas y en función de la energía disponible se calcula la producción de agua desalada horaria, diaria, mensual así como a capacidad del depósito de acumulación. El sistema hidráulico se "sobredimensiona" para producir más agua cuando hay más disponibilidad energética la cual se almacena en el depósito de acumulación de forma que se garantice en todo momento las demandas de agua .

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

Modificando las potencias de las plantas de EERR, el número y capacidad de las líneas de desalación y bombas y la situación de la batería, y considerando los aspectos económicos del sistema y de sus componentes se obtiene la composición óptima del conjunto que produce el agua al menor coste.



DATOS DE ENTRADA

Generales:

- Consumo de agua y variación anual
- Velocidad del viento y radiación solar del lugar de emplazamiento

Técnicos:

- Datos de los sistemas de generación y transporte de la electricidad
- Datos del sistema de almacenamiento de energía
- Datos de los sistemas de desalación
- Datos de bombas y conducciones de agua
- Datos de depósitos de agua
- Datos del sistema de captación de agua de mar

Económicos:

- Coste de todos los sistemas
- Costes financieros
- Costes de operación y mantenimiento



DATOS DE SALIDA

Técnicos:

- Potencia del parque de energías renovables (eólico o solar)
- Tamaño de cada línea de desalación y número de estas
- Tamaño del depósito de acumulación
- Tamaño de la batería de apoyo

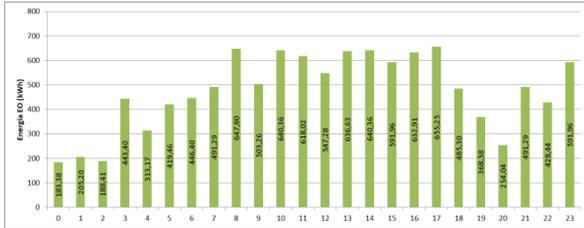
Operativos:

- Producción de las plantas de generación eléctrica y su evolución
- Activación de los módulos de desalación y su evolución
- Situación de carga de la batería y su evolución
- Producción de agua desalada y su evolución
- Evolución del agua almacenada en el depósito de acumulación

Económicos:

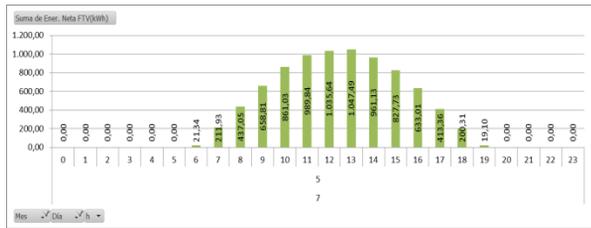
- Coste del m³ de agua producida
- VAN y TIR en su caso

EÓLICA

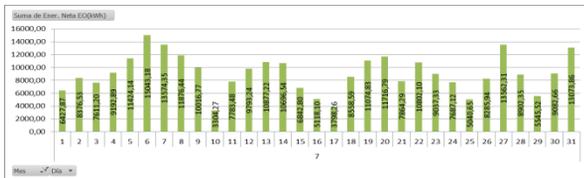


Producción horaria del parque eólico para el día 5 de julio

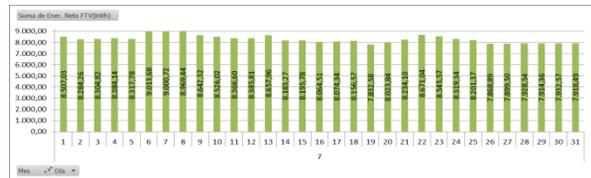
FOTOVOLTAICA



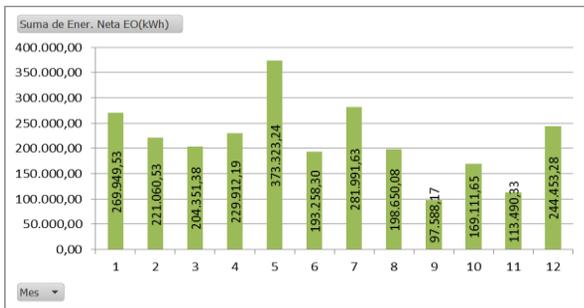
Producción horaria de la planta FTV para el día 5 de julio



