

noticias



El sector del GAS NATURAL



La planta de regasificación Gate terminal, en Róterdam.

NAVAL

Aplicaciones de
FORAN V70

*Herramienta para
optimizar el trazado
sólido de distribuidores*

TRIBUNA

Dr. Sultan Ahmed
Al Jaber

*Director general y
Chief Executive Officer
de Masdar*

TECNOLOGÍA

Metro de Bogotá

*Estudio de
la primera línea de
metro para la capital
de Colombia*

TODOS LOS QUE VEN ESTE ANUNCIO,
TARDE O TEMPRANO,
SE BENEFICIARÁN
DE NUESTRA ENERGÍA SOSTENIBLE

En Torresol Energy tenemos un objetivo muy claro: ser la empresa líder en el sector de la Energía Solar por Concentración, promoviendo el desarrollo y la explotación de grandes plantas solares en todo el mundo.

Nuestros proyectos son tan rentables y eficientes como la energía del sol, porque tenemos la innovación tecnológica necesaria para desarrollar una energía limpia, inagotable y respetuosa con el medio ambiente de cara a futuras generaciones.



Torresol Energy

reinventing solar power

www.torresolenergy.com

COLABORAN EN ESTE NÚMERO:

Aguinaldo Azevedo
 Ángel Fernandez
 Antonio Pacheco
 Carles Vila
 César Quevedo
 Claudio Zapico
 Francesc Gallart
 Ignacio Larrea
 Javier Salcedo
 Javier Viñals
 Jerónimo Angulo
 Jordi Redó
 José Ángel Andión
 José Carlos Rodríguez
 José Carlos Pazos
 José Ignacio Bueno
 Josep María Escuer
 Julián Díaz
 Luis Gabellieri
 Luis María San Martín
 Maite Gómez
 Michael Hardt
 Nuria Casas
 Osvaldo Iturre
 Pablo Gaya
 Sergio Aladrén
 Sergio Relloso
 Soledad Garrido
 Verónica Alonso
 Víctor Lupiáñez
 Víctor Marco y
 Xavier Pascual.

EDITA:
 Comunicación de
 SENER.

REDACCIÓN:
 Oihana Casas, Mariana
 Fernández, Pilar García,
 Rosana Madroñal y
 Cristina Vidal.

DOCUMENTACIÓN

GRÁFICA:
 Oihana Casas,
 Pilar García,
 Lourdes Olabarria y
 Dorleta Uraga.

**DISEÑO Y
 MAQUETACIÓN:**
 KAIXO Taller de Diseño
 Gráfico.

Depósito legal: BI-1804-00
 Imprenta Grafilur



EN PORTADA: planta de regasificación Gate terminal, en Róterdam, Holanda.

04 Reportaje

El sector del gas natural. SENER, una referencia internacional en el arte de la integración.

08 Entrevista

Luis Gabellieri, director del Departamento de Gas y Energía Térmica.

10 Tribuna

Dr. Sultan Ahmed Al Jaber, director general y CEO de Masdar.

11 Al día

Espacio
 Aeronáutica y Vehículos
 Defensa y Seguridad
 Nuevos Mercados
 Civil
 Arquitectura
 Energía y Procesos
 Naval
 Grupo

31 Corporativa

36 Tecnología

Estudio de la primera línea del metro de Bogotá.

38 Breves



ARQUITECTURA:
 Parque Lineal de La Sagrera - Sant Andreu.

EL SECTOR DEL GAS NATURAL

Una referencia internacional en el arte de la integración

Desde las primeras incursiones de **SENER** en el sector del gas, en la década de los 70, la empresa ha logrado posicionarse como una **referencia internacional en proyectos de construcción EPC de plantas de regasificación**. Su participación destacada en proyectos como Gate terminal o Dunkerque así lo demuestra.

El pasado 23 de septiembre tuvo lugar la inauguración oficial de la planta de regasificación de Róterdam Gate terminal, ubicada en Maasvlakte, en el puerto comercial Europort. Con 12.000 millones de m³/año de capacidad, Gate terminal es uno de los mayores proyectos gasísticos de Europa. Ha supuesto una inversión de 800 millones de euros y ha sido construida en tres años, en contrato EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), por un consorcio de cuatro empresas, entre ellas SENER.

SENER ha participado en la gestión, compras y construcción del proyecto y ha sido responsable de la dirección de ejecución y de la dirección de la puesta en marcha, además de desarrollar las actividades de ingenie-

ría. SENER ha llevado a cabo estos trabajos dentro de la *joint venture* TS LNG, constituida conjuntamente con la firma Techint Engineering & Construction. Ambas empresas han llevado a cabo con éxito la construcción y puesta en marcha de la planta de gas natural licuado (GNL), finalizando los trabajos en tiempo y presupuesto.

La buena consecución de este proyecto ha sido decisiva para ganar un nuevo contrato, la regasificadora de Dunkerque, en el norte de Francia. TS LNG se ha hecho con este contrato, otro 'llave en mano', para una planta de regasificación de GNL con tres tanques de almacenamiento de 190.000 m³ y capacidad para producir 13.000 millones de m³/año. Dentro del consorcio TS LNG, SENER será responsable de toda la ingeniería básica y



TS LNG se creó en 2007, cuando Techint Engineering & Construction y SENER establecieron una *joint venture* para el desarrollo de proyectos de GNL. Especializada en proyectos EPC, TS LNG ha sido responsable de la dirección de la ingeniería, compras, construcción y puesta en marcha de la planta Gate terminal en Holanda, una referencia internacional en el sector de las plantas de regasificación. Tras la puesta en marcha de esta terminal, llevada a cabo con las francesas Entrepose y Vinci (dentro del consorcio TSEV), TS LNG está trabajando actualmente en la planta de regasificación de Dunkerque, en Francia. TS LNG suma las referencias previas de SENER y Techint E&C en proyectos de GNL, con clientes como Repsol, ENEL, Edison, Trans Canada, Cacouna Energy, Energia Costa Azul S.de R.L.de C.V, Kellogg Brown & Root, ENAGAS, y SAGGAS, entre otros.

de detalle, de la adquisición de los equipos y de las obras de construcción correspondientes a los trabajos de obra civil, edificios, atraque, tuberías de descarga y planta de proceso de regasificación de la central. También realizará las actividades de pruebas y puesta en marcha de la instalación. Las obras se extenderán por un período de cuatro años, con lo que la planta estará operativa en 2015.

Gate terminal y Dunkerque constituyen dos de los mayores proyectos de regasificación de Europa, dos contratos EPC que suponen un enorme desembolso económico para el cliente. Y SENER ha participado en ellos dentro del consorcio que actúa como contratista general.

Desde sus inicios en plantas de regasificación, cuyo primer contrato se adjudicó SENER en 2002, la evolución de la empresa ha sido muy rápida y muy satisfactoria.

Los inicios en el sector de la regasificación

La experiencia de SENER en el campo del gas se remonta a la década de los 70, cuando la empresa, que había nacido como una compañía de ingeniería naval en 1956, comenzó a diseñar barcos metaneros. En ese momento, SENER empezaba a trabajar con sistemas de almacenamiento y transporte criogénicos; patentó un diseño de esferas de almacenamiento de gas licuado a presión y realizó trabajos de diseño en plantas flotantes en general. Sin embargo, la consolidación de SENER en este sector llegó en el año 2002, cuando se adjudicó, dentro de un consorcio constructor, con responsabilidad solidaria, el contrato EPC de la planta de regasificación de Sagunto. Este contrato supondría un punto de partida para ganar otras adjudicaciones en varias plantas de regasificación en España.

La terminal de Sagunto, ubicada en Valencia, arrancó en una primera fase con dos tanques de almacenamiento con una capacidad total de 300.000 m³ y una capacidad de emisión de 7.000 millones de m³/año. A esta fase

le siguieron otras tres ampliaciones, que han dotado a la planta de cuatro tanques con una capacidad de almacenamiento total de 600.000 m³ y una capacidad de emisión pico de 8.760 millones de m³/año. En todas estas etapas ha participado SENER, que es también parte del consorcio que puede llevar a cabo una quinta fase de ampliación.

Después de Sagunto, SENER consiguió otros trabajos de ingeniería y construcción en España, como el proyecto de almacenamiento subterráneo Castor, en Vinaroz (Castellón), en 2006; la ampliación de la planta BBG, en Bilbao, un contrato adjudicado hace tiempo y que se hizo efectivo en 2011; y la ampliación de la terminal de Enagás en Barcelona, en 2008.

A partir de ese momento se produjo un intenso trabajo para lograr una diversificación geográfica. La potenciación de la actividad internacional en este campo

En esta página, arriba: obras en la zona del Jetty (obra marina) de la planta de regasificación Gate terminal, en Róterdam, un proyecto de SENER como parte del consorcio TS LNG; **debajo:** el buque británico British Trader, capaz de transportar 130.000 m³ de GNL, atracado en Gate terminal. Se trata del primer barco que se conecta a la planta de regasificación, un hito que se produjo en junio de 2011. **En la página anterior:** vista general de la planta Gate terminal durante las obras de construcción.



En esta página: obras en Gate terminal, vista de la parte de arriba del **recondenser**, desarrollado y patentado por SENER. *En la página siguiente, en la imagen superior:* vista aérea de la planta de regasificación de Sagunto, en Valencia, un proyecto EPC de SENER en consorcio con otras empresas; *debajo:* obras en la planta Gate terminal, área de obra marina.

vino dada por la alianza con Techint, que se concretó en la *joint venture* TS LNG, en 2007. Dentro de esta marca comercial, SENER se ha adjudicado contratos EPC de la envergadura de Gate terminal y de Dunkerque.

Socio con responsabilidad solidaria

El papel de SENER en estos proyectos es el de contratista, dentro de un consorcio horizontal, en el que tanto SENER como su socio son responsables de todas las actividades que involucra un proyecto de este tipo, a diferencia de los consorcios verticales, donde cada socio tiene un alcance específico. Hoy en día, gracias a la actividad derivada de estos contratos, SENER cuenta con un numeroso equipo de especialistas en el sector de la regasificación, que trabajan en ambientes profesionales y dentro de una filosofía colaborativa con sus socios. Este equipo de profesionales cuenta con la capacidad para acometer un EPC en varios países del mundo.

Dentro de estos consorcios, SENER es reconocida globalmente, entre otras cosas, como un socio que consigue optimizar y mejorar las prestaciones de proyectos industriales, no sólo en el campo de este tipo de plantas, sino también en centrales térmicas, plantas solares, plantas de proceso etc. El 'arte' de la integración y de la innovación es la especialidad de SENER en este mercado. Integrar consiste en aplicar, entre otras cosas, determinados criterios para identificar los equipos apropiados que, combinados adecuadamente, consigan las prestaciones solicitadas por el cliente. En este arte de la integración y la innovación SENER es una referencia en el área de los proyectos industriales.

I+D en regasificación

Como empresa de tecnología punta, SENER siempre hace un aporte de tecnología, que en este campo han sido el recondensador, también llamado relicuador, y los tanques de almacenamiento.



En el caso de los tanques criogénicos de almacenamiento, SENER había detectado la necesidad de desarrollar esta tecnología desde sus primeras incursiones en el sector del gas. Pero fue con el impulso recibido al adjudicarse el contrato de Sagunto, en el año 2002, (un contrato que permitió a SENER llevar a cabo servicios de ingeniería en otras plantas de regasificación españolas) cuando el diseño de tanques se hizo realidad. SENER, que ya tenía el conocimiento teórico, adquirió



LA INAUGURACIÓN DE GATE TERMINAL

fue todo un acontecimiento de tres días de duración. Oficialmente, la planta quedó inaugurada el 23 de septiembre en un evento presidido por la reina Beatriz de Holanda (como recoge la imagen) y al que acudieron cerca de 700 personas, entre ellas miembros del mundo de las finanzas, operadores, trabajadores locales y medios de comunicación.

Gate terminal es una de las mayores terminales de gas de Europa, tiene tres tanques de almacenamiento de 180.000 m³ y su exportación inicial es de 12.000 millones de m³ por año. Cuenta con dos muelles de atraque capaces de descargar simultáneamente dos barcos del tipo Q-Max, los mayores barcos de GNL del mundo. Gate terminal es, de hecho, capaz de satisfacer las necesidades de gas natural de toda la población de Holanda y de parte de Europa.

La construcción de este macro proyecto se ha llevado a cabo en tres años, desde el comienzo de las obras en junio de 2008 hasta la finalización de la puesta en marcha, el pasado 1 de septiembre de 2011. En este día, el consorcio constructor TSEV, integrado por TS LNG y otro consorcio, entregó la planta

al cliente, cumpliendo estrictamente el plazo previsto inicialmente en el contrato. Este proyecto ha demostrado que TS LNG ha logrado una excelente suma de personas, conocimientos, experiencia y tecnologías, que le ha permitido desarrollar con éxito una planta cuya capacidad está por encima de la media. Desde los inicios del proyecto, se ha puesto especial atención a la seguridad, el medio ambiente, la disponibilidad y la versatilidad de la operación. Es de destacar que la etapa de construcción se ha cerrado con uno de los mejores niveles de seguridad registrado en las obras ejecutadas en el Europort de Róterdam, con más de 2.500.000 horas de construcción sin que se haya producido ningún accidente que haya supuesto baja laboral.

SENER es reconocida globalmente, entre otras cosas, como un socio que **consigue optimizar y mejorar las prestaciones de proyectos industriales.**

con estos trabajos el conocimiento práctico necesario para desarrollar el *know-how* de esta tecnología. Gracias a su experiencia en diferentes terminales, pudo aportar en su diseño de tanques criogénicos las mejoras que había conocido en el mercado del gas, además de sumar sus conocimientos adquiridos en la industria naval (de cortes de chapa, de rolados de chapa, etc.).

Por su parte, el recondensador de SENER ha sido desarrollado para el proyecto Gate terminal. Este diseño ha incorporado también todas las mejoras que SENER ha ido identificando en sus trabajos en plantas de regasificación.

Hoy en día, la empresa puede ofrecer un diseño puntero tanto en el recondensador como en los tanques criogénicos, diseños que aplican los mejores conceptos que hay, en la actualidad, en el mercado.

El futuro

Pero el ámbito de la tecnología exige una búsqueda continua de soluciones y mejoras que anticipen las necesidades sociales y SENER tiene ya la mirada puesta en el futuro. En estos momentos, la empresa está desarrollando unidades de almacenamiento y regasificación flotantes (FSRU, en sus siglas en inglés). Se trata de una nueva línea de negocio que pretende dar respuesta a una necesidad creciente en el mercado de la energía: aumentar la capacidad de regasificación en muy poco tiempo.

Existen mercados bien definidos que necesitan de plantas FSRU, ya sea por no tener terreno disponible para construir una planta en tierra, como en el caso de países con poca costa o con un litoral declarado zona protegida, o bien por una cuestión de plazos de construcción o logística de implantación, ya que las plantas de regasificación flotantes permiten acortar mucho los plazos de diseño y construcción. A día de hoy, la única respuesta para satisfacer la demanda de gas en este tipo de localizaciones es la venta del servicio de regasificación por parte de barcos metaneros reconvertidos en plantas móviles, itinerantes. Este servicio, si bien es efectivo, resulta muy caro.



Por este motivo, SENER ha llevado a cabo, uniendo su experiencia naval con su experiencia en plantas de regasificación, un innovador diseño de FSRU, con el objetivo final de vendérselo al cliente como una terminal de regasificación permanente, pero en el mar. No se trata, por tanto, de vender el servicio de regasificación, sino de resolver el problema del cliente - que, por diferentes causas, no puede tener una planta en tierra - de una manera definitiva con la construcción de una terminal flotante.

El FSRU de SENER consiste en una 'forma hidráulica que flota', que puede navegar, pero no tiene el diseño específico de un barco. Una vez construida, es remolcada y anclada al punto de la costa escogido, desde el que podrá conectarse al muelle cuando sea necesario.

SENER ha logrado un diseño muy innovador, que consiste en un concepto modular cuyas ventajas, entre otras, son la capacidad de acortar mucho los plazos de diseño y construcción y la flexibilidad tanto en la capacidad de emisión como en la de almacenamiento, de manera que pueda adaptarse a los requerimientos específicos del cliente.

La empresa está ya en conversaciones avanzadas con un constructor *off-shore* con el que busca afianzar una estrecha colaboración, con el propósito de entregar estas plantas a través de un contrato EPC. Será una nueva línea de negocio que podría resultar clave en los próximos años. ■■

“El futuro de la energía está en la diversificación”

Luis Gabellieri, director del Departamento de Gas y Energía Térmica.

Pregunta: ¿Con qué capacidades cuenta hoy en día SENER para afrontar un proyecto de gas natural licuado?

Luis Gabellieri: En los inicios de nuestra actividad como contratistas EPC de plantas industriales, aportábamos a los consorcios nuestra experiencia en el desarrollo de la ingeniería, compras y puesta en marcha. Sin embargo, en la actualidad SENER tiene las capacidades necesarias para realizar un proyecto EPC completo. Una planta de regasificación tiene, básicamente, tres áreas de proyecto bien definidas: la obra marina (Jetty), la planta de proceso y el área de tanques de almacenamiento. SENER cuenta con la tecnología necesaria y los recursos adecuados para realizar todas ellas.

La capacidad de SENER para desarrollar proyectos ‘llave en mano’ no es exclusiva del campo del gas, sino que todo proyecto de este tipo es multidisciplinar y, por lo tanto, las capacidades se retroalimentan, se potencian unas a otras. SENER aborda contratos EPC en plantas solares, centrales térmicas, plantas de proceso... y todo ello es el motor potenciador de las actividades propias de construcción, compras y puesta en marcha que, junto con la ingeniería, son básicas en este tipo de contratos.

Hoy, somos una empresa con la capacidad para realizar un proyecto calificado como EPC en varios países. Esto también es el resultado de la diversificación geográfica que ha llevado a cabo SENER, como empresa, en los últimos años, que le ha permitido estar presente en distintas áreas del globo.

P: A día de hoy, SENER ha participado en grandes contratos EPC en colaboración con otras empresas, dentro de consorcios. ¿Qué aporta SENER a sus socios?

L.G.: SENER es un socio que aporta mucho dentro de un consorcio: aporta fortalezas en el arte de integrar y de innovar. Es conciliadora y negociadora, procura encontrar una salida negociada para llegar a firmar un contrato. Pero tenemos una política muy firme en la ética de los negocios.

Esto es fundamental a la hora de trabajar en consorcio, como queda reflejado en la constitución de TS LNG, nuestra *joint*

“SENER es un socio que aporta mucho dentro de un consorcio: aporta fortalezas en el arte de integrar y de innovar”

venture con Techint para el desarrollo de contratos EPC en plantas de regasificación. Este acuerdo estable es el resultado de la actividad complementaria y de la excelente sinergia que tienen las dos empresas. SENER y Techint poseen una política en la ética de los negocios similar, además de compartir una proyección global importante, con ideas parecidas de expansión en el mercado internacional; hay más sinergias, por ejemplo la forma de evaluar y mitigar el riesgo en los proyectos, que es también convergente entre las dos.

