Interempresasmedia

264

MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA DE CIMENTACIONES. GEOTERMIA

inGEOpres

Ingeniería civil,
hidráulica,
urbana,
geológico-minera
y medioambiental

www.ingeopres.es

www.interempresas.net

Industrias Juferma,s.a.

Materiales para sondeos

P. I. Los Calahorros IV, C/ Adelfa, nº 17 - 19 - 28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tel. (+34) 91 690 43 78 - Fax: (+34) 91 606 20 13 - **www.juferma.com** - Email: admon@juferma.com

Droneshow

2ª EDICIÓN

CON EL APOYO DE:

AEDRON
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE DRONES Y AFINES

BARCELONA **11 - 12 ABRIL 2018**
FIRA DE BARCELONA

5000 VISITANTES - 40 EXPOSITORES - 50 SPEAKERS

INTERNATIONAL DRONES EXPO & CONFERENCE

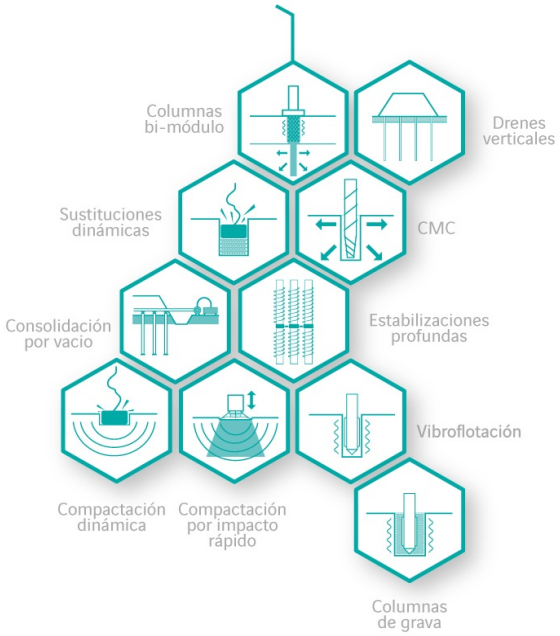
the-droneshow.com

VISITANTES PROFESIONALES

- AGRICULTURA DE PRECISION
- TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
- EDUCACIÓN
- ECOMMERCE Y LOGISTICA
- ASEGURADORAS Y ASESORIAS JURÍDICAS
- DEPORTE, RETRANSMISIONES DEPORTIVAS Y TELEVISION
- INDUSTRIA, ENERGÍA, ÓLEO Y GAS
- CONSTRUCCIÓN E INFRAESTRUCTURA CIVIL
- PRODUCCIÓN AUDIOVISUAL, PUBLICIDAD Y CINE
- APLICACIÓN DE LA LEY, SEGURIDAD CIVIL Y RESCATES
- ARQUITECTURA Y MERCADO INMOBILIARIO
- INDUSTRIA MILITAR Y AERONAUTICA

menard

MEJORA DE SUELOS



ESPECIALISTAS EN TRATAMIENTOS DEL TERRENO

Diseño – Ejecución - Control

Síguenos

MENARD ESPAÑA S.A
C/ Velázquez 50, 7ª planta -28001 Madrid
Tel : 913 239 524 - Fax : 913 141 507
comercial@menard.es/www.menard.es

UNA EMPRESA DE SOLETANCHE FREYSSINET

Vivir el progreso.

Maquinaria Liebherr para obras civiles especiales

- Gran disponibilidad y larga vida útil debido a una construcción robusta
- Bajas emisiones y alta eficiencia gracias a los accionamientos inteligentes
- Confort de manejo debido al innovador concepto de control
- La compatibilidad con los útiles de trabajo garantizan una excelente productividad
- Procesos de construcción optimizados gracias a un asesoramiento integral

Liebherr-Ibérica, S.L.
División de Maquinaria de Construcción
C/ Los Muchos 53, Pol.Ind. Albolleque
19160 Chiloeches (Guadalajara)
Tel.: +34 949 36 30 00
E-mail: info.lib@liebherr.com
www.facebook.com/LiebherrConstruction
www.liebherr.com

LIEBHERR

sumario

Director: David Muñoz
Redacción: María Fernández
Asesores: José Miguel Galera Fernández, Dr. Ing. de Minas, Felipe Mendaña Saavedra, Dr. Ing. de Caminos, Benjamín Celada Tamames, Dr. Ing. de Minas, Francisco Esquitino Martín, Lic. CC Geológicas, Manuel Romana García,Dr. Ing. de Caminos
Colaboradores: Elías Moreno Tallón, Ing. de Caminos, Enrique Castells Fernández, Ing. de Minas, Pedro Ramírez Rodríguez, Ing. de Caminos, Carlos Dinis da Gama, Dr. Ing. de Minas, Juan Carlos Santamarta Cerezal, Dr. Ingeniero de Montes., José Luis Sanz Contreras, Dr. Ing. de Minas., Manuel Bustillo Revuelta, Dr. Cc Geológicas.
Coordinación comercial: Jonathan Añó

Edita: Interempresas media

Director: Angel Hernández
Director Adjunto: Àngel Burniol
Director Área Industrial: Ibon Linacisoro
Director Área Agroalimentaria: David Pozo
Director Área Construcción e Infraestructura: David Muñoz

Jefes de redacción:
Nerea Gorriti, José Luis París
Redactores: Esther Güell, Javier García, Nina Jareño, María Fernández, Helena Esteves, Laia Banús, Laia Quintana, Cristina Mínguez, Paqui Sáez, Salvador Bravo

www.interempresas.net/info
comercial@interempresas.net
ingeopres@interempresas.net

grupo NOVAÀGORA

Director General: Albert Esteves
Director de Estrategia y Desarrollo Corporativo: Aleix Torné
Director Técnico: Joan Sánchez Sabé
Director Administrativo: Jaume Rovira
Director Logístico: Ricard Vilà

Amadeu Vives, 20-22
08750 Molins de Rei (Barcelona)
Tel. 93 680 20 27 - Fax 93 680 20 31

Delegación Madrid
Av. Sur del Aeropuerto de Barajas, 38 - Centro de Negocios Eisenhower, edificio 4, planta 2, local 4
28042 Madrid - Tel. 91 329 14 31

www.novaagora.com

Audiencia/difusión en internet y en newsletters auditada y controlada por: OJD

Interempresas Media es miembro de: AEEPP

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de cualquier apartado de la revista.

D.L.: B-1.997/2017
ISSN Revista: 1136-4785
ISSN Digital: 2462-6058

06 ACTUALIDAD

07 EDITORIAL
La importancia de la ingeniería geotécnica

PANORAMA

10 Industrias Juferma celebra su 30 aniversario

12 >>
Entrevista a José Luis Leandro, presidente del Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía

18 La Federación de Áridos presenta en Santiago de Compostela su V Congreso Nacional

24 Asefma estima que la producción de mezcla bituminosa en España superó los 15 millones de toneladas en 2017

26 El Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles pide a los políticos mayor inversión en el sector

28 >>
Optimización de la fragmentación en roca ultra dura de una mina de oro

33 Typsa diseña la ampliación del Puerto de San Antonio, terminal líder en transferencia de carga en Chile

34 Diferentes expertos analizan las aplicaciones de los drones en infraestructuras, minería y entornos industriales a través de casos reales

38 ¿Cómo comprobar que los pilotes prefabricados hincados tienen la resistencia suficiente?