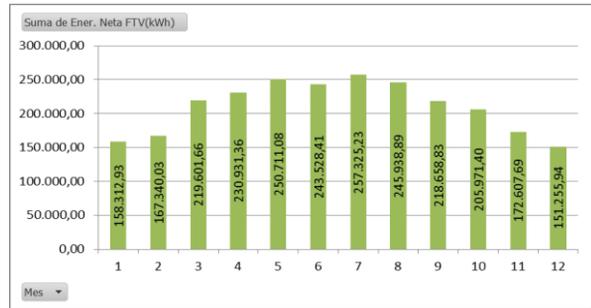
Producción diaria del parque eólico para el mes de julio



Producción diaria de la planta FTV para el mes de julio

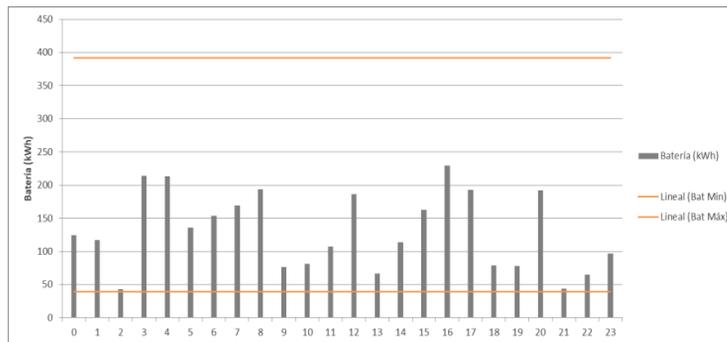


Producción mensual del parque eólico



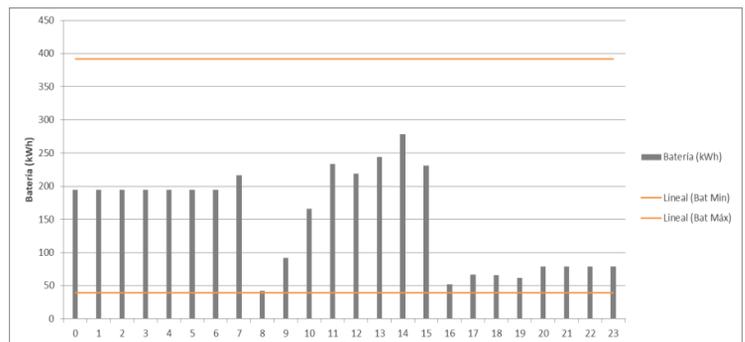
Producción mensual de la planta FTV

EÓLICA



Situación horaria de la carga de la batería para un día del mes de julio con eólica

FOTOVOLTAICA



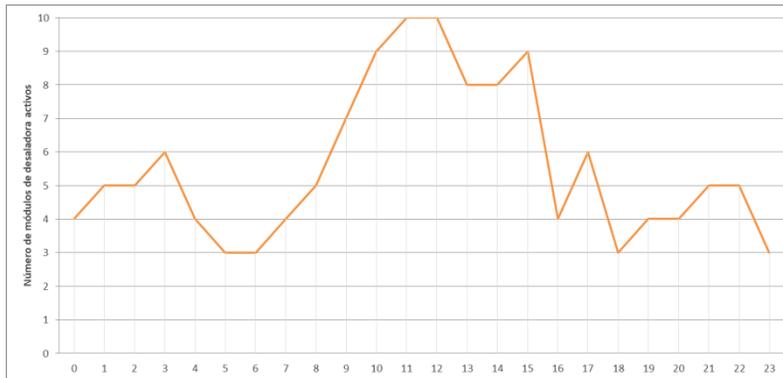
Situación horaria de la carga de la batería para un día del mes de julio con fotovoltaica

Las baterías se usan para compensar las oscilaciones del viento y el paso de nubes, así como efectuar el lavado de las membranas de OI (flushing) cuando se desconectan. Su carga se encuentra siempre entre límites de seguridad.