Juntos hemos logrado un reconocimiento en el mercado en lo referido a plantas de regasificación. Y podemos esperar muchos más logros por parte de TS LNG.

P: Recientemente TS LNG ha ganado el concurso de la regasificadora de Dunkerque, ¿cuál será el trabajo de SENER en este proyecto y cómo se coordinará dentro de TS LNG?

L.G.: La ejecución del proyecto de Dunkerque se hace por medio de una *joint venture*, es decir, no hay alcance específico de ninguno de los socios, la ejecución de la ingeniería se realiza por medio de una fuerza de trabajo, lo que se conoce como una ‘*task force*’, cuyo centro se encuentra muy cerca de nuestras oficinas en Madrid.

P: ¿Cuáles son los principales mercados para SENER en cuanto a proyectos de GNL?

L.G.: Los mercados a los que se dirige SENER en este campo, en líneas generales, son: América, Asia y Europa.



“Hoy somos una empresa con la capacidad para realizar un proyecto calificado como EPC en varios países”

topografía no lo permiten, a través del mar, con barcos metaneros. Estos países importadores de gas natural necesitan diversificar las vías de aprovisionamiento para evitar la dependencia de una sola vía de suministro, lo que puede suponer una situación de desabastecimiento. Recordemos lo sucedido en Polonia, dependiente sólo de alimentación de gas por medio de gasoducto, o lo que sucede actualmente en Ucrania, por ejemplo. En un mundo globalizado como el que nos toca vivir, hay que mantener algún tipo de capacidad independiente en materias estratégicas, como es el gas natural. Esta independencia radica en diversificar las fuentes de aprovisionamiento.

Por lo tanto, será necesario construir, junto con las plantas de regasificación, almacenamientos estratégicos y gasoductos.

Además, la necesidad de capacidad de regasificación en el mundo se irá incrementando progresivamente y será necesario acortar los plazos de instalación. Esto último fue una de las razones por las cuales iniciamos el desarrollo de nuestras FSRU, unidades de almacenamiento y regasificación flotantes, en el mar. Se trata de un concepto modular capaz de dar suministro a zonas geográficas que, por diferentes motivos, no pueden construir una planta de regasificación en tierra y cuyas ventajas son, en primer lugar, la capacidad de acortar mucho los plazos de diseño y construcción y, en segundo lugar, la flexibilidad tanto en la capacidad de emisión como en la de almacenamiento, de manera que pueda adaptarse a los requerimientos específicos del cliente. ■■

Estamos siguiendo proyectos en países como Panamá, El Salvador, Uruguay, Argentina, México, Chile, Brasil, Francia, Lituania, Ucrania, India y Malasia, sólo por mencionar algunos.

Es evidente que, por el tipo de plantas que desarrollamos, las terminales de regasificación, nos centramos en países importadores de gas natural o con pocas reservas.

P: ¿Cuál cree que será el futuro del mercado del gas, dentro de la compleja situación que se vive en el planeta por la escasez de recursos minerales, el debate de las energías limpias...?

L.G.: Considero que en el mundo pueden y deben coexistir todos los tipos de energía

que conocemos. Todas son necesarias, todas ellas aportan y, a medida que pasan los años, son más seguras y respetuosas con las personas y con el medio ambiente.

El gas natural es y será necesario, y no sólo por su capacidad para la generación de energía; recordemos que, entre todos los tipos de generación eléctrica convencional, el gas natural permite realizar ciclos combinados con mayor eficiencia energética - y, por tanto, con menor producción de CO₂ - que ningún otro combustible.

Los países que no poseen reservas de gas natural tienen la necesidad de importarlo, ya sea por medio de gasoductos o, cuando la distancia y la

Dr. Sultan Ahmed Al Jaber, director general y CEO de Masdar

Una exitosa colaboración

La **colaboración con SENER** está en línea con el objetivo de Masdar de hacer de Abu Dabi un referente en energías renovables, conocimiento, desarrollo e implementación.

MASDAR

MASDAR ES UNA INICIATIVA MULTIDISCIPLINAR DE ABU DABI PARA AVANZAR EN EL DESARROLLO, LA COMERCIALIZACIÓN Y EL DESPLIEGUE DE SOLUCIONES Y TECNOLOGÍAS EN ENERGÍAS RENOVABLES Y ALTERNATIVAS. LA COMPAÑÍA SIRVE COMO UN VÍNCULO ENTRE LA ECONOMÍA ACTUAL BASADA EN COMBUSTIBLES FÓSILES Y LA ECONOMÍA DEL FUTURO EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA, DESARROLLANDO FUENTES LIMPIAS PARA VIVIR Y TRABAJAR EL DÍA DE MAÑANA. RESPALDADO POR LA ESTABILIDAD Y LA REPUTACIÓN DE MUBADALA DEVELOPMENT COMPANY, UN VEHÍCULO DE INVERSIÓN DEL GOBIERNO DE ABU DABI, MASDAR ESTÁ DEDICADA A LA VISIÓN A LARGO PLAZO DEL EMIRATO DEL FUTURO DE LA ENERGÍA.

España, como Abu Dabi, ha sabido identificar las energías renovables como un pilar fundamental de su estrategia económica a largo plazo y es, en la actualidad, uno de los líderes mundiales en potencia instalada de plantas termosolares (582 MW).

La unión con SENER, una empresa española líder que ofrece soluciones innovadoras en ingeniería, construcción y sistemas de integración, ha sido un gran éxito.

La entrada en operación comercial del proyecto Gemasolar, la primera planta comercial de sales fundidas con receptor de torre central, representa todo un hito en el sector de la energía solar mundial. Organizaciones de todo el mundo están siguiendo de cerca esta tecnología y los potenciales beneficios de su aplicación en otros países.

Masdar, por su patrimonio y experiencia financiera, se encuentra en una posición privilegiada para conectar Torresol Energy con compañías de la región MENA (Oriente Medio y norte de África), que ya han mostrado su interés en invertir en el desarrollo de tecnologías limpias.

Los beneficios del proyecto para España han sido tanto locales como internacionales. Gemasolar creó más de 1.000 empleos durante su construcción y 50 puestos de trabajo cualificados para su operación y mantenimiento en plena crisis económica europea. A escala mundial, ha conseguido despertar la atención de representantes de la UE, EE UU, Australia y la Liga Árabe,



además de haber recibido diversos galardones.

La transferencia de conocimiento para la implementación de proyectos futuros beneficiará en última instancia a ambas naciones, haciendo realidad su propósito de convertirse en líderes mundiales del sector de las energías renovables. ■

BIOGRAFÍA BREVE

Dr. Sultan Al Jaber es el director general y CEO de Masdar, una iniciativa pionera para la promoción e inversión en energías renovables del gobierno de Abu Dabi creada en 2006. Asimismo, Dr. Al Jaber trabaja como enviado especial de Emiratos Árabes Unidos para asuntos de Energía y Cambio Climático y es, además, ministro adjunto de Asuntos Exteriores en el Ministerio de Asuntos Exteriores de Emiratos Árabes Unidos, encargado de la Dirección de Energía

y Cambio Climático. En 2009, Dr. Al Jaber recibió la invitación del secretario general de Naciones Unidas Ban Ki-Moon para convertirse en miembro del Grupo Asesor de Naciones Unidas para la Energía y el Cambio Climático (AGECC). En 2011, Dr. Al Jaber fue nuevamente invitado a unirse al 'Grupo de Alto Nivel para la Energía Sostenible para Todos' de la Secretaría General de Naciones Unidas. Además, Dr. Al Jaber es presidente de la Compañía Portuaria de Abu Dabi (ADPC),

presidente de Abu Dhabi Media Investment Corp., presidente de Sky News Arabia y vicepresidente de la Autoridad Federal de Salud de Emiratos Árabes Unidos, y también participa en el comité de la Compañía para el Desarrollo de Tecnología Avanzada (ATIC), ALDAR Properties and ZonesCorp. Dr. Al Jaber es doctor en Económicas y Empresariales por el Reino Unido y posee un MBA y un título de Ingeniería Química por una universidad de Estados Unidos.

Al día:

Espacio ■

IXV - VEHÍCULO EXPERIMENTAL DE REENTRADA
MARS SCIENCE LABORATORY
AVANCE DEL PROYECTO SEOSAT/INGENIO
LANZAMIENTO DE GALILEO IOV

Aeronáutica y Vehículos ■

CONTRATOS CON AIRBUS
HEALTH MONITORING

Defensa y Seguridad ■

SISTEMA RBS 70 NG
PROGRAMA WIMAAS

Nuevos Mercados ■

SISTEMA HECTOR
PROYECTO THERAEDGE

Civil ■

AUTOPISTA TRANSMONTANA
TRANVÍA DE LUSAIL
METRO DE SAN SEBASTIÁN
METRO DE ORÁN
CORREDOR MEDITERRÁNEO DE ALTA VELOCIDAD
LIBRAMIENTO FERROVIARIO DE MORELIA

Arquitectura ■

PARQUE LINEAL DE LA SAGRERA - SANT ANDREU

Energía y Procesos ■

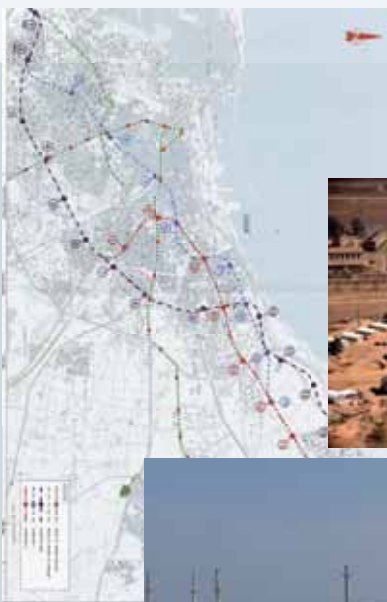
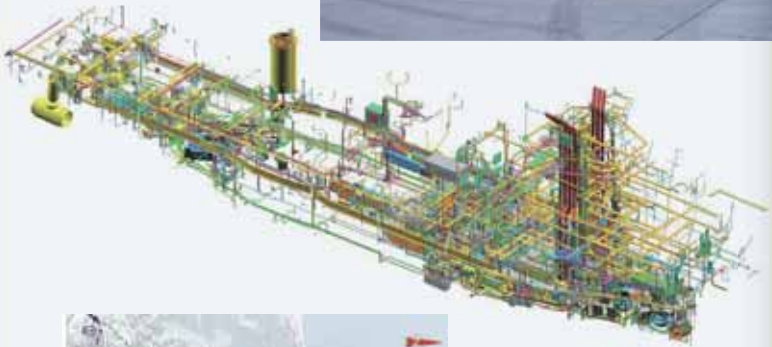
PLANTAS SOLARES VALLE 1 Y VALLE 2
CENTRAL DE CICLO COMBINADO BICENTENARIO
PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE DUNKERQUE
SENERTROUGH-1

Naval ■

APLICACIONES DE FORAN V70
ACUERDO CON CSDDC
NUEVA OFICINA EN COREA DEL SUR
FORAN EN LA NAVAL
INGENIERÍA PARA ASTILLEROS DE MURUETA
FORAN EN EL BUQUE DEL AÑO 2010 EN NORUEGA
ASMAR REACTIVA LAS LICENCIAS FORAN

Grupo ■

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE
TORRESOL ENERGY
ITP - INDUSTRIA DE TURBOPROPULSORES





COMIENZO DE LA FASE D

IXV: vehículo experimental de reentrada

IXV (*Intermediate eXperimental reentry Vehicle*) es un vehículo experimental de reentrada a la atmósfera, que forma parte del Programa Preparatorio de los Lanzadores del Futuro (FLPP, en sus siglas en inglés) de la Agencia Espacial Europea (ESA). Entre el amplio campo de tecnologías críticas de interés en este tipo de misiones, se ha prestado especial atención al sistema de Guiado, Navegación y Control de vuelo, en particular a las estrategias de guiado, a la utilización de navegación inercial con re-inicialización de GPS y al uso combinado de motores de reacción y actuadores aerodinámicos.

SENER es contratista principal del sistema de Guiado, Navegación y Control (GNC) de vuelo. El consorcio industrial formado por SENER, Deimos Space y GMV es responsable del proceso completo de diseño detallado, integración y verificación.

Recientemente, SENER ha firmado el contrato de la fase D del proyecto, que comprende el desarrollo y verificación del subsistema de GNC y Gestión de Vuelo (*Flight Management*). Los principales hitos de esta nueva fase D serán las pruebas de calificación del Subsistema (SS-QR), las pruebas de aceptación del Sistema (S-AR) y la revisión de las Operaciones (S-ORR).

Las actividades de diseño de IXV comenzaron en 2008 y, a finales de marzo de 2011, se completó la Revisión Crítica de Diseño del Sistema (System CDR) que marcó el inicio de la fase D. El lanzamiento del vehículo IXV está previsto para finales de 2013. Despegará a bordo del lanzador Vega desde la base de Kourou, en la Guayana Francesa, hasta situarse a una altitud de unos 450 km, desde donde iniciará el vuelo de regreso a la Tierra hasta realizar un amerizaje suave y seguro en el Océano Pacífico. ■

Arriba: imagen artística del IXV en su fase de reentrada a la atmósfera.

MARS SCIENCE LABORATORY

Mecanismo de apunte de la antena de alta ganancia HGAG

Mars Science Laboratory (MSL), la próxima misión a Marte de la NASA, ha sido lanzada a finales de 2011. Consiste en un rover de exploración planetaria, conocido como Curiosity, que llegará a Marte en 2012 con la misión de examinar rocas para determinar los procesos geológicos que las originaron, estudiar la atmósfera marciana y determinar la distribución y circulación de agua y dióxido de carbono en cualquiera de sus estados: sólido, líquido o gaseoso.

Como parte de un acuerdo de colaboración tecnológica entre el Jet Propulsión Laboratory (JPL) y el CDTI, SENER ha participado en esta misión, mediante el desarrollo del mecanismo de apunte (HGAG) de la antena



de alta ganancia. El HGAG permitirá la comunicación bidireccional directa entre el rover en Marte y las estaciones de seguimiento en la Tierra. Se trata de un mecanismo de apunte de dos grados de libertad, elevación sobre azimut, que se integra sobre la plataforma del rover para posibilitar el apunte preciso de la antena hacia la Tierra. Cada grado de libertad se mueve independientemente mediante un actuador para conseguir las velocidades y precisiones requeridas. El mecanismo incorpora también un sistema de amarre en lanzamiento, que será liberado una vez que el rover esté situado sobre el suelo marciano.

El trabajo de SENER en este programa de la NASA se ha llevado a cabo exitosamente, dentro de los plazos previstos. ■

Arriba: HGAG instalado en el rover Curiosity que viajará a Marte.



PRIMARY PAYLOAD INSTRUMENT

Avance del proyecto SEOSAT INGENIO

Imagen del instrumento bajo responsabilidad de SENER montado sobre el módulo principal del satélite SEOSAT / INGENIO, por cortesía de EADS - CASA Espacio.

Esta fotografía muestra el excelente trabajo realizado hasta la fecha por el equipo de SENER. ■

SUBSISTEMA AOCS

Lanzamiento de Galileo IOV

El pasado viernes 21 de octubre tuvo lugar el lanzamiento de los dos primeros satélites GIOVE 1 y 2 de la Constelación Galileo a bordo del cohete Soyuz, desde el Puerto Espacial Europeo de Kourou, en la Guayana Francesa.

SENER ha participado durante casi cinco años en el equipo de Ingeniería de Sistemas del Segmento Espacial en AST-D, en Ottobrunn (Alemania), como responsable técnico del Subsistema de AOCS, así como en actividades relacionadas con la arquitectura de seguridad del sistema, tanto en el segmento Espacial, con la definición de los elementos de seguridad, como en los segmentos de Misión y Control de Satélites, con la supervisión del desarrollo de sus elementos de seguridad, hasta su integración completa en el sistema. ■





© AIRBUS MILITARY



fabricación 'llave en mano' de las estaciones 70 y 71, donde se ensamblan diversos componentes delanteros y traseros del avión (*front fittings* y *rear fittings*) que han de servir para unir el HTP al empenaje o cola del A350. SENER es también responsable de los útiles para las operaciones de taladrado del HTP para el montaje de la punta del ala (*tip*) y componentes traseros (*rear fittings*). Este proyecto finalizará en diciembre de 2011.

AIRBUS MILITARY

SENER colabora con Airbus Military desde 2007 en el programa de reducción de ruido en cabina del CASA C295, un avión de transporte táctico impulsado por dos motores turbohélice. En su configuración de patrulla marítima, el C295 tiene los objetivos de reducción de ruido más ambiciosos, lo que ha llevado a Airbus Military a desarrollar, junto con SENER, una serie de soluciones de minimización del campo acústico interior de esta variante.

AIRBUS A30X

En el campo de la acústica, SENER colabora también, desde 2011, en el programa A30X de desarrollo de futuras aeronaves focalizado en el uso de motores *open-rotor* y la integración de materiales compuestos. Debido al importante impacto acústico relacionado con los motores de tipo *open-rotor*, Airbus desarrolla, conjuntamente con SENER, soluciones estructurales optimizadas que permiten disminuir dicho impacto y, así, mejorar los niveles de confort acústicos en la cabina. ■■

En la imagen: mediciones acústicas en el marco del programa C295 de Airbus Military.



CONTRATOS CON AIRBUS

Participación en proyectos emblemáticos

SENER mantiene una estrecha colaboración con Airbus, a través de su participación en varios de sus modelos emblemáticos. Además del trabajo desarrollado en el A380, en los últimos años la empresa ha participado en otros proyectos que mencionamos a continuación.

AIRBUS A350 XWB

SENER ha colaborado con Airbus en el diseño estructural del A350XWB desde las etapas más iniciales del programa. En primer lugar, en la realización del diseño conceptual de las trampas del tren de aterrizaje, diseño que incluía, como gran elemento innovador, un revestimiento

monolítico en fibra de carbono. Posteriormente, ha llevado a cabo el diseño preliminar del *belly fairing* y de la sección 19.1, ambas con un uso extensivo de materiales compuestos. Actualmente, SENER es responsable de los entregables de ingeniería de fabricación de las piezas en fibra de carbono de ambas estructuras.

La empresa también ha llevado a cabo el proyecto *Wing Stringer Line* o célula de producción de larguerillos, donde es responsable de uno de los tres sistemas de trabajo, el *Work System A* (WSA). En él se generan los laminados de fibra de carbono y se cortan a las dimensiones requeridas para cada larguerillo. Airbus ha planificado la construcción de las versiones 800, 900 y 1000 del avión A350 XWB, por lo que las tres versiones deben poder fabricarse de manera flexible en la línea requerida. Se espera terminar el proyecto completo para julio de 2012.