42 La geotermia aplicada a la climatización de edificios

45 Climatización radiante por energía geotérmica en el Instituto Benéfico Social Padre Rubinos

48 Saleplas fabrica sondas, colectores y accesorios para geotermia

50 Akiter Renovables cumple con el CTE HE4 sin necesidad de usar paneles solares

52 >>
Inyecciones de consolidación en la fábrica de Orangina-Schweppes en Toledo

58 Selección de una Rueda Libre en una cinta transportadora

64 Refuerzo a flexión por el sistema NSM (Near Surface Mounted)

70 ESMIMET: Desarrollo de capacidades interregionales en torno a los recursos estratégicos en minería metálica

74 ISO 50001 en la minería, un tendencia al alza

76 Metso se consolida como proveedor de referencia de equipos de flotación en la Faja Pirítica Ibérica

78 Solintal fabrica un aljibe de 90.000 litros a Sánchez y Lago para la mina de Riotinto en Huelva

79 El martillo hidráulico SB 202 extrae pizarra de alta calidad

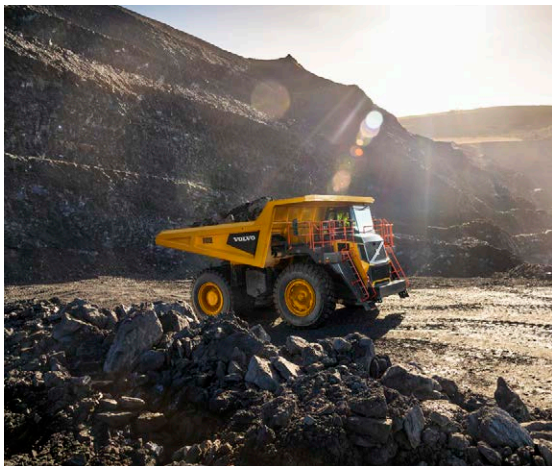
80 ESCAPARATE

Volvo lanza su propia gama de dúmperes rígidos

Volvo Construction Equipment (Volvo CE) ha anunciado que entrará en el mercado de los dúmperes rígidos con su propia marca Volvo en el segundo trimestre de 2018.

El desarrollo de la nueva gama, de cuatro modelos, se ha basado en gran medida en la larga experiencia en este segmento de Terex Trucks, subsidiaria de Volvo CE, combinada con la solidez tecnológica del Grupo Volvo. La gama, que inicialmente se lanzará en mercados menos regulados, estará formada por el R45D, de 45 toneladas, el R60D, de 60 toneladas, el R70D, de 72 toneladas, y el buque insignia R100E, de 100 toneladas.

El modelo R100E de la Serie E es un dúmper rígido totalmente nuevo en la gama de Volvo CE de 100 toneladas que se beneficia de una alto conocimiento del mercado y de los clientes, con componentes probados, nuevas tecnologías y un nuevo diseño muy llamativo, todo lo cual proporciona una solución rentable y productiva, capaz de satisfacer las necesidades de los clientes de minas y canteras.



Continental continúa con el desarrollo de su gama radial de neumáticos de obra civil y minería

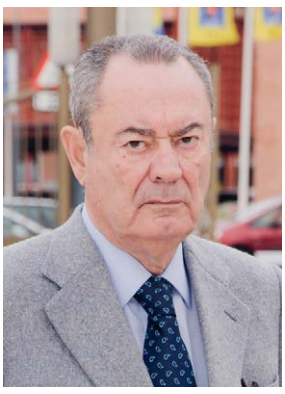
La empresa de tecnología Continental lanza dos dimensiones adicionales del neumático radial EM-Master E4/L4.

"Por ahora, este lanzamiento completa nuestra gama de neumáticos radiales para su uso en palas cargadoras y camiones articulados, en concreto para trabajos de construcción y minería", ha comentado Christian Luther, director de la línea de productos Earthmoving en Continental Commercial Specialty Tires (CST). "También colaboramos estrechamente con nuestros clientes para ampliar aún más nuestra cartera y responder a sus necesidades y requisitos".

El modelo EM-Master es parte de la gama ContiEarth, específicamente desarrollada para el sector de la construcción. Este neumático es ideal para camiones articulados (ADT), palas cargadoras y excavadoras.

El modelo RDT-Master también forma parte de la serie ContiEarth y se ha desarrollado para dumpers rígidos (RDT).

Francisco Moreno, nuevo presidente de honor de Aminer



Francisco Moreno Ruiz, profesional de dilatada experiencia en minería y muy reconocido por su talante integrador y conciliador, ha sido nombrado como presidente de honor de la Asociación de Empresas Investigadoras, Extractoras, Transformadoras Minero-Metalúrgicas, Auxiliares y de Servicios (Aminer), entidad de la que ha sido presidente desde sus inicios, en 2010.

Tras su decisión de abandonar su cargo ejecutivo en la Asociación por motivos personales, la Junta Directiva de Aminer ha decidido nombrarlo presidente de honor, como reconocimiento a su trayectoria y a la labor que ha realizado al frente de la entidad para situar al sector minero como un referente estratégico de la economía andaluza, liderando al mismo tiempo la interlocución con todos los agentes sociales implicados en esta actividad, incluida la administración pública a escala nacional, regional, provincial y local. De esta manera, Francisco Moreno seguirá vinculado a Aminer, ofreciendo su apoyo y sus conocimientos a fin de que la minería metálica siga su proceso de consolidación en la región.

Hillhead anuncia una nueva ampliación

La organización de Hillhead tiene previsto añadir una nueva estructura de 70 m de largo junto al Pabellón de Registro existente para aumentar su capacidad a 90 expositores.

El director del evento, Richard Bradbury, explicó: "Con la venta del Main Pavilion antes de final del año pasado y la gran cantidad de consultas que seguimos recibiendo, hemos tomado la decisión de ampliar nuevamente nuestra superficie expositora, creando la oportunidad de asistir a otros 30 expositores".
Con unos pocos stands al aire libre aún por asignar, Hillhead 2018 albergará más de 500 empresas expositoras por primera vez.
El registro de visitantes está abierto para este evento, que se llevará a cabo del 26 al 28 de junio en Hillhead Quarry, cerca de Buxton.

Maxam presenta en Mining Indaba sus soluciones más innovadoras de voladura para minas, canteras y obras civiles

Maxam, referente tecnológico global especializado en el diseño, desarrollo, fabricación y aplicación de materiales energéticos, ha presentado sus innovaciones en soluciones de voladura en la feria Mining Indaba que se ha celebrado en Ciudad del Cabo (Sudáfrica) hasta el 8 de febrero.

La compañía contaba en su stand con un innovation corner en el que exponía sus últimos desarrollos tecnológicos con los que consigue simplificar las operaciones de sus clientes, aumentar la productividad y crear valor.
Entre estas soluciones destacaba el X-Copter, un dron diseñado específicamente para minería y canteras, galardonado recientemente en España como la mejor idea de utilización de drones en ingeniería civil. Equipado con cámaras y sensores de gas, el X-Copter permite comprobar la seguridad del terreno antes y después de realizar una voladura, así como medir aspectos como el nivel de fragmentación del terreno y el volumen de material generado.

editorial

La importancia de la ingeniería geotécnica

En el presente número dedicado a la Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, la Ingeniería Geotécnica o Geotecnia es una rama de la ingeniería civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas y de resistencia de los suelos.

Los ingenieros civiles y geólogos especializados en esta área investigan y analizan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las bases o cimentaciones para diversas estructuras; tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilización de taludes, construcción de túneles y carreteras, etc.

Los ingenieros geotécnicos conocen los principios de la mecánica y de la hidráulica, así como conceptos relacionados con la geología. Todo esto les permite conocer las condiciones bajo las cuales determinados materiales fueron creados o depositados, y los posteriores procesos estructurales o diagenéticos que han sufrido.

La Geotecnia permite a los ingenieros desarrollarse como entes investigadores, ya que indagan sobre los riesgos que existen para el hombre, las propiedades y sus características, entre otras.

Investigan el riesgo para los seres humanos, los fenómenos ambientales naturales o propiciados por la actividad humana tales como deslizamientos de terreno, hundimientos de tierra, flujos de lodo y caída de rocas. Su trabajo en este tiempo es indispensable para cualquier edificación.