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE CÁLCULO

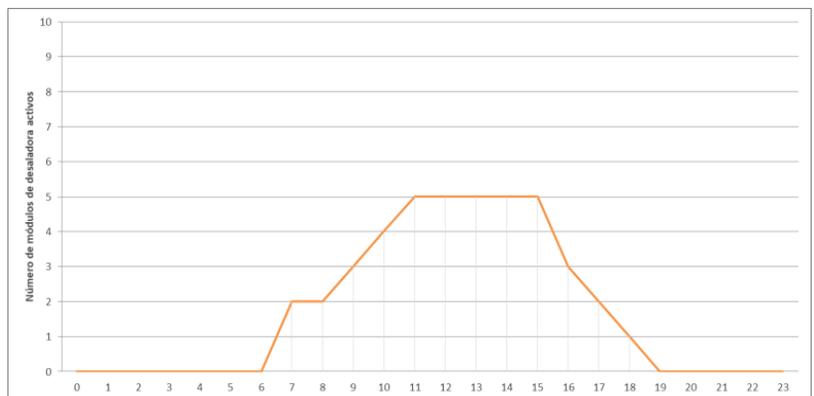
LÍNEAS (MÓDULOS) DE DESALACIÓN ACTIVAS

EÓLICA



Activación de módulos de la desaladora para un día del mes de julio con eólica

FOTOVOLTAICA



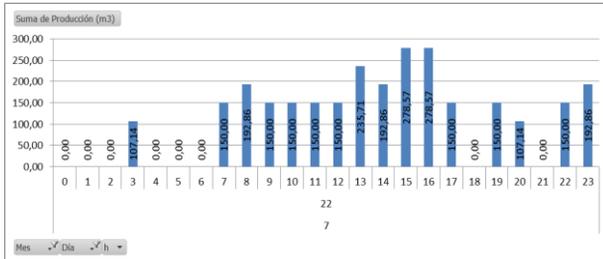
Activación de módulos de la desaladora para un día del mes de julio con fotovoltaica

Los módulos de OI arrancan y paran en función de la energía renovable disponible y la carga de la batería.

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE CÁLCULO

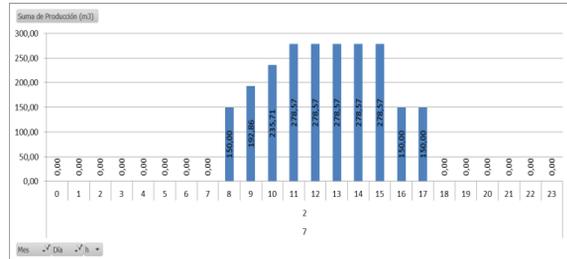
PRODUCCIÓN DE AGUA DESALADA

EÓLICA

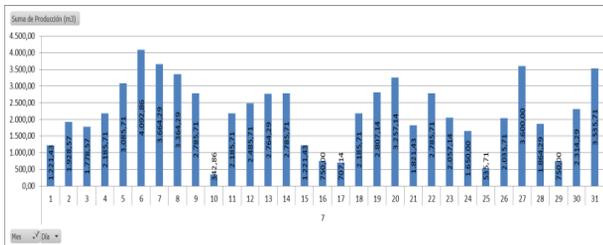


Producción de agua con eólica el día 22 de julio

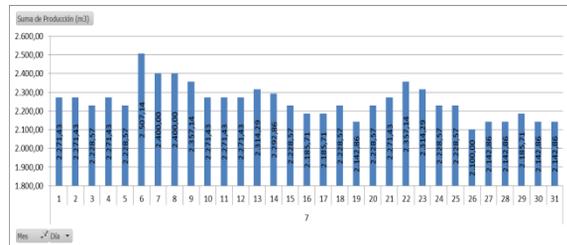
FOTOVOLTAICA



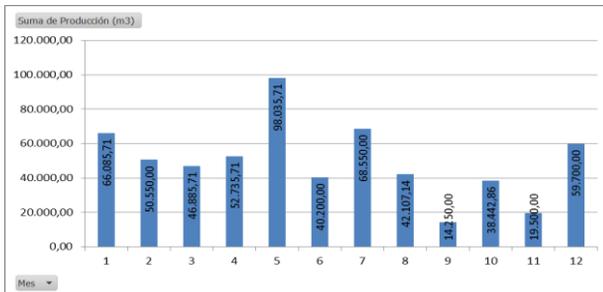
Producción de agua el día 2 de julio con solar