Por último, en el montaje final del estabilizador horizontal (o HTP, en sus siglas en inglés), SENER realiza el diseño y

sistema. SENER comenzó los primeros prototipos en 2008, a través de proyectos financiados por el Gobierno Vasco y el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Los primeros resultados fueron presentados en el Congreso INSA de Toulouse, en mayo de 2010 y, más recientemente, en la feria AIRTEC celebrada en Frankfurt en noviembre de 2011.

Estos estudios previos han permitido a SENER participar en Actuation 2015, un programa iniciado en noviembre de 2011 y financiado por la Comisión Europea dentro del VII Programa Marco. Actuation 2015 refina a 55 empresas del sector con el fin de modularizar y estandarizar los actuadores electromecánicos y desarrollar los sistemas de *Health Monitoring*. En esta última actividad, SENER lidera el proyecto junto con BAE Systems. ■■

Arriba: microEMA con sistema de *Health Monitoring*. **Abajo:** módulo de *Health Monitoring*.

ACTUATION 2015

Health Monitoring en sistemas de actuación y control

Las tecnología de *Health Monitoring* o monitorizado de la salud de sistemas electromecánicos permite controlar, diagnosticar y pronosticar el estado de funcionamiento de los actuadores para optimizar su funcionamiento. Esto supone un ahorro en tareas de mantenimiento, sustitución y reparación, mediante sistemas inteligentes, y también una reducción de repuestos, siempre manteniendo la fiabilidad requerida al

SISTEMA RBS 70 NG

Autoridad de diseño y suministrador único de la unidad SMU

La empresa Saab Dynamics ha presentado recientemente el sistema RBS 70 NG, la nueva generación del sistema de defensa antiaérea de muy corto alcance (VSHORAD, en su acrónimo en inglés) RBS 70. Este sistema fue desarrollado originalmente por Saab Dynamics en los años 70 y utiliza una guía láser para conducir el misil hacia el blanco. Su capacidad de combatir cualquier blanco permite abatir con éxito aviones, helicópteros, misiles de crucero, vehículos aéreos no tripulados (UAV, en su acrónimo inglés) e incluso blancos armados tanto terrestres como aéreos.

RBS 70 NG está compuesto por un trípode sobre el que va montada la posición de tiro, llamada comúnmente 'sight'. El misil se ubica en la parte superior del 'sight' y, una vez disparado, es guiado hacia el blanco por un haz láser proyectado por dicho 'sight' a través de un espejo estabilizado, la unidad SMU. Tiene un rango efectivo de interceptación de 8 km con una cobertura en altura superior a los 5 km. Emplea una técnica de guiado conocida como *Laser Beam Riding*, prácticamente imposible de interferir.

El nuevo RBS 70 NG cuenta con una tecnología más avanzada, una nueva generación del 'sight' que integra nuevas funcionalidades, como el seguimiento automático de blancos, una interfaz de usuario más intuitiva y la operación 24/7. Además, esta nueva versión ha conseguido reducir considerablemente el peso del puesto de tiro, a prácticamente la mitad del original, lo que permite una mayor movilidad.

SENER participa en este sistema como autoridad de diseño y suministrador único de uno de los equipos claves del puesto de tiro, la unidad SMU (acrónimo inglés de *Stabilised Mirror Unit*) o unidad de espejo estabilizado.



© Saab AB, todos los derechos reservados

Esta unidad tiene dos funciones principales: por una parte, dirigir el láser según los comandos indicados desde el puesto de tiro y, por otra, mantener el láser estabilizado ante otras fuentes externas de movimiento.

Se trata de un sistema de muy altas prestaciones que ha sido desarrollado con éxito por SENER, como se pudo comprobar en las pruebas que Saab Dynamics llevó a cabo durante los días 6 y 7 de septiembre en Kalrskoga (Suecia) y que contaron con la participación de varios responsables de SENER y de una delegación del Ministerio de Defensa español. ■■

Foto: unidad de espejo estabilizado SMU, diseñada por SENER, dentro del puesto de tiro.

PROGRAMA WIMAAS

Futuro sistema europeo unificado de vigilancia marítima

SENER participa en el programa WIMAAS (acrónimo de *Wide Maritime Area Airborne Surveillance*), un proyecto que forma parte del VII Programa Marco europeo y que tiene como objetivo la creación de un futuro sistema europeo unificado de vigilancia marítima.

El proyecto, en el que participan 14 empresas e instituciones europeas de diez países, consiste en establecer un sistema óptimo de vigilancia marítima desde el aire, con menores costes de operación, mayor autonomía y mayor eficiencia que los actuales. Unas de las situaciones estudiadas consiste en la utilización de aeronaves no tripuladas (UAV) o que empleen la menor tripulación posible.

En este programa, SENER es responsable del paquete de trabajo que estudia los métodos de procesamiento de datos a bordo, además de participar activamente en otros como la identificación y estudio de los sistemas de adquisición de datos. También contribuye con el desarrollo de un algoritmo genético para el dimensionamiento y optimización de los recursos

necesarios en la vigilancia marítima, en función de las condiciones de la zona.

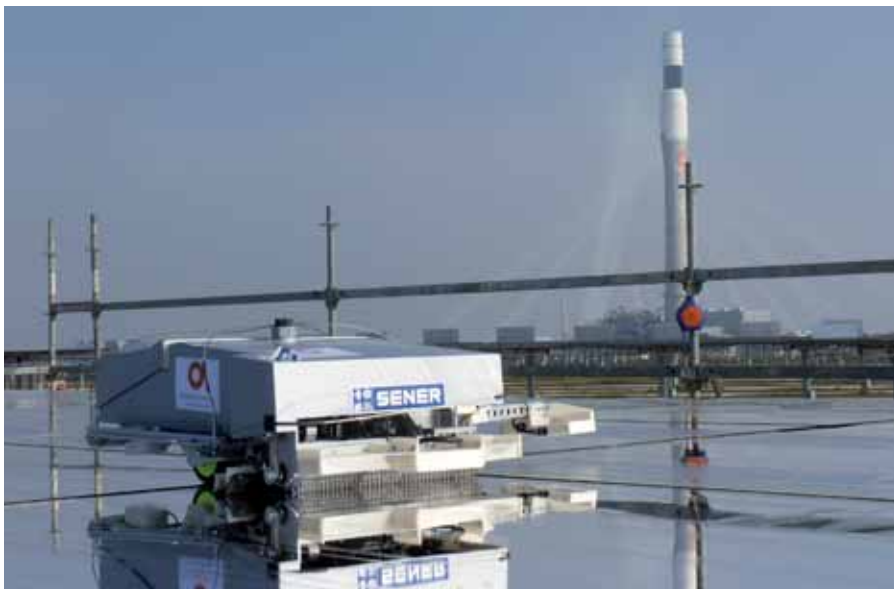
El pasado verano, SENER participó en un ensayo del programa que se llevó a cabo en el centro de experimentación CEDEA, del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), ubicado en la localidad onubense de El Arenosillo. En este ensayo, SENER se encargó de la organización y logística. También

participó el INTA, a través de la aportación de elementos opto-electrónicos de seguimiento, y la Guardia Civil con su sistema SIVE (Sistema Integrado de Vigilancia Exterior) para realizar la localización de un objetivo previamente definido. El ensayo consistió en la localización, en una situación de emergencia simulada, de un objetivo con la ayuda de un vehículo UAV. Su desarrollo fue un éxito y permitió obtener conclusiones provechosas para el equipo de trabajo de WIMAAS.

El proyecto WIMAAS está a punto de concluir y publicará sus resultados en los próximos meses. ■■

En la imagen: participantes en el experimento WIMAAS.





TECNOLOGÍA SOLAR

Sistema HECTOR para limpieza de heliostatos

Las plantas de receptor central de torre constan de un gran número de heliostatos cuya superficie reflectante, compuesta de espejos, concentra los rayos solares en el receptor, ubicado en lo alto de una torre. Mantener la reflectividad máxima de los espejos es de gran importancia

para optimizar el aprovechamiento de la energía solar.

Uno de los factores que mayor impacto negativo tiene en la reflectividad es la suciedad de los espejos. Limpiarlos es, por tanto, una labor de mantenimiento básica en los campos solares, con una

incidencia directa sobre la producción eléctrica de la planta.

Por este motivo, SENER ha patentado, diseñado y desarrollado HECTOR (acrónimo de *HEliostat Cleaning Team Oriented Robot*), un innovador sistema de limpieza para heliostatos. Este sistema consiste en una flota de robots, en la que cada robot es capaz de limpiar de forma totalmente autónoma un heliostato completo. El operario realiza labores de distribución, soporte y mantenimiento de la flota de robots. Este concepto permite realizar una limpieza simultánea de los heliostatos mediante una flota de robots que trabajan en paralelo, asistidos por un único operario, lo que optimiza el proceso y minimiza los costes de operación.

Gracias a su novedoso diseño, HECTOR consigue un excelente grado de limpieza con un mínimo consumo de agua, como han validado las pruebas realizadas en la planta Gemasolar, propiedad de Torresol Energy. Además, HECTOR puede funcionar por la noche, sin afectar a la captación de energía diurna y aprovechando la posición horizontal de los heliostatos tras la puesta de sol. De este modo, no requiere maniobras de posicionamiento especiales. ■■

En la imagen: un robot del sistema HECTOR operando en pruebas en Gemasolar.

BIOMEDICINA

Equipo de diagnóstico Theraedge

NTE-SENER participa en el proyecto europeo Theraedge, dentro del VII Programa Marco de la Comisión Europea, cuyo objetivo es el desarrollo de un equipo de diagnóstico de infecciones respiratorias 'al lado del paciente' (llamado técnicamente *Point of Care Testing*) basado en la identificación de ADN a través de la saliva.

Este equipo de diagnóstico será capaz de llevar a cabo dicha identificación del ADN marcándolo con fluorocromos, sin amplificación de la muestra. A diferencia de los equipos que se emplean actualmente, el equipo Theraedge realizará todo el bioensayo dentro de un único cartucho, controlado de forma automática, que contiene todos los reactivos necesarios. Este sistema, que ha recibido el nombre de 'Laboratorio en un chip', permite por tanto que, en un solo análisis,

se identifiquen hasta 20 patógenos distintos. Todo el proceso se realizará en 30 minutos, lo que permitirá al médico tener un diagnóstico preciso en un corto período de tiempo para decidir el tratamiento más adecuado.

En este proyecto, NTE-SENER es responsable del paquete de trabajo

número 6, que comprende el desarrollo de la plataforma operativa de detección y de la integración de todo el sistema.

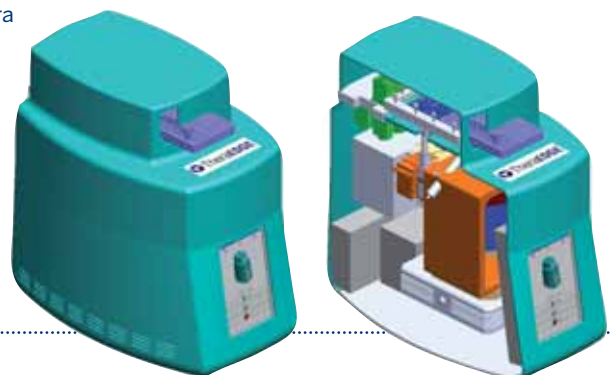
Junto a NTE-SENER, en Theraedge participan otros 15 socios de nueve países.

Theraedge es un proyecto de cuatro años que concluirá a finales de 2012. ■■

EN THERAEDGE, el médico toma una muestra de esputo del paciente con un escobillón y la introduce en el cartucho. Dicho cartucho se mete, a su vez, en el instrumento, que activará la reacción para procesar la muestra. De este modo, se llegará a un estado final que permita la realización del diagnóstico mediante el procesamiento de una imagen tomada por una cámara de alta definición. La interacción entre el instrumento y el cartucho se realiza mediante los siguientes parámetros:

- el control de presión de aire en 20 puertos;
- el accionamiento de cuatro válvulas rotatorias;

- tres áreas de control de temperatura (40-95°C);
- cuatro puntos de detección de paso de fluido;
- una zona de separación magnética;
- cuatro cámaras de detección fluorocromos; y
- el control de toda la secuencia del ensayo.





AUTOPISTA TRANSMONTANA

Inauguración de los tres primeros tramos

El 14 de septiembre fueron inaugurados los primeros tres tramos de la autopista Transmontana de Portugal, que comprenden un total de 20 km. La autopista Transmontana es una vía de 135 km de

longitud, concesionada a Autoestradas XXI – una UTE formada por Soares da Costa y Globalvía (FCC) – con dos tramos con peaje electrónico y el resto con peaje sombra. SENER ha llevado a cabo el proyecto

constructivo completo de esta autopista, a excepción de los sistemas ITS (o sistemas inteligentes de transporte, en su acrónimo inglés). ■■

En las imágenes: dos tramos de la autopista.

INDEPENDENT CHECKING ENGINEER

Tranvía de la nueva ciudad de Lusail, en Catar

SENER está llevando a cabo el proyecto del tranvía de la nueva ciudad de Lusail, en Catar. En concreto, la empresa lleva a cabo la revisión, como empresa de ingeniería independiente (*Independent Checking Engineer*, ICE), del diseño de detalle y la supervisión de obra del falso túnel, en la parte referente a obra civil, del tranvía. Se trata de un proyecto adjudicado por Qatar Diar Vinci Construction (QDVC), una asociación entre una empresa de Catar y la firma francesa Vinci. El cliente final del proyecto del tranvía es la compañía

Qatar Railways Development Company, creada recientemente, cuya función es organizar todo el desarrollo ferroviario, tanto de ferrocarril como de transporte urbano, de Catar.

El proyecto del tranvía de Lusail comprende los siguientes trabajos: cuatro líneas operativas del tranvía; 17,8 km de doble vía a nivel; 8,2 km de vía única a nivel; 6,6 km de doble vía subterránea en corte y falso túnel; 22 estaciones a nivel; siete estaciones subterráneas, de ellas cuatro en el distrito Marina, una en la ciudad del Entretenimiento, otra en la ciudad de la Energía y otra en el distrito de Qatar Petroleum; un viaducto que atraviesa la carretera Norte y el ferrocarril regional, que incluye una estación elevada de interconexión; y una cochera, un edificio de mantenimiento y una vía de pruebas. Cabe destacar que 30 vehículos del tranvía utilizan tecnología sin catenaria.

Los trabajos de SENER en el tranvía de Lusail comenzaron en octubre de 2009, cuando

la empresa se adjudicó la primera fase, que consistía en una revisión general del proyecto conceptual. En mayo de 2010 SENER se adjudicó la ampliación para el ICE del diseño de detalle y la supervisión de obra del falso túnel. Tras este proyecto, cuya duración es de 20 meses, está previsto que haya una posible ampliación de los trabajos al ICE de las estaciones, también en los trabajos referentes a la obra civil. ■■

En la imagen: avance de las obras del falso túnel del tranvía.





METRO DE SAN SEBASTIÁN

Proyecto constructivo del tramo La Concha - Morlans

Durante los últimos años, la zona de Donostialdea, que comprende todo el área metropolitana de San Sebastián, tanto la ciudad como los pueblos aledaños, ha experimentado un fuerte incremento de los problemas de movilidad vial. Estos problemas se deben a un uso creciente del vehículo privado, una tendencia que la oferta de transporte público de la capital guipuzcoana no ha sido capaz de contrarrestar.

Por esta razón, el Departamento de Vivienda, Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco solicitó al gestor de la red ferroviaria autonómica, ETS (acrónimo de Euskal Trenbide Sarea), que procediera a definir las actuaciones necesarias para con-

vertir las líneas ferroviarias existentes en un sistema de metro de altas prestaciones.

Actualmente, San Sebastián cuenta con varias líneas ferroviarias, gestionadas por ETS y ADIF, que enlazan la capital con los pueblos de alrededor y las principales ciudades del País Vasco y del resto de España. Entre ellas se encuentra el llamado 'topo', que funciona como un tren de cercanías y enlaza el barrio de Amara con la ciudad francesa de Hendaya, con 14 estaciones.

A partir de las líneas ya existentes, ETS redactó un estudio informativo que proponía la construcción de un tramo de metro subterráneo de 5,54 km de longitud en el casco urbano de San Sebastián, con cinco nuevas estaciones.



Este nuevo tramo subterráneo conecta las líneas existentes Bilbao-San Sebastián y San Sebastián-Hendaya, unificándolas en una sola línea, y acerca las nuevas estaciones a las áreas más pobladas de la ciudad, mejorando la calidad de la oferta de transporte. Tras elaborar este estudio informativo, ETS ha licitado el proyecto constructivo del nuevo tramo, en forma de tres contratos independientes. El proyecto constructivo es la última etapa en el diseño de una obra y constituye el documento que sirve de base para la contratación de las obras de construcción.

En junio de 2011, ETS adjudicó a SENER la redacción del proyecto constructivo de uno de los tres tramos del metro de San Sebastián, el que comprende el trayecto La Concha-Morlans, de 1,6 km de longitud. Este contrato incluye el proyecto de dos estaciones, la de Centro-La Concha y la de Easo.

En este momento, el equipo de SENER está realizando un estudio de alternativas de trazado y la campaña geotécnica, con el objeto de definir las condiciones del terreno en que se proyectará el metro. El plazo para la realización del proyecto es de doce meses. ■■

En las imágenes, a la izquierda: vista del paseo de la Concha, en San Sebastián; **a la derecha:** centro urbano de San Sebastián.

NUEVO CONTRATO DE EMA

Primera línea del metro de Orán

La sociedad pública del metro de Argelia, Entreprise Métro d'Alger (EMA), encargada del transporte urbano en el país y dependiente de su Ministerio de Transportes, ha adjudicado a SENER, en concurso público internacional, el contrato para la realización de los estudios de la primera línea del metro de Orán.

Este contrato, firmado el 11 de septiembre de 2011, incluye tanto el estudio preliminar como el proyecto básico y de detalle de los siguientes trabajos: arquitectura y obra

civil, vía, alimentación de energía eléctrica, sistemas electromecánicos, sistemas de señalización, control de la conducción, telecomunicaciones y puesto de mando central, así como el estudio del material móvil. El proyecto incluye también el estudio de explotación y de mantenimiento de los diferentes sistemas. Es, por lo tanto, uno de los estudios de metro más completos que SENER va a realizar.

La estimación inicial, que tendrá que ser confirmada a lo largo del estudio preliminar, considera una línea subterránea de 17 kilómetros y un total de 20 estaciones. El plazo para la realización del proyecto es de 30 meses.

Además de este proyecto, en Argelia SENER también ha realizado, por encargo de EMA y dentro del consorcio Ensitrans,



los trabajos de diseño, acompañamiento al proceso de licitación y dirección de obra (en curso) del tranvía de Orán, así como de tres extensiones del metro de Argel. ■■

En la imagen: variantes de trazado en el estudio para el metro de Orán.



REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO

Plataforma del Corredor Mediterráneo de Alta Velocidad, tramo: Los Mayoriales–Almería

SENER se ha adjudicado, en UTE con Geoconsult, el contrato de redacción del proyecto de plataforma del Corredor Mediterráneo de Alta Velocidad, en el tramo comprendido entre Los Mayoriales y Almería. En virtud de este contrato, SENER llevará a cabo la redacción de un

proyecto básico y, posteriormente, del proyecto de construcción.

Este tramo forma parte de una actuación global, recogida en el PEIT, que pretende dar continuidad al Corredor Mediterráneo de Alta Velocidad entre las ciudades de Murcia y Almería.

El tramo en cuestión discurre por los términos municipales de Almería, Viator y Huércal de Almería, con una longitud aproximada de 7 km de vía doble.

Las obras singulares del tramo que merecen especial atención son el túnel bajo el polígono industrial La Juaida (Viator), de más de 800 metros, y un viaducto sobre el cauce del río Andarax de 500 metros de longitud.

Tal y como se estableció en el estudio informativo, el trazado del tramo se apoya en el corredor definido por la autovía A-7, en su mayor parte, con el propósito de reducir la afectación de los cultivos de invernadero que en esta zona de Almería son tan comunes. Dada la proximidad de la ciudad, existen numerosas edificaciones y, sobre todo, un polígono industrial que obliga a plantear soluciones singulares. Además, se trata de una zona próxima al mar, con un régimen de lluvias abundante, por lo que hay que prestar especial atención a la existencia de importantes ramblas y, en especial a la presencia del río Andarax, el más importante de la provincia.

SENER ha comenzado a trabajar en este contrato de redacción del proyecto en el mes de junio de 2011. El plazo estimado de ejecución es de 24 meses. ■■

En la imagen: trazado del tramo comprendido entre Los Mayoriales y Almería del Corredor Mediterráneo de Alta Velocidad.

LIBRAMIENTO FERROVIARIO

Gerencia y construcción del libramiento ferroviario de Morelia, en Michoacán

El pasado mes de octubre, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de México adjudicó a SENER el contrato de la gerencia de proyecto y obra para la supervisión de los estudios previos, proyecto ejecutivo y construcción del libramiento ferroviario de la ciudad Morelia y nuevo patio de maniobras en el estado de Michoacán.

De este modo, la SCT pretende dar respuesta a un problema de congestión del tráfico de la ciudad con tiempos actuales de bloqueo de hasta 12 minutos,

afectación a la circulación principal hasta en 14 cruces urbanos con afectación directa a 250.000 habitantes y demoras en la circulación del ferrocarril.

Este contrato comprende la reubicación de patio y libramiento ferroviario de 80 km, que retira las operaciones del centro de la ciudad de Morelia. En las estimaciones de la SCT, este plan supondría un ahorro para los vehículos privados del 35% del tiempo de recorrido al eliminar el bloqueo que supone el actual trazado del ferrocarril por el centro urbano. El nuevo trazado queda inscrito dentro del corredor que va del puerto de Lázaro Cárdenas, en la costa del Pacífico, a Nuevo Ladero, en la frontera con EE UU, y forma parte del proyecto NAFTA Rail.

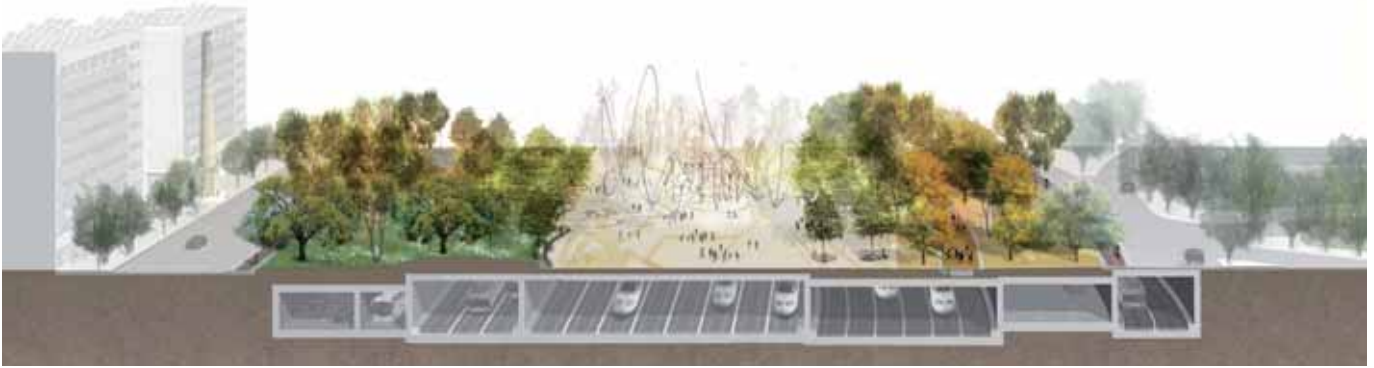
La gerencia consiste en cuatro módulos: en el primero, se realizan los estudios de factibilidad de trazado, así como un estudio de movilidad en las vialidades afectadas, y se da soporte a la SCT para la liberación del derecho de vía. El segundo módulo consiste en la redacción y asesoramiento a la SCT de las licitaciones para los contratos del proyecto ejecutivo y de Manifestación de Impacto Ambiental

(MIA). Los dos módulos finales consisten en la coordinación y el seguimiento de los proyectos y las obras, así como el control físico y presupuestario de los trabajos.

El plazo de ejecución de este proyecto es de tres años, con las siguientes etapas: inicio de la gerencia en octubre de 2011; inicio del proyecto en enero de 2012; inicio de las obras en julio de 2012; y fin de los trabajos en octubre de 2014. ■■

En la imagen: trazado del libramiento de Morelia.





EL PARQUE DEL CAMINO CONDAL

Plan director y proyecto de ejecución del Parque Lineal de La Sagrera-Sant Andreu

El equipo de arquitectura e ingeniería, formado por SENER, Alday Jover Arquitectura y Paisaje, RCR Arquitectes y West 8, se ha adjudicado el contrato para la redacción del plan director y el proyecto de ejecución del Parque Lineal de La Sagrera. El promotor del proyecto es BSAV, sociedad formada por ADIF, la Generalitat de Catalunya y el Ayuntamiento de Barcelona para las actuaciones ferroviarias y urbanas en el entorno de la futura estación central de alta velocidad de Barcelona La Sagrera.

El parque se construye sobre el acceso ferroviario a la futura estación central de alta velocidad. El eje ferroviario se entierra y cubre en una longitud de unos 3.500 m y la superficie se integra en la ciudad mediante el parque, que ocupa una extensión de más de 250.000 m².

El proyecto desarrolla la propuesta denominada 'El Parc del Camí Comtal' - El Parque del Camino Condal' presentada a concurso por el equipo de arquitectura e ingeniería.

El Camino Condal restablece el ancestro *Rec Comtal* - Riego Condal, infraestructura hidráulica de abastecimiento de la ciudad de Barcelona construida en la época romana y perdida en los inicios del siglo XIX. Se recupera así un nexo de unión entre la naturaleza y el centro urbano, el mar y la montaña, un camino

natural para las personas como protagonistas de una nueva era de metrópolis más habitable y sostenible. Se introduce en la trama Cerdà una vía de ritmo lento como contrapunto a la frenética actividad urbana que representa actualmente la Diagonal, la avenida de mayor longitud de Barcelona.

La propuesta otorga contenido propio a cada uno de los cinco ámbitos del plan director: el ámbito Sant Andreu comprende el Mosaico de Sant Andreu, las Huertas del Estadella y los Frutales de la Maquinista. Al pie del núcleo urbano se plantea un talud floral que ilumina el barrio donde antes había una trinchera ferroviaria como límite. Más allá de la estación de cercanías, las Huertas del Estadella ofrecen las plantaciones de frutales. Es el vergel del barrio.

El ámbito Bac de Roda es la bienvenida de Barcelona para los pasajeros provenientes en el

tren de alta velocidad. Es un jardín labrado que ofrece una imagen verde de la ciudad al pasajero, mientras identifica edificios emblemáticos como la Sagrada Família o la Torre Agbar enmarcados por el puente de Bac de Roda.

El ámbito La Sagrera es la continuación de Bac de Roda a través de la estación de la Sagrera, es el de mayor amplitud, lo que permite establecer un espacio resguardado por sombras en el que se pueden desarrollar un gran número de actividades.

Por último, los ámbitos Taller Talgo y Taller Integria son las ágoras deportivas. Como en La Sagrera, el parque se ensancha y, siempre protegidos por sombras, se crean nuevos espacios deportivos.

En cada uno de estos ámbitos, el equipo de arquitectura e ingeniería ha ideado un diseño que integra una vegetación de árboles frutales y otras especies seleccionadas en función de su masa arbórea para proyectar sombras, de arbustos con plantas aromáticas y de praderas floridas. Esta vegetación determina los materiales escogidos para el mobiliario del parque. Los espacios se decoran con elementos escultóricos y se presta especial atención a la iluminación natural.

Dentro del ámbito de intervención del proyecto se sitúan también los equipamientos de ludoteca, guardería, hogar de ancianos y centro de barrio. Otros equipamientos propuestos son locales de restauración en el sector del Mosaico de Sant Andreu y equipamientos más culturales al final de las Ágoras Deportivas de Santa Coloma. También se prevén invernaderos que se sitúan bordeando el vial descubierto de la calle Ferran Junoy, en el ámbito de las huertas y los frutales. El plazo de ejecución de este contrato es de 14 meses. ■■

En las imágenes: infografías del futuro parque del Camino Condal.

EL TRABAJO DE SENER en este proyecto se articula en dos fases. La primera fase comprende la participación en el plan director, en el diseño conceptual de estructuras e instalaciones y la estimación del presu-

puesto de las actuaciones. La segunda fase desarrolla la redacción del proyecto de urbanización de las fases 1, 2 y 3 del parque, que incluye el cálculo de estructuras, la elaboración del anejo de servicios afectados, la red

de agua y drenaje, la red eléctrica, la red de telecomunicaciones, la red contra incendios, la red de gas, el pliego de prescripciones técnicas, el presupuesto y los trabajos correspondientes a seguridad y salud.



PLANTAS VALLE 1 Y VALLE 2

Finaliza la mayor construcción en paralelo en contrato EPC de **dos plantas termosolares en España**

Las plantas Valle 1 y Valle 2, dos proyectos termosolares promovidos por Torresol Energy, están a punto de comenzar la operación comercial. Se trata de dos plantas gemelas, de tecnología cilindro parabólica y de 50 MWe de potencia cada una, localizadas en San José del Valle (Cádiz). Ambas plantas cuentan con almacenamiento térmico, que les permite seguir produciendo electricidad en ausencia de radiación solar durante 7,5 horas por cada planta.

Los contratistas de los dos proyectos, en modalidad EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) o 'llave en mano', son dos consorcios formados al 50% por SENER y Cobra. SENER lidera ambos consorcios, como responsable de la dirección de proyecto, y aporta el 100% de la tecnología y la ingeniería de las plantas.

Las obras en las plantas Valle 1 y Valle

2 comenzaron oficialmente en diciembre de 2009 y está previsto que finalicen en diciembre de 2011, cuando las plantas entren en operación comercial. Desde el inicio, la construcción de las dos plantas se ha realizado en paralelo, con el esfuerzo que esto supone en la gestión de los distintos suministros (compras, fabricación, inspección, autorización de envío a obra, transporte, recepción y almacenaje en obra), en la supervisión de los distintos subcontratistas, en el control de la calidad de ejecución y, en definitiva, en la planificación y avance de las obras. Esta construcción en paralelo ha convertido a Valle 1 y Valle 2 en un hito dentro del sector termosolar.

Cabe mencionar que en la construcción y puesta en marcha en el emplazamiento de los dos proyectos han participado alrededor de 3.850 trabajadores y se han superado las 2.500.000 horas de trabajo.

EVOLUCIÓN DE LAS OBRAS

En diciembre de 2009 comenzaron las obras de las plantas con la orden de inicio de los trabajos (*Notice To Proceed, NTP*). Hasta entonces, se habían llevado a cabo determinadas actividades relacionadas con el movimiento de tierras de los dos campos solares. Sin embargo, debido a las fuertes lluvias caídas por aquellas fechas, no se pudo volver a entrar al emplazamiento para reanudar los trabajos hasta finales del mes de marzo, es decir, tres meses después del arranque oficial de los proyectos.

El primer colector del campo solar (la primera unidad SCE, *Solar Collector Element*) se ensambló y montó en el campo solar en agosto de 2010 y el último, el SCE número 14.976, en abril de 2011. La cadencia de ensamblaje llegó a alcanzar los 120 colectores al día en la cadena de montaje.

Un par de semanas después finalizó el montaje de los 22.464 tubos colectores (*Heat Collector Elements, HCE*). Por cada planta, se prefabricaron en una nave los 7.488 conjuntos de 12 m, cada uno de ellos formado por tres tubos de 4 m, y, posteriormente, se fueron transportando, montando y soldando en el campo sobre los colectores.

Las tuberías que distribuyen el aceite



térmico por todo el campo solar, aproximadamente 60.000 pulgadas por cada una de las plantas, se prefabricaron en un taller en Almería desde octubre de 2010 hasta febrero de 2011, para acabar ensamblándose en un taller ubicado en la obra y, finalmente, terminar su montaje en el propio campo solar.

En septiembre de 2010 se posicionaron las turbinas de vapor en sus pedestales. En paralelo, se fueron tendiendo y conexionado los cables por los dos campos solares para la alimentación de los grupos hidráulicos y controladores locales de los colectores. Asimismo, se fue ejecutando la obra civil de las áreas centrales: redes enterradas, cimentaciones especiales (tanques de sales, pedestales de turbinas, depósitos de aceite, etc.), edificios y cimentaciones del resto de depósitos y equipos, así como de la estructura metálica (*racks* de tuberías).

La prefabricación y montaje de tuberías de las dos áreas centrales, que comprenden 75.000 pulgadas por cada planta, se inició a finales del mes de enero del presente año y se finalizó en junio en Valle 1 y en julio en Valle 2.

Tras las primeras transferencias de sistemas eléctricos realizadas a lo largo del mes de abril de 2011, el equipo de puesta en marcha llevó a cabo las primeras energizaciones (cuadros de esenciales, corriente continua y sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), desde el nivel de tensión de 6,3 kV hasta baja tensión). A medida que se iban finalizando mecánicamente los distintos sistemas, se procedió a la limpieza de los circuitos: soplado de las tuberías del campo solar, soplado de las líneas de fluidos calientes (*Heat Thermal Fluid*, HTF) y sales, y limpieza química y soplado con aire de las líneas del ciclo agua/vapor.

Con los circuitos limpios, se procedió al llenado de los circuitos con aceite térmico, empleando 2.300 toneladas por cada planta.

PROYECTOS DE I+D. Como parte de la actividad de investigación y desarrollo de tecnología termosolar propia, que ha convertido a SENER en una compañía líder en este sector, la empresa prueba dos nuevos prototipos en la planta Valle 2: un sistema de almacenamiento térmico mono-tanque y un lazo con el sistema de colectores SENERtrough 2 (SNT2). El objetivo del primer desarrollo es construir (un objetivo cumplido al 80% en estas fechas) y ensayar un sistema de almacenamiento térmico mono-tanque, que emplea sales frías y sales calientes contenidas en un mismo tanque. Este prototipo tiene como fin comprobar su funcionamiento y prestaciones, en concreto los de la barrera aislante. El sistema mono-tanque es una versión a escala reducida del sistema de una planta comercial y tiene una capacidad

También se llevó a cabo la fusión de las sales, un combinado de nitrato sódico y nitrato potásico, empleando por cada planta 29.600 toneladas. En paralelo, se fueron finalizando, transfiriendo y poniendo en servicio los distintos sistemas de la planta.

Es preciso apuntar que la mayor parte de la puesta en marcha de las plantas se ha realizado con un suministro eléctrico desde grupos electrógenos (hasta 8 MVA por planta), pues hasta mediados de septiembre de 2011 no estuvo disponible la red eléctrica externa. Desde esa fecha, las plantas están conectadas a la red de 400 kV de Red Eléctrica de España. El hecho de no poder consumir energía de la red para las actividades propias de la puesta en marcha ha ralentizado el desarrollo de esta fase final de los proyectos.

Hasta fin de año, fecha prevista para la entrega de las plantas, y una vez realizadas las primeras sincronizaciones de los turbo-grupos con la red, las tareas que restan son las relativas al ajuste y operación conjunta de los distintos sistemas que componen las plantas (campo solar, almacenamiento térmico, sistemas de aceite y central térmica) y las pruebas de prestaciones. ■■

En la otra página: isla de potencia de una de las Valle, con los tanques de sales. **En esta página, arriba:** vista del campo solar; **debajo:** vista aérea de la isla de potencia. **Bajo estas líneas:** colector SENERtrough.



de almacenamiento del orden de un 2,5% de la capacidad del sistema de almacenamiento bi-tanque de Valle 2.

El objetivo del lazo SNT2 es montar (un objetivo ya cumplido) y ensayar un lazo formado por colectores del tipo SENERtrough 2, con el fin de medir su rendimiento real y compararlo con el SNT1. El colector SNT2 es conceptualmente similar al colector SNT1, excepto por su mayor tamaño. Se trata de un colector diseñado con criterios de producto final para una planta comercial y está previsto que permanezca en la planta durante toda la vida útil de ésta.

EPC EN ARGENTINA

Central de ciclo combinado Bicentenario, en la provincia de Córdoba

SENER está finalizando el contrato EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) o 'llave en mano' de la central termoeléctrica de ciclo combinado Bicentenario, de 500 MW de potencia en 132 KV, que se ha construido en el municipio de Pilar, ubicado en la provincia de Córdoba (Argentina). Este contrato había sido adjudicado a SENER, en consorcio con otra empresa, en 2008 por la Empresa Provincial de Energía de Córdoba.

La nueva central ha sido instalada al lado de una vieja central térmica de ciclo vapor

y ha significado un aporte importante al sistema eléctrico interconectado de Argentina en general, y de la provincia de Córdoba en particular, ya que, junto con la central, se ha construido una línea de alta tensión y dos subestaciones transformadoras en la propia capital provincial.

SENER ha llevado a cabo en este proyecto toda la ingeniería básica y la ingeniería de detalle, así como los trabajos de puesta en marcha, que han sido también responsabilidad directa de la empresa. SENER ha compartido con su socio dentro del consorcio, la empresa Electroingeniería, los trabajos de construcción civil y el montaje electromecánico y de instrumentación.

El consorcio constructor acordó un nuevo plazo contractual, por retrasos (ajenos al consorcio) del estipulado inicialmente, y está ya completando los últimos trabajos. A mediados de 2010 entraron en operación comercial las dos máquinas de combustible gas y combustible diésel. La máquina de vapor ya ha arrancado, se ha realizado la primera sincronización y



entrará en operación comercial a finales de 2011.