Hoy día, esta rama de la Ingeniería Civil ha adquirido términos amplios que incluyen la ingeniería sísmica y geofísica, la producción de materiales geotécnicos, mejoramiento de las características del suelo, interacción suelo-estructura y otros.

Mientras la ingeniería siga creciendo es necesario que se continúe con este estudio, debido a su importancia para la construcción. Estos estudios realizados por los ingenieros geotécnicos nos dan como resultados edificaciones y obras civiles cien por ciento seguras y con alto índice de calidad.

Interempresas.net recibe en 2017 más de diez millones de visitas

Interempresas.net ha vuelto a batir en 2017 su récord histórico en términos anuales, tanto en visitas como en páginas vistas, según los datos publicados por la Oficina de Justificación de la Difusión (OJD).

En concreto, si en 2016 las visitas fueron 9.366.029, en 2017 han crecido hasta las 10.163.137, lo que ha supuesto un 8,51% más. En cuanto a páginas vistas, el portal ha pasado de 45.813.777 a 52.176.080 (un crecimiento del 13,89%). Además, durante el pasado mes de noviembre, Interempresas.net batió su récord histórico de páginas vistas mensuales, con un total de 5.241.533.

En 2012, las cifras de audiencia según OJD fueron de 6,1 millones de visitas y 24,9 millones de páginas vistas, lo que significa que en 5 años el portal industrial en castellano líder indiscutible en el mundo ha crecido un 67% y un 109%, respectivamente, es decir, más de doble.

José García-Balibrea, reelegido presidente de los Áridos de Murcia

En la Asamblea extraordinaria electoral de la Asociación de Fabricantes de Áridos de la Región de Murcia (Afarem), celebrada el pasado 18 de enero, José García-Balibrea Ríos, director de la empresa Arimesa Áridos del Mediterráneo, ha sido reelegido para un nuevo mandato de cuatro años como presidente de la Asociación, por aclamación unánime de los asociados.

El presidente ha agradecido la confianza depositada en su persona por los empresarios del sector y ha explicado que entre sus proyectos para el año en curso está promover la mejora de la imagen del sector del árido en la sociedad con diversas actuaciones que se están proyectando, así como empujar a fin de sacar para adelante las directrices sectoriales que ordenen la minería regional. Otro punto adelantado va a ser la adecuación de las canteras a la última reforma legal en materia de explosivos.

Hill International gestiona la construcción de una nueva ampliación del metro ligero en Los Ángeles

Hill International será la compañía que se encargue de gestionar y administrar las obras de construcción de un nuevo tramo de seis estaciones en la ampliación de la Foothill Gold Line de metro ligero (Light Rail Transit) de Los Ángeles, en California (EE UU), que contará con seis nuevas estaciones, desde Glendora a Montclair. Las obras de ampliación, que acaban de empezar, tienen un presupuesto superior a los 1.200 millones de euros y supondrán construir casi 20 km de red. Cuando terminen los trabajos, la ampliación de esta línea tendrá un total de 12 estaciones y 38,5 kilómetros. Hill International, referente mundial en gestión de proyectos, ya se había encargado de la gestión del diseño, gestión de construcción, gestión de compras y contratación, control administrativo y documental, así como de la estimación presupuestaria y el control integral del programa de construcción de una ampliación anterior.

Blumaq amplía su red de distribución Berco

Tras afianzar la distribución de producto Berco en España y Zambia, la prestigiosa marca italiana, ha nombrado a Blumaq distribuidor autorizado también en Turquía. Berco es referente a nivel mundial en rodaje gracias a la calidad y fiabilidad que ofrece en toda su gama de productos, mientras que Blumaq es un referente en el suministro de repuestos y productos de mantenimiento para maquinaria de obra pública, movimiento de tierra y minería. Una alianza clave para continuar con la expansión de ambas empresas.

En estos últimos años Blumaq ha alcanzado una gran dimensión internacional que ha consolidado su posición de liderazgo. Su red comercial no deja de crecer, y prueba de ello son las instalaciones que ha abierto recientemente en Perú, Sudáfrica y Zambia.

Primeros patrocinadores confirmados para la Convención Anual Europea de Demolición y Descontaminación 2018

Liebherr y Epiroc, como patrocinadores, y Rotar, como expositor, ya han confirmado su participación en la Convención Anual Europea de Demolición y Descontaminación 2018, encuentro organizado por la Asociación Europea de Demolición (EDA) en colaboración con el Instituto Europeo de Descontaminación (EDI), y que se celebrará en Viena del 7 al 9 de junio de 2018.

Los descuentos para las entradas profesionales están disponibles hasta el 30 de marzo, mientras que los miembros de EDA, EDI y las asociaciones nacionales tienen un descuento adicional. Esta edición de 2018 se centra en la demolición y descontaminación, y reunirá a contratistas, fabricantes y asociaciones relacionadas con estas industrias en Europa, con el objetivo de proteger sus intereses en todo el continente.

ACS, adjudicatario preferente para el diseño y construcción del sistema de transporte automático de viajeros del área metropolitana de Montreal

El Grupo ACS, a través de su filial Dragados Canada, ha sido seleccionado por la Caisse de dépôt et de placement du Québec (CDPQ) como adjudicatario preferente del proyecto (REM) para el diseño y construcción del sistema de transporte automático de pasajeros de todo el área metropolitana de Montreal, por un importe de 3.300 millones de euros.

Este proyecto representa la mayor infraestructura de transporte de Quebec desde la inauguración del metro de Montreal en 1966 y consolida a Dragados como empresa de referencia en el mercado de infraestructuras de Canadá.
El contrato incluye el diseño y construcción de una nueva red de metro en Montreal interconectada con la existente, con redes de autobuses y trenes de cercanías, que conectará la ciudad con los barrios periféricos de Rive Sud, Sainte-Anne-de-Bellevue y Deux Montagnes, así como con el Aeropuerto Internacional Pierre Trudeau.

Acciona Construcción llevará a cabo el proyecto de rehabilitación de la Estación Internacional de Canfranc

La UTE compuesta por Acciona Construcción y Avintia ejecutará el proyecto para la rehabilitación de la Estación Internacional de Canfranc, la emblemática estación de ferrocarril construida en los años 20 en el municipio de Canfranc (Huesca).

El proyecto, con un presupuesto de aproximadamente 27 millones de euros, incluye la construcción del nuevo edificio de viajeros de la estación, la creación de un nuevo haz de vías ferroviarias, la urbanización del entorno y la rehabilitación del antiguo edificio de la estación para su uso hotelero y comercial.
Esta intervención forma parte de la futura reapertura de la línea ferroviaria al tráfico internacional en una estación situada a apenas una decena de kilómetros de la frontera con Francia.

Industrias Juferma celebra su 30 aniversario

Industrias Juferma, SA está de celebración a lo largo de este año 2018, ya que se constituyó como empresa especializada en la fabricación de equipos para geotecnia hace tres décadas, añadiendo 12 años más de antigüedad, bajo una razón social anterior por parte del fundador de la compañía, Fernando Martínez Santarén.

Industrias Juferma, SA

Dedicada en exclusiva a un mercado muy determinado y exigente, se ha enriquecido a lo largo de su trayectoria por la calidad profesional y humana que acumulan sus clientes, siendo para Juferma sumamente motivadoras las exigencias de todos ellos, desde sus máximos dirigentes, a sus técnicos y empleados.

Al igual que nosotros mismos nos entendemos como un equipo humano que trabaja día a día por el bien común de nuestra firma, agradecemos cada opinión y sugerencia de mejora de aquellos a quienes nos dedicamos.