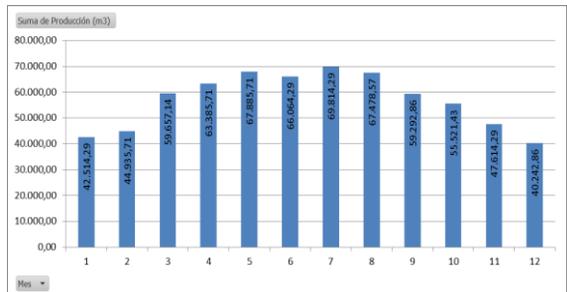
Producción de agua con eólica mes de julio



Producción de agua en julio con solar



Producción anual de agua con eólica

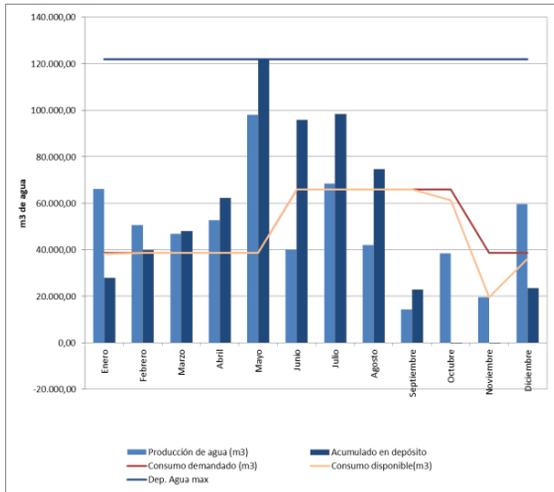


Producción anual de agua con solar

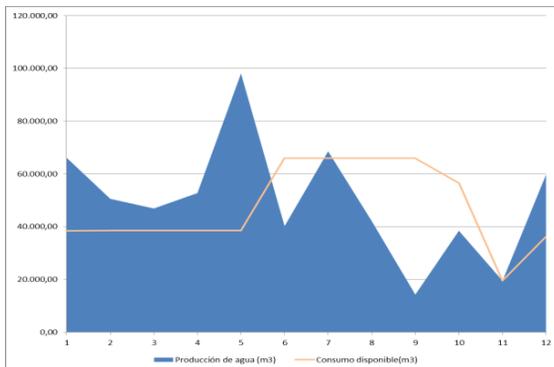
RESULTADOS DEL PROGRAMA DE CÁLCULO

SITUACIÓN DEL DEPÓSITO DE AUMULACIÓN

EÓLICA

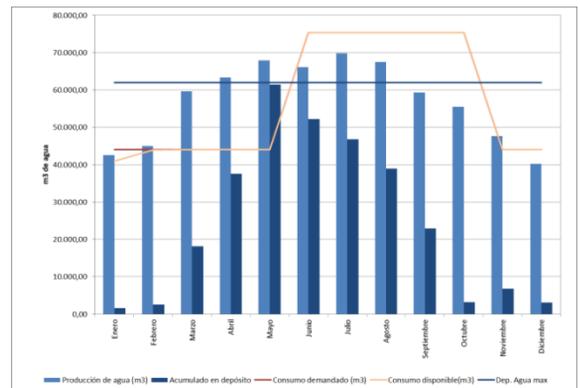


Evolución del depósito con eólica (122.000 m3)