La construcción de la obra significa un hito muy importante de SENER en Argentina y en Latinoamérica, ya que ha sido uno de los primeros contratos EPC en esta región y ha supuesto la creación de un equipo de profesionales y técnicos en Argentina, con capacidad para gestionar este tipo de obras.

La central Bicentenario ha sentado firmemente las bases para que SENER continúe su actuación en el mercado regional, en grandes proyectos del tipo EPC, que es la modalidad imperante en la actualidad en todos los mercados mundiales. ■■

En la imagen: vista aérea de la central Bicentenario en la actualidad.



EPC EN REGASIFICACIÓN

Planta de regasificación de Dunkerque, en Francia

SENER ha firmado con Dunkerque LNG, una empresa subsidiaria de EDF, un contrato para el desarrollo de una planta de regasificación en la localidad de Dunkerque, en el norte de Francia. SENER se ha hecho adjudicatario de este contrato EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) dentro del consorcio TS LNG, formado por SENER y Techint. SENER coordinará la actividad del consorcio.

La planta de regasificación de Gas Natural Licuado (GNL) de Dunkerque contará con tres tanques de almacenamiento de 190.000 m³ y estará en condiciones de producir 13.000 millones de m³ por año de gas natural, lo que equivale a un caudal de 1,9 millones m³(m)/h (millones de metros cúbicos por hora). Contará con un muelle de atraque, brazos y tuberías de descarga, tanques de al-

macenamiento, sistemas para regasificación y emisión de gas, sistema de recuperación de BOG (*Boil-off Gas*), antorcha, sistema de bombeo de agua de mar para vaporización, sistemas auxiliares y el conjunto de edificios (oficinas, control, seguridad, talleres, etc.) precisos para la operación.

Dentro del consorcio TS LNG, SENER llevará a cabo el desarrollo de toda la ingeniería básica y de detalle, la adquisición de los equipos y las obras de construcción correspondientes a los trabajos de obra civil, edificios, atraque, tuberías de descarga y planta de proceso de regasificación de la central y se coordinará con el consorcio responsable de los tanques y el túnel. También realizará las actividades de pruebas y puesta en marcha de la instalación. Las obras se extenderán por un periodo de cuatro años, con lo que la planta estará operativa en 2015.

Este nuevo contrato supone la consolidación en Europa de TS LNG como empresa de plantas de regasificación de gas natural licuado. En 2011, TS LNG ha finalizado el proyecto EPC de la terminal de GNL Gate terminal, en Róterdam (Holanda).

Al igual que en Gate terminal, en el diseño de la central de Dunkerque SENER prestará una atención especial a cuatro aspectos principales: la seguridad, el medio ambiente, la disponibilidad y la versatilidad de la operación. ■■

En la imagen: infografía de la terminal de Dunkerque.



SENERTROUGH-1

Contratación de un nuevo campo solar en **Villena** y mediciones de calidad óptica en **La Africana**

Recientemente, SENER ha finalizado la contratación de un nuevo campo solar para la UTE Termosolar Villena, formada por FCC y Seridom. El propietario de la planta es la compañía Enerstar Villena.

La planta, situada en el término municipal de Villena (Alicante), consta de un campo solar de 105 lazos (343.350 m² de superficie de espejo) y una turbina de 50 MW. El reducido espacio del terreno disponible no permite un tamaño de campo solar mayor que aconseje la utilización de un sistema de almacenamiento térmico.

El proyecto consiste en el suministro EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), esto es, ingeniería, suministro, construcción y puesta en marcha, de los 105 lazos del campo solar, incluidos todos los componentes clave: estructura metálica, espejos, tubos absorbentes, cajas de control y sistema de control integrado del campo solar.

El campo solar de Villena es el segundo que SENER suministra a una UTE integrada por FCC y el sexto que

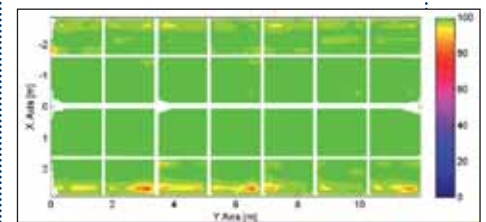
construye en la modalidad EPC, después de suministrar los campos de Aste IA y IB para Elecnor, Soluz Guzmán para FCC-Abantia, Orellana para Acciona Energía y La Africana para TSK-Ortiz. Villena es, a su vez, la planta número 21



en la que SENER participa y la 17 en la que se usa el colector SENERtrough.

A día de hoy, SENER fabrica 5 km de colector SENERtrough cada día. Gracias a este despliegue, la empresa ha desarrollado una capacidad de industrialización muy importante, lo cual ha permitido reducir significativamente los costes de implantación de los campos solares cilindro-parabólicos. Además, la calidad óptica de los colectores fabricados se ha incrementado de manera continua, como prueban las últimas mediciones realizadas en la planta termosolar La Africana, ubicada en Palma del Río (Córdoba). ■■

En ambas fotografías: lazos de colectores SENERtrough instalados en la planta de Villena. **Debajo de estas líneas:** muestra del análisis por deflectometría del colector SENERtrough realizado en la planta La Africana.



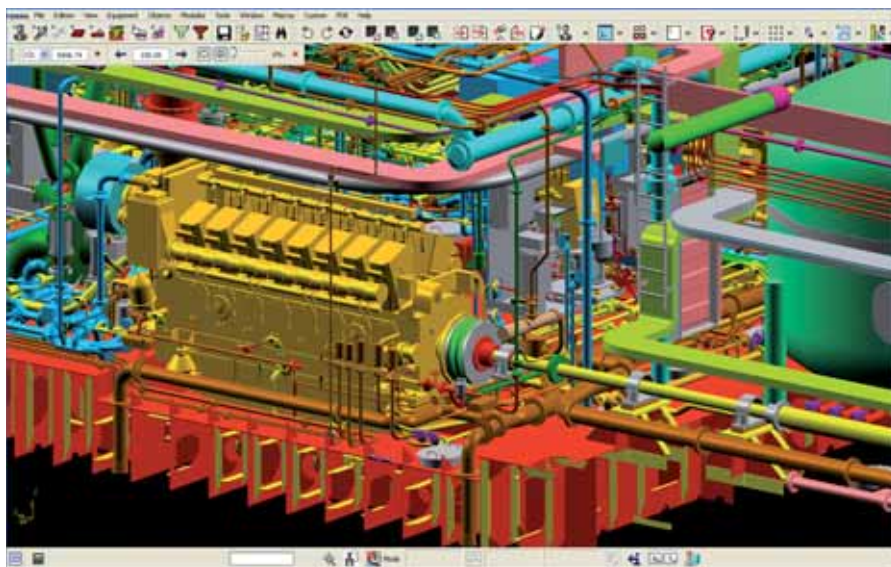
MEDICIÓN DE DEFLECTOMETRÍA.

Durante los días 20 y 21 de octubre la empresa CSP Services – un *spin off* de la Agencia Aeroespacial Alemana DLR – realizó una medición por deflectometría de la calidad óptica del colector SENERtrough en la planta La Africana, en Córdoba, propiedad de la UTE TSK-Ortiz.

La deflectometría consiste en fotografiar el reflejo del tubo absorbente en los espejos del colector desde una distancia de aproximadamente 40 metros. Las imágenes son procesadas más tarde mediante un software destinado a definir la calidad superficial de los espejos parabólicos.

Esta calidad superficial se introduce después en un programa de trazo de rayos para calcular el llamado 'factor de interceptación' del colector. Es este parámetro el que define la calidad óptica del colector, ya que se define como el porcentaje de rayos solares que alcanzan el tubo absorbente cuando el colector está en operación.

El colector SENERtrough ha alcanzado un factor de interceptación del 98.5%, un nivel sobresaliente, según la propia empresa CSP Services.



APLICACIONES DE FORAN V70

Una nueva herramienta en FORAN optimiza drásticamente el trazado de distribuidores en modo sólido

El subsistema de armamento y maquinaria de FORAN en la versión v70r1.0 cuenta con una nueva herramienta de trazado sólido de tuberías, conductos y bandejas que aumenta significativamente la eficiencia en el diseño de distribuidores frente al trazado hasta ahora disponible. Esta herramienta permite la construcción progresiva de segmentos mediante tramos rectos y curvas (codos) con modelo

sólido, lo que hace innecesaria la creación previa de una poligonal que se transforme posteriormente en el distribuidor correspondiente.

Adicionalmente a la definición clásica de un segmento a partir de un extremo inicial, la nueva herramienta permite la construcción completa de un segmento, de manera simultánea, desde sus dos extremos; de este modo, crece de manera

progresiva desde ambos lados y cierra la definición en un punto intermedio, operación esta última para la que existen opciones automáticas.

Una vez definidos unos valores por defecto para el trazado, éste se lleva a cabo de forma totalmente interactiva y mediante la actuación directa sobre la pantalla. Además, el usuario tiene en todo momento control sobre la dirección de avance y la magnitud del mismo, y puede modificar ambas. Mientras, el sistema se ocupa de forma automática de generar los codos necesarios, adaptando los tramos rectos a la propia geometría del tipo de codo seleccionado y provocando, así, el pertinente aviso en caso de que exista alguna incompatibilidad. De manera opcional, el sistema permite una variación discreta de la magnitud del ángulo de cambio de dirección, con el fin de que el trazado final se ajuste a los tipos de codos comerciales existentes en el astillero.

VENTAJAS ADICIONALES

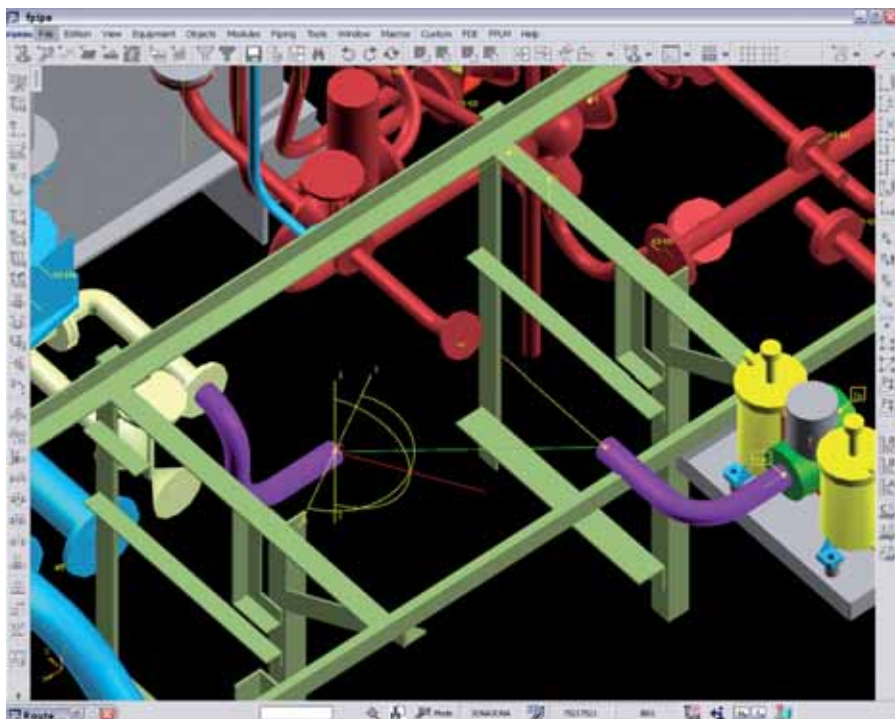
La nueva herramienta de trazado sólido permite también la definición de puntos auxiliares para facilitar el trazado de la tubería, así como la utilización de puntos significativos de otros elementos existentes en la escena.

Por otra parte, todas las ayudas al diseño disponibles en el trazado tradicional de distribuidores, como cálculo de interferencias on-line, comprobación de la capacidad de fabricación, comprobación de curvado, compatibilidad de conexiones, link con los diagramas de instrumentación y tuberías, entre otras, están también disponibles para el nuevo procedimiento de trazado.

Además, esta nueva herramienta puede ser usada no sólo para el trazado de nuevos segmentos de distribuidores, sino también para la edición de otros ya existentes, aunque éstos hayan sido trazados con los procedimientos clásicos de poligonales y componentes.

Otros desarrollos destacables del subsistema de armamento y maquinaria referidos al trazado de distribuidores y disponibles en V70r1.0 son: la supresión de la junta/brida seleccionable en la inserción o adición de accesorios, el corte de tuberías e inserción automática de juegos de bridas según criterios dimensionales, y la advertencia en la definición de *spools* por restricciones de fabricación. ■■

En la imagen superior: vista de la cámara de máquinas de un buque en FORAN. **En la imagen inferior:** detalle del trazado sólido de tuberías en FORAN.





FORAN EN CHINA

Acuerdo con el Centro de Diseño y Desarrollo de Buques en China

SENER y el Centro de Diseño y Desarrollo de Buques en China (CSDDC, en sus siglas inglesas) han firmado un acuerdo de colaboración para la implementación del sistema FORAN en las instalaciones de CSDDC, así como para la colaboración en ingeniería, diseño de buques y otras actividades navales. El acuerdo se firmó en Madrid en las ofici-



nas centrales de SENER, en el transcurso de una visita de una delegación de CSDDC.

Este centro, que pertenece a su vez a la Corporación Industrial de Construcción Naval en China (CSIC, en sus siglas inglesas) es una de las oficinas más importantes dentro de la industria naval en este país. CSDDC cuenta

con 50 años de experiencia en el diseño y desarrollo de todo tipo de buques, así como en otras actividades del sector marino. ■

En la foto: el director general de la Unidad de Negocio Naval de SENER, Luis García, y el subdirector del CSDDC, Desheng Rao, durante la firma del acuerdo.

OFICINA COMERCIAL

Nueva oficina en Corea del Sur para gestión comercial y soporte técnico

SENER ha establecido una nueva oficina en Busan con el objetivo de proporcionar una gestión comercial y soporte técnico a la base de clientes de FORAN en Corea del Sur, así como a países vecinos. Localizada en el próspero distrito de Haeundae en Centum IS

Tower, *landmark building*, la nueva oficina de SENER cuenta con un equipo de ingenieros navales con gran experiencia.

Esta nueva oficina supone un gran paso hacia delante en la estrategia de SENER de alcanzar objetivos dentro del área de sis-



temas marinos en la zona de Asia Pacífico, mediante la entrada en el mercado de la construcción naval en Corea. Corea cuenta con seis de los diez astilleros más grandes del mundo y suma más de cien, entre medianos y pequeños. Aproximadamente el 80% de los astilleros coreanos utilizan un sistema de CAD 3D, lo que supone unas 20.000 licencias para el diseño de sus buques.

Numerosos astilleros y oficinas de diseño en Corea esperan replazar sus sistemas de CAD en un futuro próximo. Es por ello que SENER Corea se ha establecido, con el fin de ofrecer una respuesta más eficaz a la creciente demanda de información, conocimiento y servicios de FORAN y, de esta manera, facilitar que los requerimientos funcionales de los constructores locales lleguen a las oficinas centrales de SENER. ■

En la foto, de derecha a izquierda: el director de Área Mun-Seob Cho, el director técnico Doo-Jin Lee y los consultores Min-Bong Park y Yeong-Ho Kim, de SENER Corea. **Arriba:** edificio donde se ubica la nueva oficina.





FORAN EN LA NAVAL

El astillero La Naval desarrolla un **módulo fall pipe** con el software FORAN v70

Recientemente, el astillero La Naval ha instalado el nuevo sistema FORAN V70 para aprovechar plenamente los nuevos avances e innovaciones del sector. La instalación de nuevos módulos y aplicaciones se ve complementada con cursos

de formación para los ingenieros que profundizan en los últimos adelantos. El astillero cuenta con grandes capacidades de ingeniería básica y de detalle y puede encargarse del diseño de los sofisticados buques que exige el mercado.

El astillero La Naval, el mayor astillero privado de España cuyo origen se sitúa en la empresa pública IZAR en 2006, cuenta con una larga y fructífera tradición en la construcción naval, con más de 100 años de historia y más de 250 buques construidos. El astillero La Naval está presente en mercados que requieren complejas capacidades de diseño de ingeniería y una gran pericia en la construcción, y ha construido diversos buques para transporte de gas natural, grandes dragas de succión y buques para trabajos mar adentro, como la reciente construcción del Simon Stevin, un innovador buque 'fall pipe' desarrollado íntegramente con FORAN.

Actualmente, el astillero La Naval está realizando el diseño y la producción del proyecto número 340, un buque minero de tipo 'fall pipe' de alto rendimiento y único en el mercado. Como en otros trabajos, el astillero está desarrollando el proyecto en su totalidad con el sistema FORAN. El buque B340 tiene el cometido de depositar piedras de tamaño medio en el lecho mari-

no a través de un tubo de descarga vertical con posicionamiento guiado a una profundidad máxima de 1.700 metros. Dichas piedras, que en total pueden llegar a pesar hasta 32.000 toneladas, se transportan en el barco en dos grandes tolvas ubicadas en la cubierta. El B340 se utilizará para recubrir conducciones o cables submarinos, o para la fijación de estructuras de explotación marina asociadas al sector del gas y petróleo.

En 2010 el astillero La Naval entregó un buque similar, el B333 Simon Stevin, pero en este proyecto se han efectuado importantes modificaciones para mejorar el rendimiento del nuevo B340.

Con una eslora total de 191,50 m, una manga de 40 m y un calado de diseño de 7,50 m, el nuevo buque 'fall pipe' tiene una capacidad de 32.500 toneladas y está equipado con cinco generadores diesel. Este avanzado buque cuenta con dos unidades de almacenamiento de piedras en la cubierta principal, dos grúas excavadoras, un módulo 'fall pipe' y dos cintas transportadoras, además de un helipuerto. El B340 está equipado con cuatro hélices propulsores azimutales, dos impulsores de proa y dos impulsores azimutales retráctiles. ■■

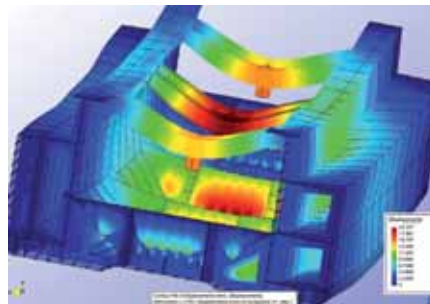
En la imagen: un buque minero de tipo 'fall pipe' diseñado por La Naval.

INGENIERÍA NAVAL

Modelos de Elementos Finitos de dos dragas para **Astilleros de Murueta**

SENER ha sido contratada por Astilleros de Murueta para la realización del modelo global de Elementos Finitos en dos dragas de succión, tecnológicamente avanzadas e innovadoras, de 1.500 m³ y de 2.600 m³ y con números de construcción del astillero nº 293 y nº 294 respectivamente. El contrato incluye también la realización de la ingeniería básica del cuerpo central de la nº 294, para la que ha contado con la estrecha colaboración de la oficina técnica de Astilleros de Murueta.

