

# SENER, PIONERO EN ENERGÍA TERMOSOLAR

SENER es una de las compañías líderes en energía termosolar, con plantas en construcción y varios proyectos en proceso de ejecución, así como con destacadas iniciativas dentro y fuera de España. SENER es promotora, inversora, constructora, especialista en proyectos llave en mano, y experta en desarrollos tecnológicos. En este sentido, SENER lleva a cabo sus propias soluciones innovadoras, adaptadas a las necesidades de cada cliente, como por ejemplo el sistema de colectores SENERtrough, el programa informático Sensol, que permite el dimensionamiento y optimización de plantas, heliostatos, accionamientos de heliostatos o la tecnología de almacenamiento en sales fundidas, entre otras tecnologías propias de vanguardia.

Como empresa multidisciplinar, en el sector de Energía y Procesos SENER también realiza proyectos de regasificación de Gas Natural Licuado (GNL), centrales de ciclo combinado y plantas con tecnologías de valorización energética de residuos.

# SENER, PIONEER IN SOLAR THERMAL POWER

SENER is a world leader in solar thermal power that counts on plants being built and several projects being developed, as well as remarkable initiatives in Spain and internationally. SENER is a development, investment company, expert in construction, a specialist in turnkey projects and an expert in technological developments. In this sense, SENER develops its own innovating tailor-made solutions, such as the SENERtrough collector system, the Sensol computer programme, which allows for the dimensioning and optimisation of the plants, heliostats, heliostat axis drive mechanisms or the molten salt storage technology, amongst other pioneering technologies.

As a multidisciplinary company in the Power and Process sector, SENER is also carrying out Liquid Natural Gas (LNG) regasification projects, combined cycle power plants and waste to energy plants.



Colectores SENERtrough / SENERtrough collectors



Planta Extresol 1 / Extresol 1 Plant

El sol es una de las fuentes de energía más prometedoras para sustituir las energías fósiles. La energía solar es abundante, inagotable y gratuita, y es más predecible que la energía eólica. En resumen, es una de las energías del futuro con alta "rentabilidad" medioambiental.

La capacidad de anticipación de SENER en este campo, así como su ambicioso programa de desarrollos tecnológicos desde siempre han estado dirigidos a solucionar los problemas de las plantas de energía termosolar en dos sectores con implantación comercial: los sistemas basados en espejos parabólicos (colectores cilíndrico-parabólicos) y en espejos planos (sistemas de torre central y heliostatos). Ambas tecnologías pueden ser utilizadas para obtener electricidad procedente de la energía solar en gran escala.

BARCELONA · BILBAO · MADRID · SEVILLA / SEVILLE · VALENCIA  
ABU DHABI · ARGEL / ALGIERS · BUENOS AIRES · LISBOA / LISBON  
MÉXICO D.F. · OKAYAMA · SAN FRANCISCO · VARSOVIA / WARSAW

Sun is one of the most promising energy sources to replace the fossil energies. Solar energy is plentiful, inexhaustible and costfree. Solar radiation is more predictable than wind energy. Summarizing, the electricity produced in solar thermal power plants is one of the energies of the future with high environmental "profitability".

SENER's capacity for anticipation in this field, as well as its ambitious technological development programmes have always been directed at solving the problems to be expected in this type of plants and aimed at covering real needs in two different thermal solar power technologies that have reached commercial status: parabolic mirrors (trough technology) or flat mirrors (central receiver tower and heliostat technology). Both technologies are being used to obtain electricity from solar energy in large scale.



La manera de ver el futuro  
The way to see the future  
www.sener.es



## ENERGÍA SOLAR POR CONCENTRACIÓN



## CONCENTRATING SOLAR POWER

Planta Gemasolar  
Gemasolar Plant

## ACERCA DE SENER

SENER es un grupo de ingeniería y tecnología fundado en Bilbao en 1956. Con una facturación de más de 829 millones de euros y más de 5.700 profesionales, la compañía es reconocida por su innovación, compromiso con la calidad e independencia, así como por los proyectos de sus tres divisiones de negocio.