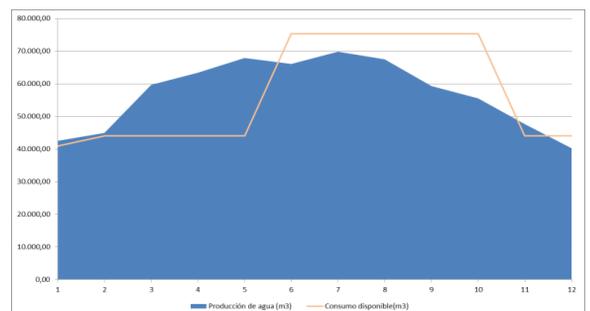


Evolución del depósito con eólica (122.000 m3)

FOTOVOLTAICA



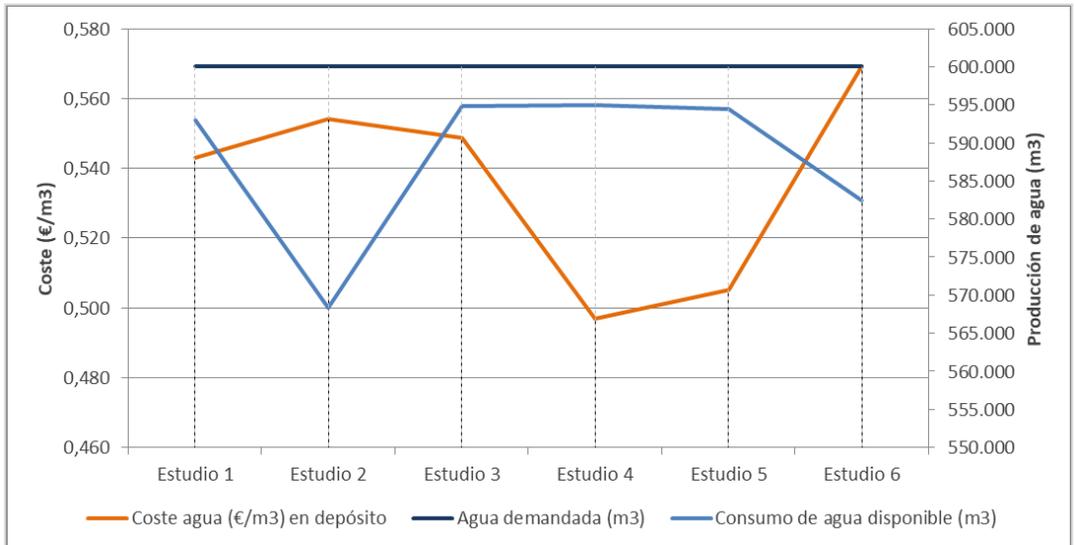
Evolución del depósito con solar (62.000 m3)



Evolución del depósito con solar (62.000 m3)

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE CÁLCULO

ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD



	Estudio 1	Estudio 2	Estudio 3	Estudio 4	Estudio 5	Estudio 6
Agua demandada (m3)	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Producción real(m3)	735.560,00	583.027,50	812.638,89	822.880,00	695.740,74	604.857,50
Consumo de agua disponible (m3)	592.983,47	568.352,35	594.900,58	595.029,65	594.391,32	582.392,53
% q es suministrada de la necesaria	98,83%	94,73%	99,15%	99,17%	99,07%	97,07%
Parque EO(W)	2000	1800	1700	1700	1700	1800
Batería (KWh)	250	600	600	450	450	1500
Planta desaladora (m3/día)	2000	2000	1000	2000	1000	2000
Módulos planta	2	2	4	2	3	2
Depósito cabecera (m3)	90.000	100.000	80.000	70.000	90.000	120.000
Depósito planta (m3)	4440	4440	4445	4440	3334	4440
Coste agua (€/m3) en depósito	0,543	0,554	0,549	0,497	0,505	0,569
Coste agua (€/m3) pie de planta	0,457	0,458	0,468	0,422	0,419	0,463
Bomba impulsión (kW)	110	110	110	110	110	110
nº bombas	1	1	1	1	1	1

El estudio de sensibilidad permite la optimización técnica y económica del sistema. Analizando varias opciones (estudios) para un consumo de agua determinado, un potencial eólico o solar determinado en un emplazamiento concreto (depósito de cabecera y planta desaladora), se obtiene un óptimo técnico y económico (suministro del agua demandada al coste mínimo).