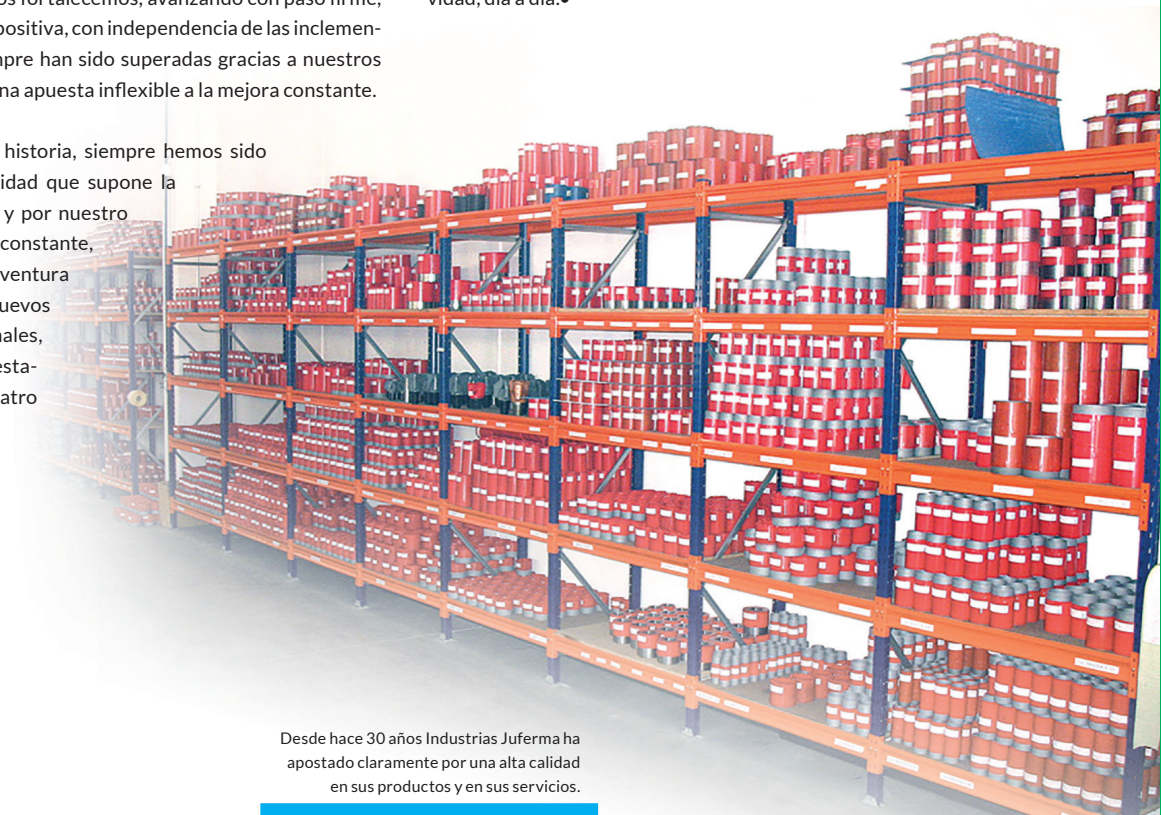
Cada día crecemos y nos fortalecemos, avanzando con paso firme, con actitud confiada y positiva, con independencia de las inclemencias externas que siempre han sido superadas gracias a nuestros valores y a mantener una apuesta inflexible a la mejora constante.

A lo largo de nuestra historia, siempre hemos sido conscientes de la realidad que supone la globalización. Por ello y por nuestro afán de crecimiento constante, nos sumergimos en la aventura que supone explorar nuevos mercados internacionales, donde actualmente estamos presentes en cuatro continentes.

Todo esto no sería posible sin las propuestas innovadoras por parte de nuestros proveedores, con los retos casi desafiantes de nuestros clientes y el distinguido valor de todos nuestros trabajadores para saber atender las nuevas circunstancias y afrontarlas de manera exitosa.

En Industrias Juferma, S.A. hemos mantenido un espíritu de alto valor ético en lo profesional, por la simple razón que supone ofrecer Compromiso y Seguridad a todos aquellos que han confiado, confían y confiarán en nosotros.

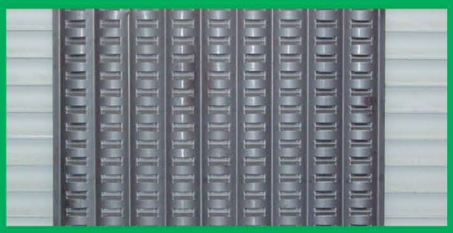
A todos vosotros, muchas gracias. Sois el motivo de nuestra actividad, día a día.•

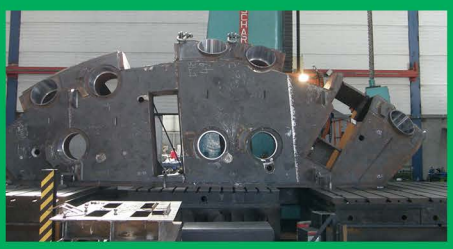


Desde hace 30 años Industrias Juferma ha apostado claramente por una alta calidad en sus productos y en sus servicios.

emico
sociedad anónima

www.emico.es • info@emico.es





SOSTENIMIENTO

- Cerchas HEB/THN
- Chapa Bernold
- Bulones expansivos
- Bulones autoperforantes
- Fibra estructural(acero/sintética)

METALMECÁNICA

- Transporte, Clasificación y tratamiento de mineral: Cintas, cribas, machacadoras, etc.
- Elevación: Puente y pórticos grúa, elevadoras cangilones, cabrestantes, etc.
- Calderería mecanizada

INGENIERÍA

DIRECCIÓN COMERCIAL:
CTRA VILLAROAÑE, 140 (KM3)
24199 SANTA OLAJA DE LA RIBERA , LEÓN, ESPAÑA
Tel. (+34)987242111

DIRECCIÓN FISCAL:
POL IND ALMÁZCARA
24398 PONFERRADA, LEÓN , ESPAÑA
Tel. (+34)987457564

DELEGACIÓN COLOMBIA:
CALLE 71# 13-28 QUINTA CAMACHO
110231 BOGOTÁ –COLOMBIA
Tel. 57-1-5401700

La tasa de ocupación de nuestros profesionales es una de las más altas de la Comunidad Universitaria

José Luis Leandro

presidente del Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía

El pasado mes de mayo, José Luis Leandro fue reelegido presidente del Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía, un cargo que le permite tener una visión privilegiada de la situación que atraviesa el sector en nuestro país. En Ingeopres hemos tenido el enorme placer de poder entrevistarle para conocer de primera mano su punto de vista sobre el momento que viven estos profesionales, sus principales problemáticas y las posibles soluciones.