La División de Ingeniería ofrece los servicios tecnológicos, de diseño y de construcción en los sectores de Energía y Procesos, Aeroespacial, Civil y Arquitectura, y Naval. Cuenta con oficinas en Madrid, Barcelona, Bilbao, Sevilla, Valencia, Abu Dhabi, Argel, Buenos Aires, Lisboa, México DF, Okayama, San Francisco y Varsovia, para así proporcionar las soluciones tecnológicas más eficientes en todo el mundo.

La División de Energía y Medio Ambiente desarrolla nuevos procesos en el tratamiento de residuos, así como en la generación y uso eficientes de energía. Asimismo, en los últimos años, la división ha centrado sus esfuerzos en las iniciativas de Energía Solar por Concentración.

Por último, la División Aeroespacial dedicada principalmente al área de turbinas de gas para propulsión aeronáutica.



Oficinas de SENER en Buenos Aires (Argentina) y en Sevilla (España) / SENER offices in Buenos Aires (Argentina) and Seville (Spain)

## ABOUT SENER

SENER is an engineering and technology group founded in Bilbao (Spain) in 1956. With sales over € 829 M and a workforce exceeding 5,700 professionals, the company is renowned for its innovations, commitment to quality and independence, as well as for the projects in its three major business Divisions.

The Engineering Division develops technology, design and construction services for the sectors of Power and Process, Aerospace, Civil and Architecture, and Marine. With offices in Madrid, Barcelona, Bilbao, Seville, Valencia, Abu Dhabi, Algiers, Buenos Aires, Lisbon, Mexico DF, Okayama, San Francisco and Warsaw, SENER covers a wide range of engineering needs worldwide.

The Environmental and Power Division develops new processes for the treatment of wastes and the efficient generation and use of energy. Besides, over the last years, the main focus of this Division has been the Concentrating Solar Power (CSP) initiatives.

Finally, the Aerospace Division is mainly centred on the area of gas turbines for aeronautical propulsion.





## SENER, UNA EMPRESA LÍDER EN INNOVACIONES SOLARES EFICIENTES EN COSTE

### LA TECNOLOGÍA DE TORRE CENTRAL, HELIOSTATOS Y ALMACENAMIENTO DE SALES FUNDIDAS

**GEMASOLAR**, perteneciente a Torresol Energy (participada al 60% por SENER y al 40% por Masdar), es pionera en el mundo en la aplicación comercial de la tecnología CSP por ser el único proyecto disponible a escala comercial de generación de electricidad con tecnología solar de receptor de torre central, campo de heliostatos y sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas.

SENER promueve, invierte y construye otros proyectos de 50 MW, a los que incorpora los últimos desarrollos tecnológicos, como los colectores cilíndrico parabólicos SENERtrough.

La tecnología de receptor central de GEMASOLAR ha sido diseñada, construida y probada por SENER en Almería con la colaboración del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). La planta de GEMASOLAR, de 17 MW, es la apuesta tecnológica más avanzada de Torresol Energy en energía solar. SENER y Torresol Energy son de las primeras compañías en el mundo en aplicar el sistema de almacenamiento de sales fundidas en plantas comerciales.

Entre las **ventajas** de esta tecnología, tenemos que:

- El depósito de sales fundidas permite una **autonomía de generación eléctrica de hasta 15 horas sin aporte solar**.
- Un **aumento notable de la eficiencia energética**, al asegurar la producción eléctrica durante unas 6.600 horas al año, **unas 2,5-3 veces más que otras energías renovables** como la eólica o la fotovoltaica.
- Una vez operativa, la planta GEMASOLAR será capaz de generar **electricidad equivalente al consumo de 25.000 hogares y de proporcionar un ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> de 30.000 toneladas al año**.



Infografía de la planta Gemasolar / Artistic view of the Gemasolar Plant

### CENTRAL TOWER RECEIVER, HELIOSTATS AND MOLTEN SALTS STORAGE TECHNOLOGY

**GEMASOLAR**, owned by Torresol Energy (60% subsidiary of SENER and 40% of Masdar), is a global pioneer in the commercial application of CSP technology and the only existing commercial-scale solar power project based on a central tower receiver, heliostat field and a molten salt heat storage system.

In addition to GEMASOLAR, SENER is also the promoter, investor and constructor of other 50 MW plants in Spain, which will include all SENER's technology, such as the SENERtrough System.