El estudio que va a realizar SENER es del comportamiento estructural de las



dragas en navegación, con un encuentro de ola desfasada a 120° y con ola de proa. De esta forma, se estudia el comportamiento del buque tanto en arrufo y quebranto como a torsión, con mar de amura o aleta.

El alcance del trabajo incluye la realización del modelo de buque completo de elementos finitos de ambas dragas a partir de los planos de ingeniería básica desarrollados por el propio astillero, así como modelos locales de las grúas con cota ALM y ALS, y la abertura del forro para la salida del tubo de succión, que debe dar solución a los nuevos retos operativos planteados por el proyecto.

SENER también ha realizado un estudio estructural de los soportes de las válvulas de cierre del fondo y los soportes de sus actuadores en la cubierta, con objeto de investigar y analizar las zonas de concentración de tensiones, resultados que no se hubiesen obtenido con un modelo de barras.

Para llevar a cabo todos estos trabajos, la empresa cuenta con un equipo altamente cualificado para la realización de cálculos estructurales en buques y otros artefactos mediante la utilización de modelos de elementos finitos. ■■

En la imagen: diseño en FORAN para las dragas de succión.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Las dragas tienen una capacidad de 1.500 m³ y de 2.600 m³ respectivamente, con cota de clase *Hopper Dredger, Unrestricted Nav, AUT-UMS, AUT-PORT, ALP Provision Cranes, ALP, Forward Maintenance Crane, ALM middle Maintenance Crane, y dredging '8 miles from shore'* para el caso la draga de 1500 m³ de bodegas y *dredging '15 miles from shore'* para la draga de 2600 m³.



CONSTRUCCIÓN EN STX SOVIKNES

FORAN en el buque del año 2010 en Noruega

El sistema FORAN ha sido utilizado con excelentes resultados en el diseño del buque del año 2010 en Noruega. El buque de servicios submarinos Skandi Aker, construido en STX OSV Soviknes (anteriormente STX Norway Offshore AS - Soviknes) para la compañía noruega Dofcon Asa, tiene unas capacidades exclusivas que lo convierten en un buque de intervención en pozos único en su clase. El buque, que es el mayor buque monocasco de intervención submarina en pozos jamás construido, puede operar como unidad perforadora ligera y realizar intervencio-



nes en pozos a profundidades de hasta 3.000 metros, mientras que otros buques de intervención están limitados a una profundidad de trabajo de 800 metros.

El Skandi Aker ha sido diseñado para intervenciones tanto en aguas profundas como de escasa profundidad, que incluyen trabajos de construcción, instalación y mantenimiento submarino. Cuenta con un amplio espacio en cubierta y grúas submarinas con capacidad para cargas pesadas, y se distingue por una elevada velocidad de desplazamiento y

un excelente comportamiento en la mar. El navío está equipado con un sistema de manejo de módulos y una grúa AHC de 400 toneladas.

STX Europe es el nombre actual de la compañía a la que pertenece STX OSV. La compañía firmó un contrato con SENER para la licencia de uso del sistema FORAN en enero de 2000. Dicho sistema fue implantado inicialmente en los centros de Langsten, Soviknes-Brattvaag, Aukra y Tangen, que entonces pertenecían al Grupo Aker. El primer barco diseñado con FORAN en STX Soviknes fue el guardacostas Svalvard. Desde 2000, otras ubicaciones como Tulcea (Rumanía) y Promar (Brasil) se unieron al Grupo y firmaron un contrato con SENER para utilizar FORAN. El contrato de uso del sistema en los centros del Grupo Aker que contaban con licencias para FORAN se firmó en julio de 2007.

STX OSV ha utilizado FORAN en el diseño de más de sesenta buques y ha incrementado de forma significativa el número de licencias en los años 2007 y 2008. La licencia de FORAN permite que un grupo de más de cien usuarios acceda simultáneamente al modelo tridimensional del buque para participar en el diseño. STX OSV aplica el concepto de distribución de las tareas de diseño. Este concepto permite tener usuarios de FORAN en diferentes ubicaciones distanciadas entre sí, desde las cuales pueden acceder a la base de datos de forma local o remota. ■■

Imagen superior: detalle de la disposición general del equipamiento del Skandi Aker en FORAN. **Debajo:** buque Skandi Aker.

FORAN EN CHILE

ASMAR reactiva las licencias desactivadas tras el terremoto

El astillero chileno Astilleros y Maestranzas de la Armada (ASMAR) y SENER acordaron el pasado mes de julio la reactivación de las licencias de FORAN que se desactivaron tras el terremoto y posterior tsunami ocurrido en febrero de 2010, que afectó seriamente a las instalaciones del astillero de Talcahuano.

El acuerdo entre ASMAR y SENER para el uso del Sistema FORAN en el astillero chileno se remonta a 1996, año en que se firmó el contrato en Valparaíso. Desde entonces, el astillero ha utilizado FORAN

para el diseño y producción de todo tipo de buques, entre los que se encuentran buques militares, como patrulleros en alta mar (OPV, en sus siglas inglesas), lanchas, patrulleros oceánicos, patrulleros costeros, buques de transporte de carga y tropas y barcasas de desembarco, así como buques comerciales, oceanográficos y buques pesqueros.

“FORAN es la herramienta que ASMAR emplea para desarrollar la ingeniería de detalle en proyectos de construcción naval. Nos permite integrar el trabajo de nuestros



ingenieros en modelos virtuales para poder optimizar el diseño”, señaló el capitán de corbeta Roberto Urrutia, jefe del departamento de Diseño y Construcción Naval de ASMAR en el astillero de Talcahuano, tras la firma de este acuerdo. ■■

En la imagen: vista aérea del astillero de ASMAR en Talcahuano, Chile.



ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Promoción de proyectos de biomasa con tecnologías de SENER

Desde la publicación del Real Decreto 436 en el año 2004, SENER ha venido desarrollando procesos térmicos de elevada eficiencia para el aprovechamiento energético de las biomásas, que permitan reducir los costes y conseguir proyectos viables con las tarifas del régimen especial de generación eléctrica. Así surgió el ciclo térmico SENER 3 y, tras la publicación del RD661/07, nació el SENER 4 que, hibridado con gas natural (SENER 4 + 1), permite aumentar la eficiencia energética alrededor de un 15%, al mismo tiempo que mantiene bajos niveles de corrosión en las calderas de vapor.

Durante estos años, SENER ha ido concretando una estrategia de negocio que supere los problemas de las primeras iniciativas que han tenido lugar en España. Hasta ahora, las instalaciones de biomasa en España habían sido concebidas para utilizar fundamentalmente biomásas residuales de explotaciones agrícolas (paja, poda de frutales, sarmiento de la vid, etc.), forestales (clareo, poda y limpieza de bosques) e industriales (alperujo, serrín, cortezas, etc.) que, por distintas razones, han repercutido negativamente en la disponibilidad de las explotaciones industriales.

Para solventar esto, la estrategia de SENER en este sector se ha dirigido a aplicar tecnologías de alta eficiencia y baja corrosión en plantas de tamaño óptimo (> 17 MWe), abastecidas básicamente por biomasa cultivada que, en conjunto, aseguren la disponibilidad de las instalaciones y su viabilidad económica a largo plazo. En la práctica, se trata de aunar la experiencia tecnológica e industrial de SENER, particularmente en ciclos energéticos, con la de otros promotores que aportan conocimiento y experiencia en el cultivo y explotación agrícola de biomasa.

PROYECTOS EN MARCHA

Con estas premisas, SENER Grupo de Ingeniería promueve varios proyectos, entre los que citamos a continuación:

La Central Biomasa Juneda, S.L. (CB Juneda): se trata de un proyecto de biomasa cultivada en Juneda (Lérida) de 17.8 MWe, que utilizará la tecnología de SENER 4 + 1, con la que se pretende obtener un rendimiento eléctrico del orden del 35%.

En este proyecto participan SENER con un 70% y RWE Innogy Iberia Biomasa, S.L. con un 30%, gracias a un acuerdo firmado por ambas sociedades el 12 de julio de este año. La instalación tratará unas 100.000 t/a de biomasa cultivada en zonas agrícolas próximas a Juneda. En la promoción del proyecto colabora la sociedad Urgesneda, que está realizando desde hace tiempo cultivos experimentales en dichas zonas con notable éxito y que se integrará en CB Juneda como accionista. Para esta planta se han asegurado terrenos anexos a la subestación eléctrica de Juneda, a la que se conectará la instalación.

En segundo lugar encontramos el caso de Biodena, una sociedad promotora de una instalación en Milagro (Navarra) donde también se emplearán tecnologías de alta eficiencia de SENER. En este proyecto, SENER ha llegado a un principio de acuerdo para liderar las próximas etapas de su promoción con Abencis, actual propietario mayoritario de Biodena, que en estos últimos años ha estado realizando cultivos experimentales de biomasa en la zona donde se va a situar la instalación.

El cultivo y aprovechamiento energético de biomasa de alta productividad y de ciclo corto es un sector novedoso en el que SENER encuentra la posibilidad de aplicar su capacidad y experiencia innovadora para combinar desarrollos agrícolas e industriales, con los que mantiene una posición tecnológica diferenciada en el mercado. ■

En ambas imágenes: explotaciones agrícolas destinadas a la producción de biomasa para las nuevas centrales.

LA ALTA PRODUCTIVIDAD

AGRÍCOLA es un factor esencial en los proyectos de biomasa cultivada, en la que influyen factores climatológicos, edafológicos y agronómicos. La selección de las variedades, obtenidas por técnicas genéticas de clonación en función de las zonas agrícolas donde cultivarlas, determinan la productividad de cultivo y la consecución de ciclos de corta rotación, generalmente de 1 a 3 años. SENER y sus asociados en estos proyectos disponen ya de un grupo de ingenieros agrícolas con experiencia en el desarrollo de biomasa cultivada, asesorado por el equipo dirigido por el profesor Jesús González, de la Universidad Politécnica de Madrid.





TORRESOL ENERGY

La innovadora **planta Gemasolar** se inaugura oficialmente

El pasado 4 de octubre, la planta de energía solar termoelectrica Gemasolar se vistió de gala para su inauguración oficial, presidida por Su Majestad el Rey de España Juan Carlos I y Su Alteza el Jeque Mohamed bin Zayed Al Nahyan.

La localidad de Fuentes de Andalucía en Sevilla, emplazamiento de la innovadora planta, fue testigo del acto al que acudieron, además, Su Alteza Real Sheikh Hazza bin Zayed Al Nahyan, consejero de Seguridad Nacional y subdirector del Comité Ejecutivo de Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos (EAU), Su Alteza Real Sheikh Abdullah bin Zayed Al Nahyan, ministro de Asuntos Exteriores de Emiratos Árabes Unidos, la ministra de Asuntos Exteriores y Cooperación, Trinidad Jiménez, y el ministro español de Industria, Turismo y Comercio, Miguel Sebastián, entre otros mandatarios de EAU y del gobierno español. Este último ofreció un discurso al que siguieron las palabras del presidente del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Andalucía, José Antonio Griñán.

Los otros discursos del acto corrieron a cargo del presidente de Torresol Energy, Enrique Sendagorta, el presidente de SENER, Jorge Sendagorta y el CEO de Masdar, Dr Sultan Ahmed Al Jaber. En todos ellos se destacó la gran

relevancia de este proyecto tanto dentro como fuera de España gracias a sus importantes innovaciones tecnológicas.

JORNADA DE PUERTAS ABIERTAS

Sumado a los actos oficiales del día 4, el miércoles 5 se celebró una jornada de puertas abiertas que estuvo presidida por Isabel de Haro, secretaria general de Desarrollo Industrial y Energético de la Junta de Andalucía, y que contó con la presencia de trabajadores de la planta y de vecinos de la

localidad de Fuentes de Andalucía.

En esta ocasión, el maestro de ceremonias encargado de dirigir el acto fue Ignacio Grimaldi, director regional para Andalucía de Torresol Energy. Ignacio Grimaldi cedió la palabra en primer lugar a Enrique Sendagorta, que dio la bienvenida a los presentes al acto para, posteriormente, anunciar los discursos de Álvaro Lorente, director general de Torresol Energy y Miguel Hernández, alcalde de Fuentes de Andalucía. El turno de palabra lo clausuró Isabel de Haro.

Entre los dos actos, más de 800 personas tuvieron la oportunidad de conocer de primera mano la tecnología puntera de la planta solar termoelectrica que tanta expectación ha generado internamente. ■■

En la imagen: mandatarios asistentes al acto de inauguración de Gemasolar.

TECNOLOGÍA EN EL ESTADO DEL ARTE.

Gemasolar es una revolución en el sector de la energía solar por concentración gracias a que combina la tecnología de torre y el almacenamiento en sales fundidas, lo que le permite alcanzar temperaturas mucho más altas que las alcanzadas con la tecnología cilindro - parabólica, ya que no necesita aceite sino que usa sales fundidas como fluido trasmisor. Estas altas

temperaturas generan un vapor presurizado sobrecalentado para la turbina, lo que incrementa la eficiencia de la planta. Esta capacidad de almacenamiento térmico en sales fundidas permite a la planta suministrar energía a la red en función de la demanda, con independencia de la radiación solar. Gemasolar, con su potencia nominal de 19,9 MW, puede suministrar electricidad a una población de

27.500 hogares en el sur de España, energía limpia que evita la emisión de 30.000 toneladas de CO₂ al año. La tecnología más innovadora de Gemasolar ha sido desarrollada por SENER, que ha sido responsable de liderar el contrato 'llave en mano' o EPC y los trabajos de puesta en marcha de la planta, así como de suministrar toda la tecnología y de llevar a cabo la ingeniería básica y de detalle del proyecto.

INDUSTRIA DE TURBOPROPULSORES ITP

ITR inaugura una nueva nave de fabricación de tubos aeronáuticos en México

El gobernador de Querétaro, José Calzada, y el director general de Industria de Turbo Propulsores, S. A., Ignacio Mataix, han inaugurado la nueva planta de fabricación de tubos aeronáuticos de Turborreactores, S.A. de C.V. (ITR).

ITR, filial de ITP ubicada en el estado mexicano de Querétaro, cuenta con una nueva nave con una superficie de 2.000 m² dedicada a la fabricación de tubos rígidos metálicos (titanio, acero, aleaciones de níquel y aluminio) utilizados en los sistemas de control hidráulico, de alimentación de combustible, refrigeración y lubricación de los aviones Airbus A380 & A320; Boeing 787 y Bombardier Challenger 300, entre otros modelos.

Según ha declarado en la inauguración el director general de ITP, Ignacio Mataix, "el objetivo de las nuevas instalaciones,

que han supuesto unas inversiones de 10 millones de dólares, es la ampliación de la capacidad productiva del área de tubos

aeroespaciales. Queremos pasar de 50.000 unidades y 6 millones de dólares de ventas en 2010 a 220.000 tubos y 35 millones en 2015 con 200 empleados".

La nueva nave aloja diversos procesos productivos como soldaduras (*orbital, manual, brazing*), tratamientos químicos, ensayos no destructivos (rayos X, líquidos penetrantes) entre otros, todos ellos certificados NADCAP. ■■

En la imagen: trabajadores de la nueva nave de ITR en el día de la inauguración.



ITP - WHETSTONE

ITP-Whetstone celebra 70 años de historia

En el año 1941 tuvo lugar un importante hito en la historia de la aviación. El 15 de mayo de 1941 un Gloster E28/39 despegó de la base de la Fuerza Aérea Real en Cranwell impulsado por un revolucionario motor sin hélice. La aeronave iba propulsada por el empuje de un motor de turbina de gas diseñado y fabricado por la empresa de Sir Frank Whittle, Power Jets Ltd. También en 1941, el gobierno británico comenzó la construcción de una nueva fábrica

de Power Jets en la población de Whetstone, en Leicestershire, dedicada al desarrollo y prueba de la turbina de gas. En la actualidad, ITP Engines UK Ltd se enorgullece de haber recibido este histórico legado de turbina de gas en su instalación de Whetstone, y la denominación Power Jets subsiste gracias a su filial, Power Jets Research & Development Ltd.

Con el fin de celebrar este doble 70 aniversario, el 11 de mayo de 2011 ITP Engines UK Ltd organizó la 'celebración de vuelta a casa' de un motor Whittle, durante la cual se descubrió formalmente un motor original Power Jets W2/500 que se exhibió ante los invitados. Entre ellos se contaban miembros de la prensa y la BBC, directivos de empresas, representantes de la administración local, organizaciones relacionadas con la aviación y personal jubilado de Whetstone, entre los cuales se encontraban antiguos empleados de Power Jets.

Uno de los invitados era Roy Fowkes, que se incorporó a Power Jets en Whetstone en 1943 como empleado en prácticas de ingeniería y que, años más tarde, terminó por convertirse en uno de los más íntimos amigos de Sir Frank y su asistente personal en el Reino Unido. Antes de descubrir el motor, el señor Fowkes ofreció una gráfica charla sobre Sir Frank y el importante papel que desempeñó Whetstone en la investigación y el desarrollo de la aviación.

El motor, que es un préstamo a largo plazo del London Science Museum, es especialmente importante puesto que se trata de uno de los cinco motores W2/500 que se fabricaron. Dos de los motores se destruyeron durante las pruebas y los restantes motores, éste entre ellos, volaron en el Gloster E28/39 y en aeronaves meteorológicas. Tenía una velocidad máxima de 17.750 rpm y desarrollaba un impulso máximo de 1.750 lbf, impulsando al pequeño reactor E28/39 a unas 340 mph (544 km/h). El rendimiento del motor W2/500 se plasmó con tanta exactitud en las curvas de diseño teóricas que Sir Frank llegó a la conclusión, tal vez un tanto prematura, de que "el diseño de los motores de reacción se había convertido en una ciencia exacta".

Con ocasión de la entrega a Mr. Fowkes de una fotografía conmemorativa enmarcada en la que se mostraba la exhibición del motor, el primer ejecutivo de ITP Engines, Craig Askew, se dirigió a la audiencia con las siguientes palabras: "Es un día que llena de orgullo a ITP y es un gran logro que hayamos conseguido traer de regreso este motor a su auténtico hogar, para que nos recuerde a todos el gran legado histórico que recibimos junto con la instalación de Whetstone". ■■

En la imagen: el ingeniero Roy Fowkes en un momento de su discurso.



PREMIO A LA INNOVACIÓN

SENER gana el premio final en los European Business Awards por Gemasolar

SENER ha obtenido el premio final en la categoría de Innovación en los reputados premios European Business Awards por su proyecto Gemasolar. SENER se ha impuesto a otras nueve empresas, todas ellas finalistas en un largo proceso de selección que comenzó en mayo de 2011 y en el que se han presentado más de 15.000 compañías europeas.