David Muñoz

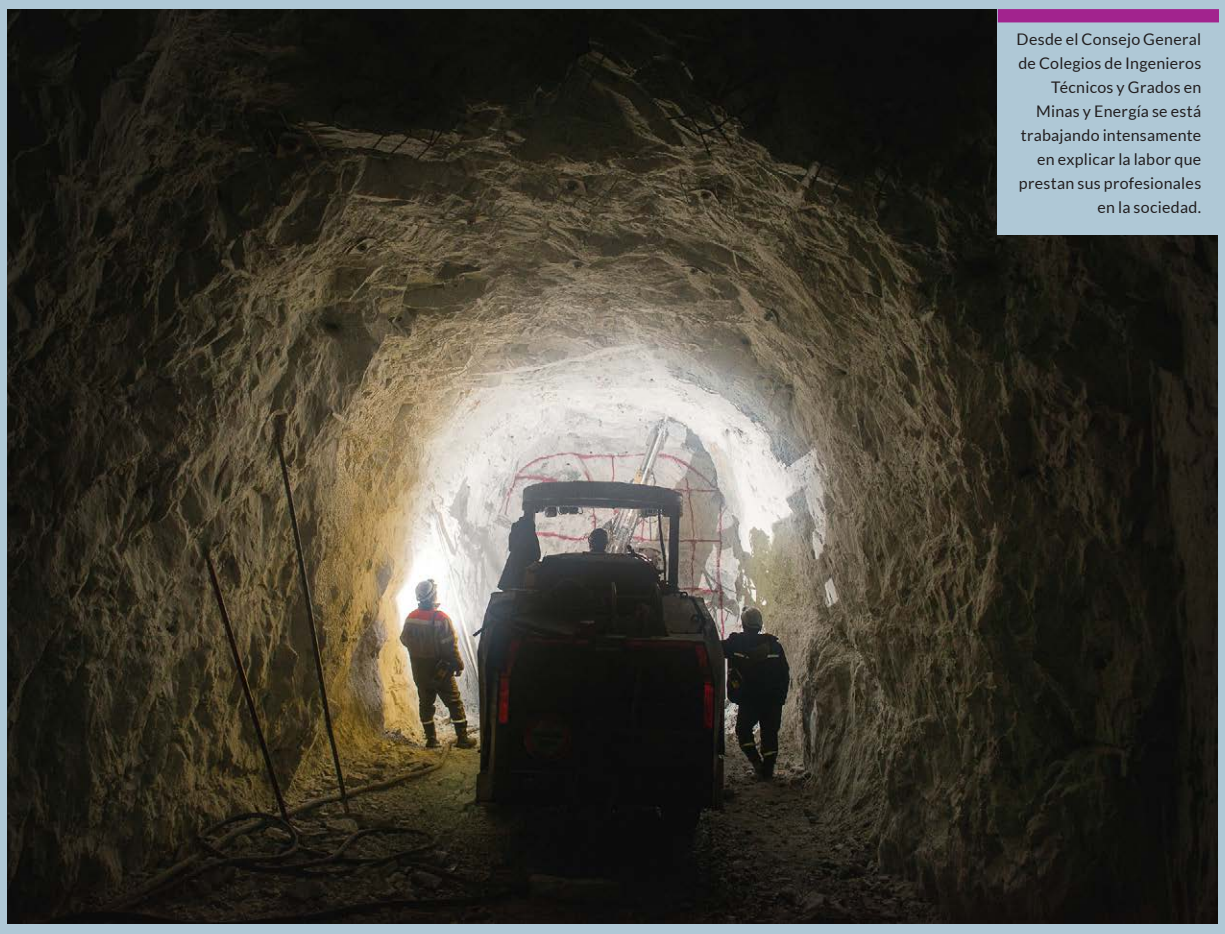
José Luis Leandro Rodríguez

Es Ingeniero Técnico de Minas y Licenciado en Económicas.

Funcionario del Cuerpo de Ingenieros Técnicos del Ministerio de Industria y Energía en situación de servicios especiales. Actualmente ejerce de Inspector de Tributos de la Agencia Tributaria de Andalucía en Huelva.

Es profesor del Area de Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva.

Preside el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía y es Decano del Colegio de Huelva.



Desde el Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía se está trabajando intensamente en explicar la labor que prestan sus profesionales en la sociedad.

¿Podría hacernos una radiografía general de la situación que atraviesa actualmente en España la Ingeniería técnica y Grados en Minas y Energía?

Somos moderadamente optimistas, siempre que la situación económica vaya evolucionando al alza y que la sociedad tenga en cuenta que no solo tenemos competencias en minería, sino en un amplio abanico de materias como explosivos, voladuras, pirotecnia y sus espectáculos, excavaciones y demoliciones, túneles, obras subterráneas, sondeos, cimentaciones, captaciones de aguas, aridos y derivados, rocas ornamentales y sus talleres de elaboración, geofísica, geotécnia, hidrología, medio ambiente, topografía, geotermia, combustibles líquidos y gaseosos, energías convencionales y renovables y un largo etcétera.

¿Cuáles destacaría como sus principales problemáticas?

Precisamente esto enlaza con lo que acabo de responder. Por lo general, la sociedad nos tiene encasillados en el entorno minero sin que trascienda la amplitud de competencias que tienen nuestros profesionales en otras muchas actividades como las enumeradas.

¿Y qué medidas proponen desde el Consejo General que Ud. preside para solucionarlo?

Estamos en ello permanentemente y por eso tratamos de enviar el mismo mensaje en los diferentes foros en los que participamos. Recientemente hemos preparado un video promocional de unos minutos que está alojado en nuestra web y al que nos van a permitir que aconsejemos su visionado. En él explicamos la labor que prestan nuestros profesionales en la sociedad. El enlace es: http://consejominas.org/video.asp?video=videoindex

¿Hay en marcha muchos procesos normativos en el sector? ¿Cuáles serían los más urgentes a desarrollar?

Aunque no somos especialmente partidarios de cambios legislativos sustanciales, pues las normas vigentes están muy consolidadas en el sector, sí que sería necesaria una modificación de la Ley de Minas para adaptarla al siglo XXI. Pero una modificación solo de los aspectos que se han quedado obsoletos en el texto, no una enmienda a la totalidad como proponían algunos borradores que han circulado y que afortunadamente no llegaron a prosperar.

“Con la crisis, un buen porcentaje de nuestros profesionales libres se han vistos obligados a reducir plantillas de sus gabinetes y en algunos casos hasta cerrar y buscar otras alternativas”

"El intrusismo es uno de los grandes problemas de nuestras profesiones desde la entrada en vigor del famoso Decreto de Visados de los trabajos de Ingeniería en general"

Echando la vista atrás, ¿aprecia que entre los jóvenes españoles hay actualmente un menor interés por este tipo de carreras?

Evidentemente sí, la dificultad de los estudios de Grado y Master en minas así como cualquier otra rama de la Ingeniería hace que no sean especialmente atractivos para los nuevos estudiantes. También el desconocimiento de las salidas profesionales es otro inconveniente para que no opten por estas carreras.

¿Cómo animaría a los jóvenes a encaminar su carrera hacia esta profesión? ¿Tendrán buena salida laboral?

Primero les diría que la tasa de ocupación de nuestros profesionales es una de las más altas de la Comunidad Universitaria y por otro lado que si tienen curiosidad por nuestra profesión vean el vídeo al que les hemos hecho referencia. Vídeo que van a tener la ocasión de ver muchos estudiantes de Bachillerato y Secundaria pues ha sido remitido a los directores de los más de diez mil centros de Enseñanza de estos niveles existentes en España para que si lo desean, incorporarlos a las charlas orientadoras que les ofrecen a sus alumnos.

¿Existe aún mucho intrusismo?

Por el sentido de la pregunta, daría la impresión que el intrusismo es un problema que se va reduciendo y nada más lejos de la realidad, cada día hay más. El intrusismo es uno de los grandes problemas de nuestras profesiones desde la entrada en vigor del famoso Decreto de Visados de los trabajos de Ingeniería en general.

Además, y para favorecer el crecimiento del intrusismo, las Administraciones Públicas han puesto en marcha un documento denominado 'Declaración Responsable' donde el profesional manifiesta que lo es, que dispone de seguro con cobertura suficiente y que está colegiado, con su numero.

Pues bien, este documento que a priori se estableció para facilitar la labor, se está convirtiendo en el instrumento más eficaz para fomentar el intrusismo pues las Administraciones Públicas nos consta que no pueden hacer, por falta de medios, el control a posteriori del documento.

La suplantación de profesionales está servida. Pero podríamos añadir que los colegios profesionales estamos precisamente para proteger a los profesionales y a la sociedad en general de la mala praxis y estamos dispuestos a colaborar con las Administraciones Públicas para minimizar este grave problema que azota a las profesiones y en particular a las ingenierías.

¿En qué medida ha afectado a esta profesión la crisis económica sufrida por nuestro país desde el año 2007-2008?