The GEMASOLAR receiver technology has been designed, built and proved by SENER in Almería, in the south of Spain, with the collaboration of CIEMAT (the Public Research Centre for Energy and Environment). GEMASOLAR, a 17 MW plant, is the Torresol Energy most advanced technological venture in solar energy. SENER and Torresol Energy are among the first companies in the world to apply this molten salt storage system in commercial plants.



Mecanismo de actuación de dos ejes de alta gama / High performance two axis drive



Heliostato / Heliostat

The main **advantages** of this storage system are:

- The molten salts storage allows for an **independent electricity generation without sun radiation up to 15 hours**.
- The **outstanding improvement of the energy efficiency**, since it ensures electricity production during 6,600 hours a year, **2.5 to 3 times more than other renewable energies** such as wind or photovoltaic energy.
- Once operational, the GEMASOLAR plant will be capable of generating **electricity equivalent to the consumption of 25,000 households and saving 30,000 tons/year of CO<sub>2</sub> emissions**.

## SENER, A LEADER IN SOLAR INNOVATIONS AIMED AT COST EFFICIENT SOLUTIONS

### LA TECNOLOGÍA DE COLECTORES CILÍNDRICO-PARABÓLICOS DE SENER

El sistema de colectores cilíndrico parabólicos **SENERtrough**, **patentado por SENER**, ha demostrado unas características mecánicas mucho mejores que las de otros modelos existentes.

Las principales aportaciones diferenciales de SENER en el sector cilindro-parabólico se refieren a:

- La **mejora en el diseño de los nuevos colectores, con un peso de acero y un número de horas de montaje sensiblemente inferiores** a otros colectores similares. Hecho importante si tenemos en cuenta, que una planta solar estándar de 50 MW con almacenamiento, supone 90 km de colectores cilíndrico-parabólicos y unas 11.000 toneladas de peso.
- La **incorporación de almacenamiento térmico mediante sales fundidas** que permite generar energía durante cierto tiempo sin irradiación solar.
- La **optimización del ciclo térmico** de generación energética que consigue **mejorar la eficiencia energética**.
- En resumen, **innovaciones que aumentan la rentabilidad de las inversiones**.

Estas innovaciones de SENER han sido probadas en las **plantas solares de Andasol I y II**, en Granada. Las centrales generarán 50 MW cada una y, gracias a su novedoso sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas, serán capaces de alcanzar un **coeficiente de utilización anual de más del 40%, muy por encima de cualquier otra central solar existente**.

Asimismo, **SENER tiene la capacidad de llevar a cabo contratos EPC o llave en mano, lo que implica una responsabilidad total sobre el proyecto**. SENER se encarga del desarrollo de toda la ingeniería necesaria de la planta, la compra de los equipos y materiales y la construcción del proyecto, conforme a un presupuesto fijo, y nos responsabilizamos, además, de que esté en funcionamiento en el tiempo previamente estipulado y de que la producción de energía eléctrica sea la establecida contractualmente.



Colectores SENERtrough / SENERtrough collectors

### SENERTROUGH TECHNOLOGY

The patented **SENERtrough concept** has shown much better mechanical characteristics than other existing designs.

The main technological contributions of SENER to the trough system are:

- An **improved design for the trough, with substantially lower steel weight and assembly time** than other similar collectors. This is an important fact since a typical 50 MW plant, with molten salts storage, incorporates 90 km of parabolic troughs with about 11,000 tons of steel.
- The **introduction of a molten salt heat storage system** that allows to continue the power generation for a certain time when the sun does not shine.
- An **optimized thermal cycle that improves the energy efficiency**.
- In brief, **innovations which increase the economic competitiveness of the plant**.

The SENER innovative solutions have been proved in the **Andasol I and II solar plants**, in Granada (Spain). The plants will generate 50 MW each and, based in the innovative molten salt thermal storage system, will be able to produce energy **with an annual capacity factor above 40%, far beyond any existing solar plant**.

SENER's capabilities include **turnkey EPC contracts**, with full responsibility for all the necessary engineering, equipment and material, such as purchasing, construction and start-up, complying with the scheduled timeframe, meeting the electricity production guarantees and respecting the contractual fixed price.



Colectores SENERtrough / SENERtrough collectors



Sistema de almacenamiento en sales fundidas / Molten salts storage system