El estudio a realizar puede partir de una demanda de agua dada (producción anual y producción diaria) o de una demanda de alimentos (producción agrícola).

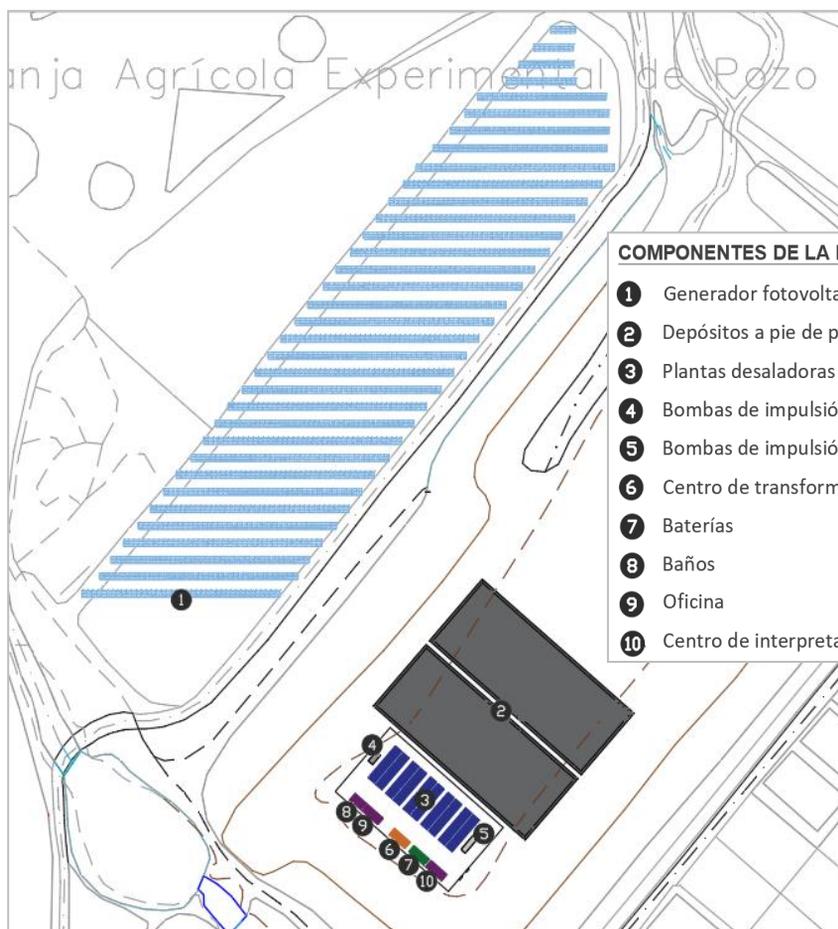
El estudio puede realizarse para una planta accionada al 100% con energías renovables y aislada de la red (o utilizando la red solo como medio de transferencia de la energía entre el parque de EERR y la planta de desalación).

El estudio también puede realizarse para plantas en condiciones de autocsumo y con demandas de agua constantes o variables, con o sin depósito de acumulación.

- Son **tecnologías totalmente accesibles**.
- **No necesitan conexiones** (líneas de transporte de la energías hasta los puntos de enganche, ni permisos, ni trámites burocráticos).
- **No necesitan grandes sistemas de acumulación** de electricidad (baterías).
- Pueden **instalarse en contenedores** fácilmente removibles.
- Pueden **instalarse en cualquier punto de la costa** aún cuando no cuente con acceso a la red eléctrica.
- Pueden **diseñarse para diferentes escalas de producción** (desde pocos m³/día hasta varios miles de m³/día).
- El agua esta **libre de combustibles fósiles**.
- **El coste del agua es insensible** a las variaciones de costes y suministro de la electricidad convencional.
- **El coste del agua** es similar o más bajo que con energías convencionales y **permanece invariable** a lo largo del tiempo.