En gran medida, como a casi todo el mundo. Con la crisis, un buen porcentaje de nuestros profesionales libres se han vistos obligados a reducir plantillas de sus gabinetes y en algunos casos hasta cerrar y buscar otras alternativas. Nuestro sector como tantos otros depende directamente de la bonanza económica del país, vamos casi todos montados en el mismo tren.

La emigración no ha sido una opción que hayan elegido de forma especial los Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía.

"La minería metálica goza de un buen estado de salud", según se reconoce desde el Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía.

¿Se han visto obligados muchos profesionales a emigrar fuera de nuestro país para encontrar trabajo?

En nuestro caso la emigración no ha sido precisamente una opción que hayan elegido de forma especial nuestros compañeros. El cambio de actividad, buscando como decía otras alternativas para seguir trabajando, sí.

Somos una profesión, como hemos dicho, con relativamente poco desempleo y eso no cabe duda es un lujo hoy día. No obstante, hay muchos egresados de nuestras Escuelas que tardan todavía en encontrar un lugar en el mundo laboral.

Si comparamos con los países de nuestro entorno, ¿considera que en España la ingeniería en Minas y Energía está menos considerado que otras profesiones?

Ni mucho menos, tanto los Ingenieros de Minas, como los Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía tenemos unas profesiones de gran tradición, con prestigio y nos avala la presencia de muchos de nuestros compañeros en casi todas las Administraciones Públicas, multinacionales y la mayoría de las grandes empresas y muchas pymes de los sectores mineros y energéticos desde hace muchos años al mismo nivel como mínimo que el resto de las ramas de la Ingeniería.

La última edición del Salón de Minería Metálica de Sevilla ha sido un claro ejemplo de que la minería sigue muy viva en España. ¿Cómo que cree que evolucionará el sector durante los próximos meses?

En Minería hablar de meses diríamos que es atrevido. Entendemos, eso sí, que a corto y sobre todo a medio plazo la minería metálica goza de un buen estado de salud. La zona metalogenética del suroeste peninsular está en la actualidad a unos niveles insospechables hace tan solo unas décadas, cuando cerraron las últimas explotaciones mineras y la minería se contemplaba como una actividad a extinguir.

Pero la iniciativa privada tras la subida de las cotizaciones, la demanda de los países emergentes y la necesaria colaboración de la Administración minera, que por cierto se quitó por fin la venda de los ojos y apostó por el fomento de la minería como fuente de riqueza y empleo para las zonas de influencia, ha puesto a la Minería de nuevo en un buen lugar. Esperemos que perdure.

Como señala José Luis Leandro, "los Colegios Profesionales tenemos la obligación de poner a disposición de nuestros colegiados todas las herramientas que les permitan estar en la medida de lo posible al día".

"A corto y sobre todo a medio plazo la minería metálica goza de un buen estado de salud"

En la propia feria se pudo comprobar como la minería está inmersa en una revolución tecnológica. ¿Se están implementando rápidamente todas estas nuevas tecnologías en los programas formativos de los Colegios de ingenieros? ¿Se puede dar un desequilibrio entre lo que demanda el mercado laboral y la oferta que salga de estos Colegios?

Evidentemente, los Colegios Profesionales tenemos la obligación de poner a disposición de nuestros colegiados todas las herramientas que les permitan estar en la medida de lo posible al día. En nuestros programas de formación postgrado tratamos de ofrecer a los compañeros cursos sobre nuevas tecnologías permanentemente y no solo eso sino otros cursos de formación de materias que han de completarse con posterioridad al salir de las Escuelas. Para muestra un botón, en la actualidad tenemos en marcha para el primer semestre de 2018 varios cursos de formación, uno para piloto de drones aplicado a la fotogrametría, un segundo de seguridad en espectáculos pirotécnicos, además de un máster en Prevención de Riesgos Laborales y un último de Electricidad para instalaciones de plantas de áridos y captaciones de aguas.

Y en materia de Energía, ¿aprecia que en la oferta formativa de los Colegios se está recogiendo la tendencia hacia fuentes menos carbonizadas, contaminantes o renovables?

No del todo y es sin duda una asignatura pendiente en la que nos centraremos en las próximas ofertas que hagamos ya para el segundo semestre de 2018 y 2019.

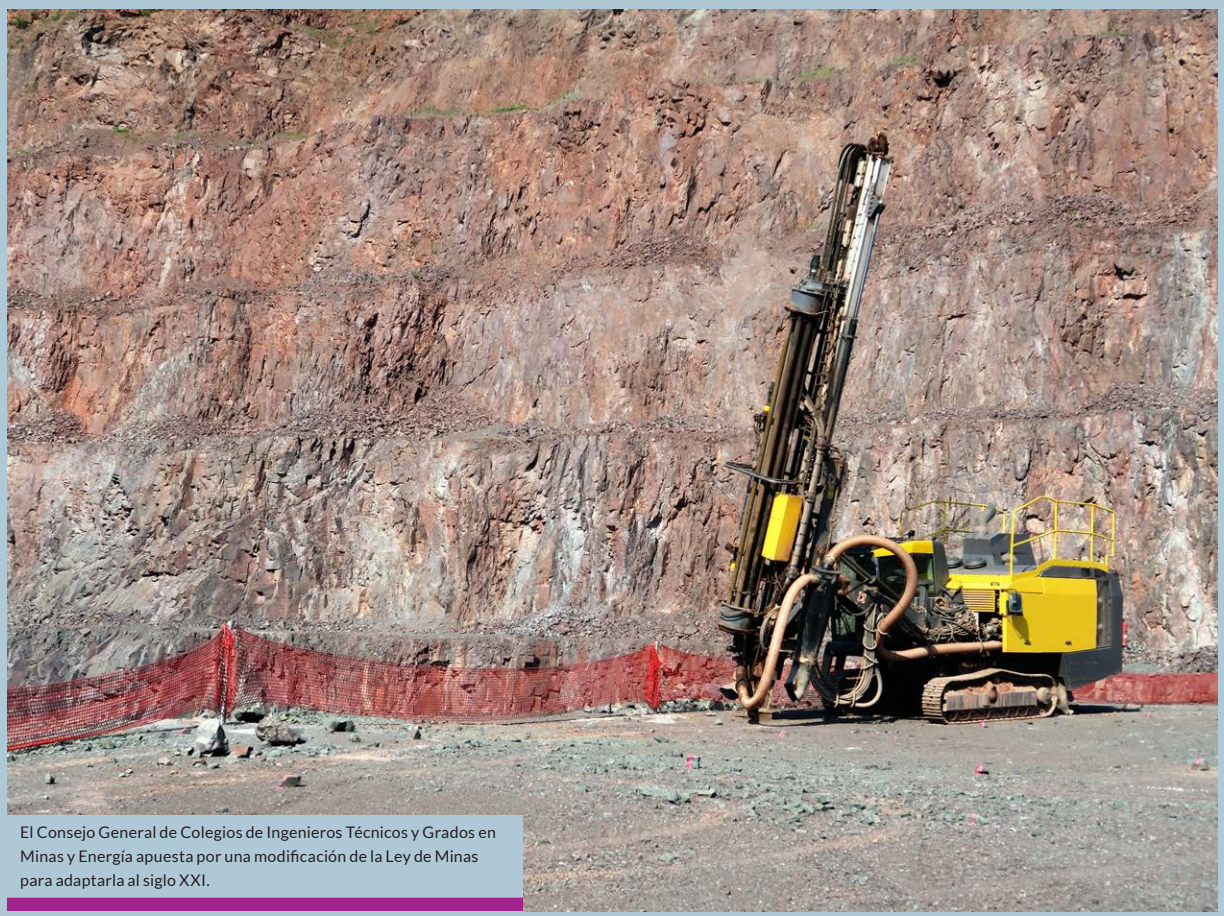
Recientemente también ha sido reelegido vocal económico del Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE). ¿Podría resumirnos en qué líneas de trabajo se van a centrar desde esta institución durante los próximos meses?