Este galardón llega tras el anuncio en junio de 2011 de la preselección de SENER y del proyecto Gemasolar, junto con otras 24 firmas españolas como representantes del país - *country representatives* - en una primera etapa, para obtener el reconocimiento como finalista, el Ruban d'Honneur, otorgado en julio de este año. De las 110 empresas, entre ellas SENER, que han logrado el Ruban d'Honneur, sólo una por cada una de las 11 categorías existentes ha alcanzado el premio final.

La entrega de premios tuvo lugar el 22 de noviembre de 2011 en Barcelona. El vicepresidente de SENER, Andrés Sendagorta, recogió este reconocimiento internacional y agradeció el galardón con estas palabras: "Estos premios son un ejemplo de que el cambio de modelo que necesitamos es posible. Es, también, un estímulo para SENER, para mejorar nuestra sociedad a través de nuestra contribución en el campo tecnológico e industrial y, en particular, para conseguir que la energía solar térmica sea más eficiente y competitiva".

European Business Awards ha distinguido a SENER entre todas las empresas europeas

por llevar a cabo, desde su diseño inicial hasta su construcción, puesta en marcha y operación comercial, de la que es, a día de hoy, la planta solar más innovadora del mundo en operación comercial, Gemasolar. Este proyecto, promovido por la empresa Torresol Energy y ubicado en la localidad sevillana de Fuentes de Andalucía, es la primera planta comercial del mundo con tecnología de receptor central de torre y sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas. Este sistema permite seguir produciendo energía a plena potencia durante 15 horas sin sol, esto es, se convierte en una fuente de energía gestionable capaz de suministrar a la red en función de la demanda y con independencia de que sea de noche o de que el tiempo

esté nublado. SENER ha proporcionado todas las innovaciones tecnológicas y toda la ingeniería, además de liderar la construcción, puesta en marcha y entrada en operación comercial.

Gemasolar ha abierto así el camino hacia una nueva tecnología de producción de energía termosolar que puede representar la mejor alternativa de todas las posibles en este sector por ser la de mayor potencial de desarrollo tecnológico, así como la de mayor potencial de reducción de costes de generación. De este modo, Gemasolar será considerada un modelo tecnológico sobre el que desarrollar con éxito las plantas futuras.

Los premios European Business Awards identifican algunos de los mejores negocios de Europa, que deben demostrar tres principios fundamentales: innovación, excelencia en el negocio y sostenibilidad. ■■

Arriba: planta solar Gemasolar. **Debajo:** el vicepresidente de SENER, Andrés Sendagorta, recoge el premio European Business Awards.





CONSOLIDACIÓN EN PORTUGAL

SENER adquiere el 100% de Engivia

SENER ha firmado el acuerdo de compra del 100% de la ingeniería portuguesa Engivia, en la que ya participaba con un 49% de la propiedad. El grupo de ingeniería ejerce así la opción de adquisición acordada hace tres años y se afianza en el mercado portugués, ampliando sus capacidades en ingeniería civil en el país luso y sus áreas de influencia.

La firma de este acuerdo se llevó a cabo en las oficinas de SENER en Lisboa, entre el director de SENER en Portugal, Aguinaldo Azevedo, y los socios de Engivia, António Vaz Pato, Paulo Silva y Ricardo Sardinha.

Esta adquisición se produce tras cuatro años de estrecha colaboración entre

ambas compañías, con un largo historial de trabajo conjunto en obras de ingeniería civil en Portugal.

Aguinaldo Azevedo declaró durante la firma: "La compra del 100% de Engivia permitirá su integración con SENER Portugal y la ampliación del abanico de servicios que actualmente ofrece cada una de las sociedades. Además, esta operación consolidará la presencia de SENER en Portugal e incrementará las posibilidades de expansión de la actividad de la oficina de Lisboa hacia el exterior, principalmente hacia los países africanos de habla portuguesa".

Por su parte, António Vaz Pato afirmó que "la integración de Engivia,

una ingeniería con más veinte años de experiencia, capacidad y reconocimiento técnico en Portugal, en el grupo SENER constituye un paso importante para la internacionalización de su equipo técnico, ya que SENER posee una gran capacidad y experiencia en el mercado mundial".

SENER goza de amplia experiencia en ingeniería civil en Portugal, donde ha elaborado desde el proyecto de ampliación del metro de Lisboa, hasta los estudios preliminares, proyecto base y asesoría técnica durante la construcción del metro de Oporto. Asimismo, SENER ha participado en el anteproyecto del tramo Lisboa-Montemor, de 87 km de longitud, de la línea de alta velocidad Madrid-Lisboa, por el que transcurren los 11 km del puente sobre el Tajo. En Lisboa, SENER ha conseguido estar presente también en las concesiones para la ampliación de la red de autopistas, así como en la construcción de un tramo de 135 km de la denominada Autopista Transmontana, adjudicado a la concesionaria Auto Estradas XXI (formada por FCC y Soares da Costa).

Por su parte, Engivia ha llevado a cabo más de 550 kilómetros de proyectos de autopistas ya construidas o en construcción, principalmente para las concesionarias Brisa y Ascendi.

La integración de Engivia en SENER permitirá reforzar la presencia en Portugal, así como explorar nuevas oportunidades de negocio en mercados de habla portuguesa. ■■

En la imagen, de izquierda a derecha: el director de SENER en Portugal, Aguinaldo Azevedo, Paulo Silva, de Engivia, Débora Espinosa, de SENER, y António Vaz Pato y Ricardo Sardinha, ambos de Engivia, tras la firma del acuerdo de compra.

PREMIO CONSTRUMAT

Premio de Ingeniería Civil a la Línea de Alta Velocidad de Levante

El Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya concedió el pasado mes de mayo a SENER el premio Construmat en la categoría de Ingeniería Civil a la línea de alta velocidad de Levante en el tramo embalse de Contreras-Villargordo del Cabriel, en Valencia. Este tramo fue adjudicado por ADIF a la UTE SENER-Gestec y a la UTE Embalse Contreras (Azvi SA, Constructora San José SA).

Estos premios bienales reconocen la innovación en las áreas de edificación, productos para la construcción e ingeniería civil, categoría en la que ha sido reconocida SENER. En este proyecto, la empresa ha

realizado el estudio informativo de este tramo de línea, así como el estudio de impacto ambiental, la redacción del proyecto y la asistencia técnica a la dirección de obra.

El premio reconoce la dificultad de la obra, que ha supuesto la proyección y cons-

trucción de grandes obras de infraestructura. El tramo objeto del premio, entre el embalse de Contreras y Villargordo del Cabriel, consta de tres túneles y tres viaductos. ■■

En la imagen: tramo del embalse de Contreras por el que SENER ha sido premiado.





GROUP ACHIEVEMENT AWARD

Distinción de la ESA para NTE-SENER

La Agencia Espacial Europea (ESA) ha concedido a NTE-SENER la distinción Group Achievement Award en reconocimiento al trabajo desarrollado en la preparación y ejecución de las operaciones durante el Incremento 25 y 26 y a la contribución de los logros de la ESA en la Estación Espacial Internacional (ISS).

El reconocimiento fue otorgado por Bernardo Patti, director del programa de la Estación Espacial Internacional de la ESA; Paolo Nespoli, ingeniero de vuelo; y Roland Luetzgens, director de misiones de la ESA.

NTE-SENER recibe esta mención gracias a su contribución a la ISS con el sistema MARES (Muscle Atrophy Research and Exercise System) que investiga los efectos de la atrofia muscular causada por la ingravidez. ■■



COLABORACIÓN EN MÉXICO

SENER y el Instituto Mexicano del Petróleo firman un acuerdo de colaboración

La Dirección de Ingeniería de Proyecto del IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) ha realizado un padrón de empresas de ingeniería. En él han incluido a aquellas empresas capaces de potenciar la capacidad de México en este sector y de apoyar, con ello, el desarrollo de proyectos enfocados a la producción de hidrocarburos, el refinado del petróleo y la producción de petroquímicos básicos y secundarios, aportando a los mismos valor mediante la aplicación de soluciones de alto impacto.

En este marco, en mayo de 2011 la División de SENER en México y el IMP han suscrito un convenio de colaboración, con tres años de vigencia, con el fin de establecer elementos que permitan la consolidación de sus esfuerzos en la obtención de objetivos comunes. ■■

PREMIO DE LA CEDE

Jorge Sendagorta es galardonado con el premio 'Dirigir para crecer'

En el marco del VII Congreso de Directivos que se ha celebrado entre los días 27 y 28 de octubre en Bilbao, la Confederación Española de Directivos y Ejecutivos (CEDE) ha hecho entrega de los Premios 'Dirigir para crecer' a destacados directivos, entre ellos el presidente de SENER, Jorge Sendagorta.

La entrega de estos premios tuvo en la noche del jueves 27 de octubre en el Museo Guggenheim de Bilbao, en un acto auspiciado por el Gobierno Vasco y presidido por el lehendakari Patxi López.

Junto con el presidente de SENER fueron premiados Juan Luis Arregui, uno de los fundadores de Gamesa y Guascor; el expresidente de Eroski, Constan Dacosta; el presidente de Ibermática y exconsejero vasco de Economía, José Luis Larrea; la empresaria bodeguera Victoria Cañas; y el exconsejero delegado de BBVA y exconsejero de Economía Pedro Luis Uriarte.

Además de recoger esta distinción, Jorge Sendagorta fue parte activa de este congreso, interviniendo en la conferencia 'Energía, motor de un progreso sostenible' que tuvo lugar el mismo jueves 27 por la tarde.

El Congreso de la CEDE ha estructurado todo su programa bajo el lema 'Dirigir para crecer', con el que se refiere a la necesidad de cambiar el sistema económico español, en el marco de la crisis financiera mundial, para que busque en la innovación y el diseño el motor del crecimiento. Por este motivo,

han querido destacar a empresas que están abriendo camino en sectores innovadores, como por ejemplo el de las nuevas energías sostenibles, donde SENER ha despedido en los últimos años.

El grupo de ingeniería y tecnología es líder mundial en el sector de la energía termosolar, tanto por el desarrollo de tecnología punta como por el número de proyectos en cartera, que supera las 20 plantas en España, en EE UU y en India. Muchas de estas plantas están ya en operación comercial, entre ellas la primera central que aplica el sistema de almacenamiento térmico en una configuración de torre central y campo de heliostatos, Gemasolar. En este innovador proyecto, SENER participa accionarialmente a través de Torresol Energy.

La distinción 'Dirigir para crecer' es un nuevo reconocimiento a la constante inversión en innovación y desarrollo de esta empresa, fundada en el año 1956, y que desde sus inicios ha hecho de la innovación un pilar fundamental de su modelo de negocio. Hoy en día, SENER participa con éxito en todas sus áreas de negocio y destina una inversión en I+D en torno al 10% de las horas de trabajo. ■■

En la imagen: Jorge Sendagorta (en el centro) recoge el premio 'Dirigir para crecer' acompañado por Ramón Adell, vicepresidente de la CEDE (a la izquierda de la foto) y Manuel Gago, secretario general de la CEDE (a la derecha).





PREMIOS SENER

Premios a la Innovación y a la Seguridad en las Obras

SENER ha entregado, un año más, sus premios internos a la Innovación y a la Seguridad en las Obras, durante las celebraciones del Carmen, en julio, en las oficinas de Bilbao.

Los Premios a la Innovación reconocen aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieren y mejoran sustancialmente los existentes. En la edición 2011, el

Premio a la Innovación ha recaído sobre el proyecto 'Receptor de sales fundidas para plantas térmicas solares de torre central'.

Cuando SENER decidió estudiar la viabilidad y rentabilidad de plantas solares de torre central había un elemento clave de la planta: el receptor, del que no había posibilidad de suministro externo, por lo que se decidió desarrollar tecnología propia. El programa se inició en 2005 y culminó en 2011 con la puesta en marcha y operación de Gemasolar, la primera planta solar comercial en el mundo con tecnología de receptor central y sales fundidas. Hoy, SENER dispone de la tecnología suficiente para producir plantas solares de torre con garantía técnica y costo cuantificable.

El equipo premiado ha estado integrado por Jesús María Lata, Pedro Bayón, Julio Blanco, Jonathan Olano, Aitor Uribeetxebarria y Hugo Fernández, de la sección de Estructuras y Mecanismos de SENER Bilbao

Por su parte, el Premio a la Seguridad en las Obras reconoció la labor realizada por Rafael Picó, de la Dirección de Compras y Construcción de SENER. Rafael Picó ha recibido este galardón al situar al proyecto Extresol 2 entre los mejores en cuanto al Índice de Gravedad (0,095), teniendo en cuenta que en esta planta, durante dos años, se han trabajado más de 1.200.000 horas.

El Premio a la Seguridad en las Obras reconoce las actuaciones de aquellas personas que contribuyen significativamente a la disminución de los índices de accidentes, en aquellas obras en las que SENER asume la responsabilidad de la seguridad. El objetivo de SENER es conseguir índices 'cero' de accidentes, mediante la mejora continua y progresiva de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL) en las obras. ■■

En la imagen superior: equipo galardonado con el Premio a la Innovación. *En la imagen inferior:* entrega del Premio a la Seguridad en las Obras.



ENCUENTROS DEL MECANIZADO

Santiago Hernández Ariño es nombrado Socio de Honor

El director adjunto de la Unidad de Negocio Aeroespacial de SENER, Santiago Hernández Ariño, fue nombrado socio de honor de los Encuentros del Mecanizado que se celebraron el pasado 28 de septiembre.

Los Encuentros del Mecanizado, que celebraban su novena edición, se desarrollaron en el Bilbao Exhibition Centre, en el marco de

la Cumbre Industrial y Tecnológica, a la que SENER acudía con un stand. Estas jornadas se celebran periódicamente en diferentes ciudades españolas y su objetivo es convocar a instituciones, empresas tractoras y complementarias y ponerlas en contacto con las pequeñas y medianas empresas del mecanizado. Los principios de estos encuentros se basan en la innovación, la cooperación, y la oportunidad de realizar nuevos contactos profesionales que permitan el acceso a las pymes a nuevos mercados.

El nombramiento de Santiago Hernández Ariño viene en reconocimiento a su contribución al sector del mecanizado, así como a su larga trayectoria profesional en el mundo de la ingeniería. Santiago

Hernández es miembro de distintas asociaciones profesionales vinculadas con el mundo aeroespacial y de la navegación y ha recibido algunas distinciones de reconocimiento profesional a lo largo de su carrera. ■■



En la imagen superior: un momento de los Encuentros del Mecanizado. *Junto a estas líneas:* Santiago Hernández Ariño.



PREMIO SENER ETSEIAT

Convenio de colaboración con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Aeronáutica de Terrassa

SENER ha firmado de nuevo, para el curso 2011-2012, un convenio con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Aeronáutica de Terrassa (ETSEIAT) para el patrocinio y partici-

pación de SENER en dos premios que se otorgan anualmente al mejor trabajo de la asignatura de Proyectos, tanto de la carrera de Ingeniería Industrial como de la de Ingeniería Aeronáutica, y que buscan el fomento de la excelencia académica.

Estos premios celebraron su tercera edición este año y la ceremonia tuvo lugar en la ETSEIAT el 11 de julio. El acto contó con la participación de Xavier Pascual y Sonia Fraile, jefes de las secciones Civil y Electricidad respectivamente, así como con Andrés Andreatta y José Antonio Castro, miembros de la Comisión de Innovación de SENER en Barcelona.

El proyecto ganador en Ingeniería Industrial este año ha recaído en 'AUTOBELT-Diseño de un cinturón automático para conductores de autobús'. Por su parte, en Ingeniería Aeronáutica ha resultado premiado el trabajo 'BWB-600 NIMBUS Analysis and Structural Design of a blended wing body commercial aircraft for more than 500 passengers'. Con 98 alumnos optando a los premios, esta edición ha superado el número participantes de las anteriores.

Los Premios SENER, que son fruto de la colaboración entre SENER y la UPC, se enmarcan dentro de las actividades de la Comisión de Innovación de la División de SENER Barcelona. ■

En la foto: Sonia Fraile, jefa de la Sección de Electricidad, Xavier Pascual, jefe de la Sección Civil, y José Antonio Castro y Andrés Andreatta, miembros de la Comisión de Innovación, entregan el premio al mejor proyecto dentro del ámbito de la ingeniería aeronáutica.

NOMBRAMIENTOS



Miguel Ángel Fernández, actual director de la División de SENER Sevilla, asumirá también la jefatura de la Sección Civil de la División Industrial y Naval compatibilizando ambos cargos. Sustituye en este puesto a **Álvaro Relaño**, anterior jefe de esta sección, quien pasa a ocuparse de potenciar y dirigir los proyectos internacionales en las áreas de ferrocarriles y carreteras, en consonancia con los objetivos de la Unidad de Negocio de Civil y Arquitectura fijados en el Plan Estratégico de SENER 2011-2013.

Víctor Lupiáñez, ingeniero de la sección Civil de Sevilla con amplia experiencia en gestión de equipos tanto en la redacción de proyectos como en la dirección de obras, sustituye en



el puesto de jefe de Sección Civil de SENER en Sevilla a Miguel Ángel Fernández.



Daniel Cocho, hasta ahora director de proyecto en la División Aeroespacial, asume el puesto de jefe de la Sección de Comunicaciones,

Software y Electrónica de la División Aeroespacial de SENER en Madrid, en sustitución de **Juan Seijas**, que



enfocará su labor en la dirección de proyectos de sistemas espaciales, en dependencia directa de la dirección de la citada División.

Alejandro Lamberti se ha incorporado recientemente a SENER como Gerente Financiero de la División de SENER en



Argentina, donde coordinará su trabajo con la Dirección Financiera de SENER y estará bajo la Dirección General de SENER en Argentina.

Alicia Ritacco es la nueva gerente de Personas de las oficinas de SENER en Argentina, en sustitución de Luis de las



Morenas, que deja la Gerencia de Personas para colaborar como consultor de la Dirección General de SENER en materia de Personas, Ingeniería y Construcciones.

La Unidad Estratégica de Negocio de Energía y Procesos, que dirige Francisco

Jiménez, contaba hasta hace poco tiempo con un único departamento, si bien desarrollaba su actividad en cuatro campos diferentes, con una persona responsable de cada uno de ellos. A la vista del crecimiento de cada uno de estos campos, se ha decidido dotar a cada uno de ellos del rango de departamento. Las personas que, hasta entonces, eran responsables de cada campo de actividad, pasan a ser directores de los cuatro nuevos departamentos. De esta forma, **Jesús Cadenas** es ahora director del Departamento de Procesos.



Por su parte, **Miguel Domingo** es director del Departamento de Energía Solar.



Luis Gabellieri pasa a ser director del Departamento de Gas y Energía Térmica mientras



que **Borja Zárraga** es ahora director del Departamento de Energía y Medio Ambiente.