PLANTA DESALADORA DE POZO NEGRO (FUERTEVENTURA)



COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

- 1 Generador fotovoltaico
- 2 Depósitos a pie de planta (agua salada y agua desalada)
- 3 Plantas desaladoras
- 4 Bombas de impulsión de agua desalada
- 5 Bombas de impulsión a planta desaladora
- 6 Centro de transformación
- 7 Baterías
- 8 Baños
- 9 Oficina
- 10 Centro de interpretación/laboratorio

Potencia instalada: **1.600 kWp fotovoltaicos**

Líneas de desalación: **5 x 1.000 m³/día**

Depósito de acumulación: **62.000 m³**

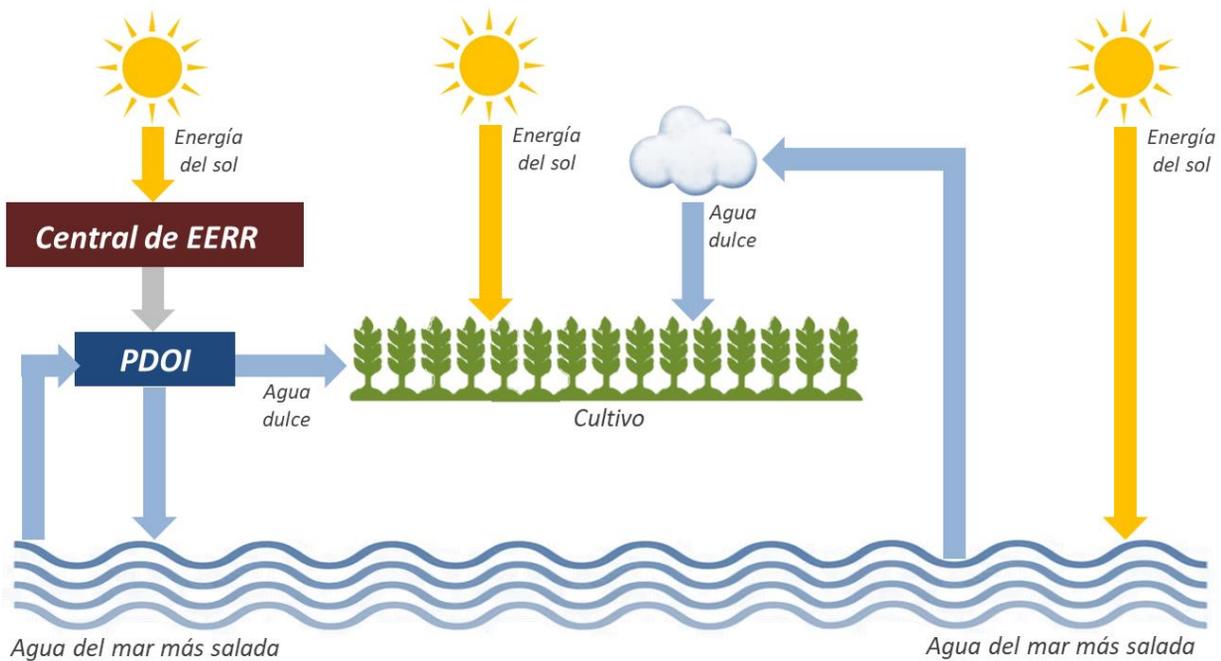
Agua desalada: **680.000 m³ cada año**

Coste del agua: **0,46 €/m³**



Coste sin subvenciones

La desalación en aislado con el uso exclusivo de energías renovables no es más que **una recreación de lo que hace la naturaleza** de manera espontánea.



Contacto

INGENIERÍA CALERO LUNA

+34 646 26 00 23/ +34 639 77 83 87

Avd/ Alcalde José Ramírez Bethencourt, nº17,

Las Palmas de Gran Canaria. España

ingenieriacaleroluna@gmail.com

www.ingenieriacaleroluna.com