En primer lugar tratar que INGITE aglutine a todas las ramas de la Ingeniería Técnica, de lo que por cierto estamos muy cerca. Tal vez en este primer semestre lo logremos.

Por otro lado queremos potenciar al INGITE como organismo certificador y acreditador en consonancia con las asociaciones profesionales europeas. En ese sentido también reforzar nuestra presencia en Europa. Esto sin olvidar los proyectos internos como por ejemplo la reforma de nuestros propios Estatutos que permitan abrir fronteras a otros proyectos que tendrían cabida.

¿Le gustaría añadir alguna cosa más antes de terminar esta entrevista?

Solo añadir el enorme agradecimiento a la oportunidad que nos ha brindado Ingeopres para aparecer en su interesante publicación y de paso ponernos a su disposición para lo que necesite tanto a nivel personal como de la Institución a la que represento. •



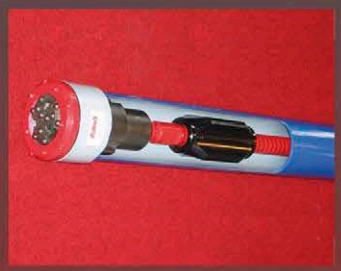
El Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía apuesta por una modificación de la Ley de Minas para adaptarla al siglo XXI.

Equipos y accesorios para la minería, obra pública, sostenimiento y micropilotes

dalper
Maquinaria y Accesorios SL

dalper
Chile SpA

Avenida Américo Vespucio, 400, Pudahuel.
Centro Logístico Bodegas San Francisco,
Bodega Y17. Santiago, Región Metropolitana
Telf.: +56 9 5758 7223
e-mail: bodegacentral@dalpersl.com



Delegacion norte:

C/ Marques de San Esteban nº 21
Oficina 304 - 33206 Gijon (Asturias)
Telf.: 985 17 65 23
Móvil: 635 61 30 09
Fax: 985 35 07 92
e-mail: agil@dalpersl.com

Central:

Av/ Fuente Nueva 4, bloque 1,
2ª planta, of. 3
28703 San Sebastian de los Reyes (Madrid)
Telf.: 91 653 48 01 - Móvil: 655 59 56 74
Fax.: 91 704 94 84
e-mail: administracion@dalpersl.com

Delegación Cataluña-Mediterráneo:

Plaza Alcalde Miralles, local 3.
08206 Sabadell
(Barcelona)
Móvil: 681 07 48 28
Telf.: 93 854 86 57
e-mail: carenas@dalpersl.com

La Federación de Áridos presenta en Santiago de Compostela su V Congreso Nacional

La Federación de Áridos (FdA), que representa los intereses de las empresas productoras de áridos de España, tanto en el ámbito nacional, como en el internacional y de la que Arigal, Anefa, el Gremi d'Àrids de Catalunya y Arival son miembros, organiza, con el apoyo de la Xunta de Galicia, el V Congreso Nacional de Áridos. El Congreso, que se celebrará en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia de Santiago de Compostela, entre los días 24 y 26 de octubre de 2018, fue presentado el pasado 31 de enero a los medios de comunicación, en una rueda de prensa que tuvo lugar en el Parador de Santiago de Compostela.

El presidente del Comité Organizador, de la Federación de Áridos y de Arigal, José Lista Tasende, ha valorado este encuentro, que se celebra cada tres años, como un foro indispensable para el diálogo y el análisis de los problemas del sector, con la participación activa de la Administración. El lema del Congreso 'Comprometidos con la Sociedad' define bien a las claras la apuesta de este sector extractivo por potenciar todos los aspectos económicos, sociales y medioambientales que crean valor añadido para los ciudadanos.

El director general de Energía y Minas de la Xunta de Galicia, Ángel Bernardo Tahocesw, además de destacar el compromiso de la Xunta de Galicia con el sector y con el Congreso (que será una ocasión excepcional para impulsar su mejora continua), ha resaltado la importancia de la industria extractiva de los áridos como elemento clave para el desarrollo local, integrando adecuadamente, los principios del desarrollo sostenible.

De izquierda a derecha: Jaime Puig i Canal, secretario general de la Federación de Áridos, María del Carmen Pita Urgoiti, directora de promoción de Turismo de Galicia, Marta Lois González, concejala de Igualdad, Desarrollo Económico y Turismo del Ayuntamiento de Santiago de Compostela, José Lista Tasende, presidente del Comité Organizador, de la Federación de Áridos y de Arigal, Ángel Bernardo Tahoces, director general de Energía y Minas de la Xunta de Galicia, y César Luaces Frades, director general de la Federación de Áridos.

El V Congreso Nacional del Árido espera convertirse en el gran centro de debate entre todos los agentes implicados: Administraciones públicas, empresas y sociedad.

Por su parte, la directora de promoción de Turismo de Galicia, María del Carmen Pita Urgoiti, ha señalado la apuesta de la Xunta de Galicia por los eventos empresariales y profesionales, como complemento imprescindible a la actividad turística más tradicional, en el marco incomparable de Galicia y Santiago de Compostela. En este sentido, la concejala de Igualdad, Desarrollo Económico y Turismo del Ayuntamiento de Santiago de Compostela, Marta Lois González, ha dicho que las fechas de este congreso son muy acertadas "ya que buscamos desestacionalizar el turismo. Desde el Ayuntamiento de Santiago os ofrecemos todo el apoyo institucional necesario para el éxito del evento".

El director general de la Federación de Áridos, César Luaces Frades ha expuesto los detalles preliminares del Congreso que reunirá a unas 700 personas, la mayoría de ellos, empresarios técnicos de esta industria, así como a un destacado plantel de personalidades de las administraciones competentes en Minas, Medio Ambiente e Infraestructuras, del mundo académico y de instituciones de ámbito nacional e internacional. En este sentido, como en los cuatro congresos anteriores, está prevista la participación de representantes empresariales de unos 20 países, por lo que esta edición tendrá una importante repercusión internacional.

Las numerosas sesiones técnicas y mesas redondas programadas abordarán todos los aspectos estratégicos de la industria, desde las cuestiones técnicas, de calidad de producción y de producto, de medio ambiente y, en particular, de biodiversidad, de economía circular, de seguridad y salud, de imagen y comunicación, así como de gestión empresarial y económica. Asimismo, la industria de los áridos busca prepararse para la esperada reactivación económica y converger, sosteniblemente, con Europa.

El Congreso cuenta con una exposición técnica y comercial muy relevante, donde las empresas fabricantes de equipos, instalaciones, así como las proveedoras de servicios podrán exponer las últimas novedades tecnológicas y los últimos avances que permitirán progresar al sector hacia la vanguardia de la industria del siglo XXI.

Como aseguraba el director general de Energía y Minas de la Xunta de Galicia, Ángel Bernardo Tahoces, "Galicia es sobre todo piedra y agua", por lo que el sector del árido tiene un papel clave en su economía.

Tal y como sucedió en todas las ediciones anteriores, se han programado numerosos actos paralelos, como la reunión de los representantes del sector con los directores generales de Minería y de Medio Ambiente que asistan al Congreso, la Asamblea General de la Federación Iberoamericana de Productores de Áridos, la entrega de los Premios Nacionales de Desarrollo Sostenible, visitas técnicas, entre otros.

Para terminar, Jaime Puig i Canal, secretario general de la Federación de Áridos, ha abordado los objetivos principales del Congreso, entre los que destacan, demostrar a la sociedad la importancia estratégica de la actividad de producción de áridos, potenciar la sostenibilidad del sector, mostrar los últimos avances e innovaciones en torno al sector y explicar a la sociedad a la necesidad de los áridos y la importancia de adoptar medidas para garantizar el acceso sostenible a los recursos.

IV Congreso Nacional de Áridos, celebrado en Madrid en el año 2015.