ESTUDIO DE LA PRIMERA LÍNEA DE METRO

Metro de Bogotá

Bogotá es la mayor ciudad de Colombia, con más de siete millones de habitantes. Los vehículos privados, el transporte colectivo convencional y su sistema de autobús de tránsito rápido Transmilenio han colapsado la superficie vial. Por ello, la Secretaría de Movilidad de Bogotá puso en marcha el **Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para Bogotá** que comprendía, entre otras actuaciones, una primera línea de metro para la ciudad.

En el año 2008, el consorcio formado por SENER, Transporte Metropolitano de Barcelona (TMB), Advanced Logistic Group, Incoplan, Santander Investment Colombia, y Garrigues Abogados, resultó adjudicatario del contrato para realizar el ‘Diseño conceptual de la red de transporte masivo metro y diseño operacional, dimensionamiento legal y financiero de la primera línea de metro, en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para la ciudad de Bogotá’. El Grupo Consultor, liderado por SENER, se hizo con este contrato gracias a la larga experiencia de las empresas integrantes en proyectos similares.

Los trabajos se han estructurado en diversas etapas, que han abarcado el diagnóstico económico, urbano y de transporte de Bogotá; la modelación del transporte para diferentes escenarios de la ciudad, hasta el año 2038; así como los análisis normativos y financieros. En la actualidad, cuando se ha cumplido más de un año de la entrega de este proyecto, el estudio del Grupo Consultor, liderado por SENER, ha sido avalado por el Banco Mundial, por la Alcaldía de la ciudad y recientemente, en septiembre de 2011, también por la Presidencia del Gobierno Nacional de Colombia tras la verificación realizada por la consultora inglesa Steer Davis and Gleave.

En una carta remitida por el Banco Mundial, la institución resaltaba que “se trata de un estudio robusto y sólido,

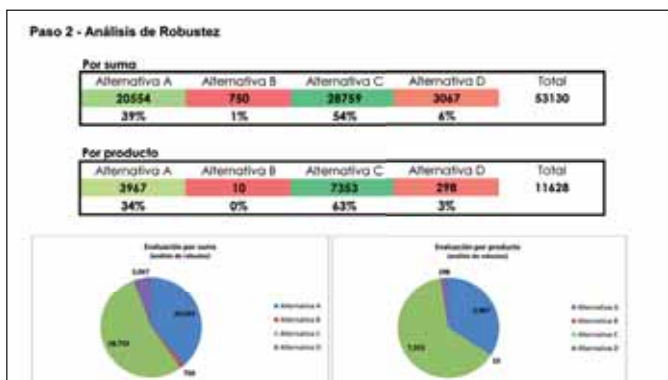
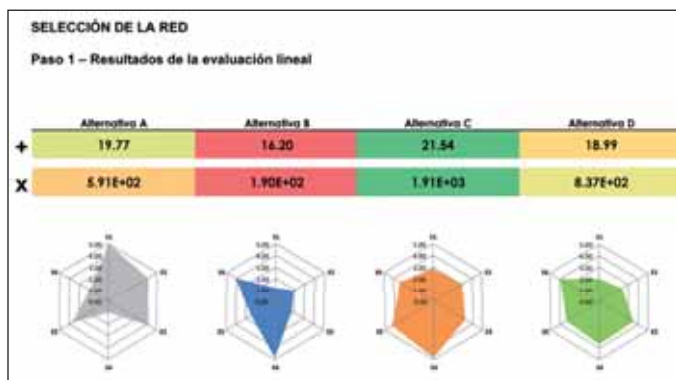
el cual define una red de metro, y a partir de ella establece cuál debe ser la primera línea (...) El modelo de demanda de transporte desarrollado y utilizado para realizar el estudio de metro es apropiado para los objetivos que se esperan alcanzar con el mismo (...) El modelo desarrollado es de buena calidad (...) La decisión del trazado de la primera línea – concluye la carta – obedeció a criterios urbanos, ambientales y sociales”.

El estudio se ha realizado con una alta participación en el proceso de las entidades del Distrito (Movilidad, Planeación, Hacienda, Ambiente, Instituto de Desarrollo Urbano, etc.), Grupo Interventor, Gobierno Nacional, Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo.

Un grupo con probada experiencia

La Secretaría de Movilidad del Distrito Capital de Bogotá encargó este proyecto al Grupo Consultor, que resultó elegido en concurso internacional avalado por el Banco Mundial entre más de 50 grupos que manifestaron su interés.

El Grupo Consultor está compuesto por seis firmas de reconocido prestigio en sus respectivos campos: SENER, como líder del grupo, posee una amplísima experiencia en transporte urbano que se concreta en proyectos que totalizan más de 1.000 km de líneas de metro, metro ligero y tranvía en todo el mundo, desde estudios de viabilidad



hasta gestión integral de proyectos a lo largo de todas sus fases; Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB), que aporta su experiencia en la explotación del metro en Barcelona desde 1957 y en diversas ciudades del mundo donde ha actuado como asesor; Advanced Logistics Group (ALG) empresa consultora española con una dilatada experiencia internacional en planificación de transporte masivo; Incoplan, ingeniería colombiana con amplia experiencia en proyectos de transporte; Santander Investment, especializada en estudios financieros para infraestructuras con la solvencia que le da su pertenencia a uno de los bancos más importantes del mundo; y Garrigues, el mayor despacho de abogados de Europa continental, que ha participado con éxito contrastado en innumerables proyectos similares que actualmente están en funcionamiento.

Fases de desarrollo del estudio

En diciembre de 2008 dio comienzo el proyecto. El trabajo realizado ha conestado hasta la fecha de cuatro etapas, que se han desarrollado entre los meses diciembre de 2008 y diciembre de 2010.

En la etapa 1, 'Línea base de diagnóstico y definición de escenarios', se ha llevado a cabo un reconocimiento pormenorizado del territorio para definir las necesidades de movilidad, actuales y futuras, de la ciudad. De este modo, se han desarrollado modelaciones del sistema de transporte de la ciudad para escenarios de base (año 2008), de corto plazo (inicio de operación del metro), de medio plazo (2028) y de largo plazo (2038), a fin de incorporar la red de metro en el SITP y con el propósito de cubrir las demandas de viajes y de mejorar la calidad de vida y productividad de la ciudad. En estos escenarios se ha contemplado, asimismo, la articulación con la región. Este análisis se ha enmarcado en el Modelo de Ordenamiento establecido en el POT y en el Plan Maestro de Movilidad.

En la etapa 2, 'Evaluación de alternativas y prioridad de implementación', se ha llevado a cabo la identificación de la red de metro, así como la selección de la primera línea del metro dentro del SITP. Se ha realizado la selección de la red de transporte masivo que mejor puede atender las necesidades de Bogotá, con el horizonte puesto en el año 2038. Igualmente, en esta etapa se ha seleccionado la primera línea de metro que habría que construir dentro de esta red.

La selección de la red y de la primera línea del metro constituye uno de los aspectos más relevantes del proyecto. En este paso del estudio se realiza un sistema de evaluación multi-criterio; además, se valoran aspectos urbanísticos, técnicos, ambientales, socioeconómicos y financieros. Otros relevantes como la demanda y la oferta son también tenidos en cuenta en los procesos de selección y de priorización. Finalmente, la línea seleccionada en esta etapa discurre entre el Tintal (Portal de las Américas) y la calle 127, con 29,054 km de longitud total y 28 estaciones.

La etapa 3, 'Diseño operacional de la Primera Línea' ha tenido por objeto el desarrollo del diseño operacional de la primera línea del metro seleccionada, así como los parámetros de diseño de infraestructura



En la imagen: trazado de la primera línea de metro de Bogotá. Se trata de la solución seleccionada por el Grupo Constructor y avalada por el Banco Mundial, y que ha permitido el acuerdo CONPES del 19 de julio de 2010, que garantiza los recursos nacionales y distritales necesarios para su construcción. También ha recibido el aval de la Alcaldía de Bogotá y del Gobierno de Colombia. **En la otra página:** gráfico que muestra varios resultados del estudio.

de la misma: desde los requerimientos tecnológicos hasta la reestructuración de la estructura tarifaria del SITP integrada con la primera línea del metro.

Con posterioridad a este estudio y fruto del análisis conjunto realizado con el Departamento Nacional de Planeación y las Universidades Nacional y de los Andes, en la etapa 4, 'Ajustes al diseño operacional y dimensionamiento legal y financiero', se consideró conveniente analizar la prolongación de la línea hasta la calle 170 y el establecimiento de una primera fase del tramo entre la estación de San Victorino y la calle 170. También se realizó un exhaustivo análisis financiero de la primera línea de metro.

Estos documentos permitieron el acuerdo CONPES firmado el 19 de julio de 2010, por el que el Gobierno de Colombia aprueba los recursos anuales necesarios para llevar a cabo la construcción de la primera línea de metro.

Un metro para un entorno más habitable

La primera línea de metro de Bogotá contribuirá a enriquecer el transporte público de la ciudad, con una tecnología del siglo XXI, que minimice los impactos que el tránsito produce inevitablemente en el entorno urbano; utilizará una energía en gran parte renovable, conectará zonas de la ciudad de diferentes estratos sociales y se integrará equilibradamente con los otros medios de transporte público colectivo.

Por todo ello, este nuevo servicio incidirá positivamente en el desarrollo urbanístico de las áreas aledañas y mejorará la calidad de vida de la población de Bogotá. ■■



Feria de energía termosolar SolarPACES 2011

SolarPACES 2011, la feria sobre energía solar por concentración, contó este año con las compañías SENER y Torresol Energy, que participaron del

20 al 23 de septiembre con un stand y varias ponencias. Granada fue la ciudad elegida para alojar esta conferencia, una de las más importantes

del sector profesional de la energía solar por concentración. El lema de la presente edición era 'Concentrated Solar Power and Chemical Energy Systems'. Durante el encuentro, el stand recibió un gran número de visitas, entre ellas la de la ministra de Ciencia e Innovación de España, Cristina Garmendia, como se muestra en la fotografía. Por otra parte, SENER ofreció diversas conferencias técnicas acerca de su tecnología; profesionales de SENER hablaron, entre otros temas, del sistema SENERtrough aplicado en numerosas plantas de tecnología cilindro - parabólica; el reto de la puesta en marcha y operación de un campo de

heliostatos; o la experiencia técnica en una planta tan innovadora como la recientemente inaugurada Gemasolar, con tecnología de torre y sistema de almacenamiento. Torresol Energy presentó también ponencias técnicas que ofrecieron a los asistentes una visión sobre los retos a la hora de operar Gemasolar y también sobre las otras dos plantas propiedad de la compañía, Valle 1 y Valle 2, de tecnología cilindro parabólica. En el marco de estas jornadas y a petición de la organización de SolarPACES, Torresol Energy ofreció una visita guiada por las instalaciones de Gemasolar que generó un gran interés, atendiendo al número de solicitudes recibidas. ■■

Fundación Codespa exhibe en SENER

Del 15 al 25 de noviembre, las instalaciones de SENER Madrid han acogido la exposición fotográfica 'La mujer como motor de desarrollo en América Latina'.

Esta muestra pretende dar visibilidad a la figura de la mujer en Latinoamérica. Esta exposición incluye tres temas distintos: 'Mujer y Desarrollo', 'Mujer y Familia' y 'Mujer y Trabajo', una colección de 25 instantáneas.

La exposición itinerante 'La mujer como motor del desarrollo en América Latina' es una iniciativa de Fundación Codespa, con la que SENER colabora desde hace años. ■■



Competición universitaria Formula Student

SENER ha colaborado en la iniciativa Formula Student Spain 2011, celebrada entre el 29 de septiembre y el 30 de octubre en Montmeló (Cataluña). Este año, el equipo patrocinado por SENER ha obtenido el mejor resultado desde que comenzó su participación en esta carrera, hace cinco años: Formula

Student Bizkaia ha quedado en un merecido cuarto puesto. Formula Student es una competición que se celebra anualmente bajo el auspicio de la Sociedad de Técnicos de Automoción (STA) y reúne a equipos de las universidades tecnológicas más punteras del mundo para que compitan en el diseño, desarrollo, construcción y conducción de un monoplaza de competición de categoría Fórmula. SENER patrocina al equipo Formula Student Bizkaia, formado por ingenieros que proceden de la Escuela Técnica

Superior de Ingeniería de Bilbao. Este equipo ha ido mejorando resultados año tras año, hasta hacerse con el cuarto puesto en esta reñida competición. ■■



Gemasolar despierta el interés de la prensa mundial

Desde la entrada en operación comercial de Gemasolar, la primera planta comercial del mundo que aplica un sistema de almacenamiento en sales fundidas con una configuración de torre central y campo de heliostatos, numerosos medios de comunicación han visitado sus instalaciones. Han acudido a Gemasolar, para emitir posteriormen-

te reportajes, la televisión pública española TVE, la cadena británica BBC, la televisión japonesa NTV, la brasileña TV Record, el canal árabe Al Jazeera, la cadena americana CNN, la televisión francesa France 2 o la de Emiratos Árabes Unidos Abu Dhabi Television, sin olvidar la televisión regional

de Andalucía Canal Sur, que ha emitido reportajes de la planta en diferentes programas. También han visitado la planta medios económicos como Bloomberg o Forbes, periódicos de información general como los franceses Le Figaro y Le Monde o el japonés Akahata, y han publicado reportajes sobre la planta muchos otros medios de todo el mundo. La expectación generada por Gemasolar en la prensa internacional se debe a que es, a día de hoy, la planta solar más innovadora del mundo y su tecnología puede liderar el futuro de la energía solar por concentración. ■■



Conferencia Internacional de aplicaciones informáticas para construcción naval ICCAS

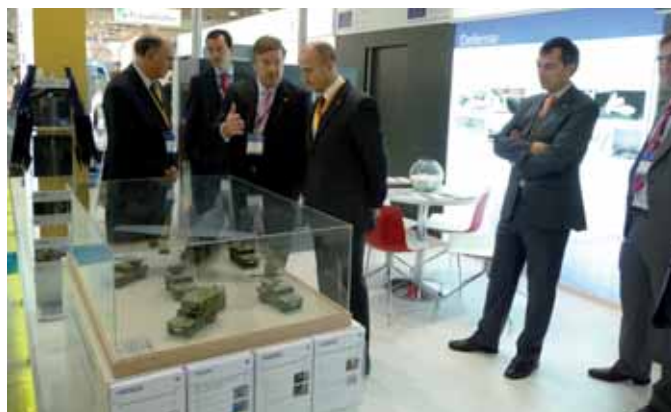
Del 20 al 22 de septiembre tuvo lugar la 15ª edición del congreso internacional sobre aplicaciones informáticas en el sector de la construcción naval ICCAS, que tiene lugar cada dos años y en el que SENER participó activamente. Trieste (Italia) fue el lugar elegido para esta edición del congreso que, organizado por la Real Institución de Ingenieros Navales del Reino Unido (RINA), tuvo una gran acogida internacional.



SENER presentó cuatro trabajos durante las distintas jornadas del congreso: 'Integración avanzada entre sistemas de CAD y PLM en un entorno de construcción naval militar'; 'El diseño eléctrico en un entorno altamente exigente', presentado en colaboración con Navantia; 'Diseño eficaz de maquinaria y armamento'; y 'Entorno de desarrollo integrado en sistemas de diseño en el sector de la construcción naval'. SENER, que ha sido uno de los principales patrocinadores del ICCAS, se mostró satisfecho por el alto nivel de los trabajos presentados y espera participar en la próxima edición, en 2013 en Corea del Sur, donde recientemente ha abierto una oficina. ■

Salón Internacional Paris Air Show

Un año más, SENER acudió al Salón Internacional Paris Air Show, la feria aeroespacial más importante de Europa, que este año celebraba su edición número 49 en la localidad de Le Bourget, en París. En la semana del 20 al 26 de junio, la ingeniería presentó, dentro del pabellón español, sus capacidades no sólo aeronáuticas sino también en las áreas de defensa o espacio. Acudieron al stand de SENER numerosas delegaciones



institucionales, entre ellas la del ministro Miguel Sebastián, que fue atendido por el vicepresidente de SENER, Andrés Sendagorta, momento que recoge la imagen. En esta feria, que este año albergó un récord en número de participantes, SENER presentó proyectos como los sistemas de producción para los largueros del ala y el ensamblaje del HTP del A350XWB, el futuro sistema de defensa aérea para el Ejército de Tierra y el Ejército del Aire, denominado Sagitario, los sistemas para el satélite Gaia o el recientemente logrado acuerdo para ser contratista principal de la misión Proba 3, entre otros. ■



El ministro de Energía de Chile visita Gemasolar

La innovadora planta solar térmica Gemasolar recibió el pasado 16 de octubre la visita del ministro de Energía chileno, Rodrigo Álvarez, a quien acompañaba una delegación de la Embajada de Chile en España y de la institución InvestChile CORFO. Esta visita se enmarcaba dentro de un viaje por España para conocer proyectos de energías renovables, un sector en el que

España es líder mundial. El director general de Torresol Energy, Álvaro Lorente, y el director del Área Solar de SENER, Miguel Domingo, les ofrecieron una presentación técnica de la planta y su tecnología y les acompañaron por sus instalaciones. Gemasolar ha recibido numerosas visitas durante los últimos meses y ha despertado gran interés internacional. ■



Exposición 'Más allá de un rostro'

SENER ha patrocinado una iniciativa de la Fundación Síndrome de Down de Madrid, una exposición fotográfica de niños afectados con discapacidades físicas y psíquicas en la madrileña plaza de la Independencia. El objetivo de la muestra era acercar esta enfermedad a la población para su normalización y sensibilización a través de 150 instantáneas. Estas imágenes fueron expuestas durante el mes de junio, tanto en la plaza de la Independencia como en la estación de cercanías de Sol. ■

Feria aeroespacial ESMATS

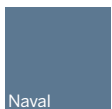
El pasado mes de septiembre, el Simposio Europeo de Mecanismos y Tribología para Espacio ESMATS celebró su edición número catorce en la localidad de Constanza, en Alemania. SENER presentó en este encuentro bianual varios de sus proyectos. Además, la muestra contó con la participación activa de varias personas de SENER, como el jefe de la Sección de Estructuras y Mecanismos de Bilbao, Fernando Artigas, que formó parte del Comité Organizador, o el director de proyectos Carlos Compostizo, que ejerció la presidencia de una sesión dedicada a componentes para mecanismos. Profesionales de SENER presentaron varios artículos con proyectos de robótica y espacio, como los trabajos en los satélites Gaia o Sentinel 2. ■



“Veo barcos inteligentes como los delfines”

En la mar, la manera de ver el futuro puede ser a través de sus seres más inteligentes. Un día no muy lejano crearemos buques tan inteligentes como los delfines, capaces de adaptarse perfectamente a su entorno. Y podemos decirlo porque, en SENER, realizamos la ingeniería y diseñamos

barcos “a la carta” desde hace más de 50 años utilizando nuestro propio Sistema FORAN, líder mundial en aplicaciones CAD/CAM para el diseño y la construcción de buques. Una muestra patente de capacidad de adaptación aplicada a la ingeniería naval.



La manera de ver el futuro