Los áridos constituyen un producto básico e insustituible para la construcción y para numerosos usos industriales, siendo la materia prima de mayor consumo después del agua, razón por la que hoy constituye el primer sector de la industria extractiva en toda Europa y en España, con un valor estratégico de primer orden.

Antecedentes

Tras el consolidado éxito de las cuatro primeras ediciones, celebradas en 2006, 2009, 2012 y 2015, en Zaragoza, Valencia, Cáceres y Madrid respectivamente, tanto por la asistencia, en cada certamen, de un promedio de 700 congresistas, de 40 expositores comerciales, y por la calidad de las numerosas ponencias y comunicaciones presentadas, esta iniciativa trienal vuelve a celebrarse para dar un impulso al sector extractivo de los áridos acercándolo, cada vez más, a los criterios que conforman el marco del desarrollo sostenible de una actividad moderna y necesaria para la sociedad.

Objetivos y áreas temáticas

Las áreas temáticas previstas para el V Congreso recogerán todos los ámbitos de actividad relacionados con el sector de los áridos, desde las etapas previas al inicio de una nueva explotación hasta los productos para la construcción a los que se destinan. Las numerosas sesiones técnicas y mesas redondas programadas abordarán todos los aspectos estratégicos de la industria.

El V Congreso Nacional de Áridos tiene como objetivos principales:

- Establecer propuestas, soluciones y alternativas para hacer frente a la situación económica
- Demostrar a la sociedad la importancia estratégica de la actividad de producción de áridos
- Potenciar la sostenibilidad del sector
- Seguir fomentando la conciencia como sector
- Debatir sobre los principales problemas y analizar las posibles vías de solución y actuación
- Divulgar el compromiso del sector con la economía circular
- Mostrar los últimos avances e innovaciones en torno al sector
- Divulgar una imagen positiva de la actividad de extracción de áridos
- Promover el conocimiento de la normativa y la legislación
- Asegurar una importante presencia empresarial y técnica
- Lograr una elevada participación institucional
- Celebrar una mesa / foro de debate con los Directores Generales de Industria / Energía / Minas / Medio Ambiente
- Lanzar a la sociedad y a las Administraciones mensajes claros pre y post Congreso, respecto a la necesidad de los áridos y la importancia de adoptar medidas para garantizar el acceso a los recursos
- Elaborar un manifiesto
- Potenciar la dimensión internacional
- Alcanzar un alto nivel en las Ponencias y Comunicaciones, manteniendo el equilibrio entre los aspectos de interés empresarial y los técnicos

Acorde con estos objetivos, las sesiones técnicas acogerán ponencias y comunicaciones de alto nivel, donde las experiencias prácticas, la investigación e innovación, la formación, etc., favorezcan un impulso decidido de la actividad y ayuden a las empresas a poder responder a los importantes retos y exigencias que se plantean en la actualidad.

Asimismo, la industria de los áridos busca prepararse para la esperada reactivación económica y converger, sosteniblemente, con Europa.

Las siete áreas temáticas previstas se estructuran en mesas. El Comité Organizador invitará a figuras de gran relieve del sector de los áridos como presidentes de mesa y ponentes principales.

Además, las comunicaciones técnicas breves constituirán, como siempre, el corazón del programa.
Los bloques temáticos programados son:

- Área A: Aplicaciones de los áridos. Calidad de producción y de producto
- Área B: Explotaciones de áridos – Presentaciones técnico- comerciales
- Área C: Acceso a los recursos. Medio ambiente y ordenación territorial
- Área D: Seguridad y Salud en el Trabajo
- Área E: Gestión económica de empresas y explotaciones de áridos
- Área F: Relaciones con el entorno social
- Área G: Economía Circular

Un formato innovador

Además de las habituales comunicaciones y ponencias, el Congreso va a contar con varias mesas redondas con la participación especialistas nacionales e internacionales del máximo nivel, que se van a articular como foros de debate.

La selección de los especialistas se está realizando con mimo, buscando nombres que atraigan el interés de los Congresistas, y que aporten su experiencia para enriquecer y potenciar la dimensión del Congreso.

Los formatos tipo set americano con interacción con el auditorio serán un formato que aportará mucho valor añadido a los asistentes.

El programa se completa con un día de visitas técnicas, en el que se visitarán dos canteras.

Tal y como sucedió en todas las ediciones anteriores, se han programado numerosos actos paralelos, como la reunión de los representantes del sector con los directores generales de Minería y de Medio Ambiente que asistan al Congreso, la Asamblea General de la Federación Iberoamericana de Productores de Áridos, la entrega de los Premios Nacionales de Desarrollo Sostenible, entre otros.

Por segunda vez, se va a dar cabida a un Foro de jóvenes empresarios, buscando integrar a las nuevas generaciones que constituirán el futuro de este sector.

Web del V Congreso Nacional de Áridos.

La industria de los áridos busca prepararse para la esperada reactivación económica y converger, sostenibleme nte, con Europa

Exposición comercial y de maquinaria

Simultáneamente, está prevista una nueva exposición técnica y comercial abierta a cuantas empresas quieran mostrar sus realizaciones, contribuyendo a la difusión de sus tecnologías y capacidades. En ella, las empresas fabricantes de equipos, instalaciones, así como las proveedoras de servicios podrán exponer las últimas novedades tecnológicas y los últimos avances que permitirán progresar al sector hacia la vanguardia de la industria del siglo XXI.

La exposición comercial contará con unos 45 stands de 3 x 3 metros, que serán de diseño o espacios específicos acondicionados para el montaje de stands tipo paraguas o banderolas.

Las siguientes empresas, JCB, Anefa, FDA, Produtiva, Cribansa, EPC, Hitachi, Reforestaciones Y Viveros, AMP, Weir, SSAB (Hardox), Metso, Emsa, Filtros Cartes, Nuba, Smartcrush, Kauman, Hidromek, Solintal, Arigal, Miningland, Maxam, Sinderya, BYG, Arco Electrónica, CMS Cepcor, Aceros Y Suministros, Peris Seguros, Expositores Italianos, Ascendum y Triman, han formalizado ya su participación como expositores (a fecha de 31 de enero).

Junto al acceso principal del Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia se dispone de un espacio exterior para la exposición de maquinaria, que podrán contratar, únicamente, las empresas que cuenten con un stand.

Sinderya, Hidromek, Hitachi, JCB y Ascendum son las empresas que han confirmado la exposición de maquinaria.

A más de 9 meses vista del inicio del Congreso, ya se está cerca de rebasar el número de expositores del Congreso anterior, superando las expectativas de la organización.

Máximas facilidades para los congresistas

El Comité Organizador ha diseñado el Congreso para dar las máximas facilidades a los congresistas, a través de una serie de decisiones orientadas a este fin, entre las que destacan:

- El precio de la inscripción, aunque es superior al del IV Congreso, incluye la cena de gala (acto que se recupera respecto a la edición anterior) y, aun así, sigue siendo inferior al coste de la del III Congreso.
- La limitación de los actos en paralelo a tres, para que se pueda elegir con mayor facilidad entre las diferentes opciones que concurran simultáneamente.
- La elección de una sede amplia, con accesos muy adecuados, con instalaciones muy compactas y fácil de recorrer para los congresistas.
- La mayor amplitud de los stands de la exposición comercial, que crecen un 50% respecto a congresos anteriores.
- La instalación de un área de exposición de maquinaria al aire libre.
- La elección de los hoteles principales, a escasos metros de la sede del Congreso.

La web del Congreso

www.congresoaridos.com, con un diseño innovador, vuelve a ser la página web del V Congreso Nacional de Áridos, donde además de poder obtener la información más actualizada sobre el evento, es posible formalizar la inscripción on-line, acreditaciones de prensa y descargarse el boletín de alojamiento. Quienes deseen presentar comunicaciones técnicas, pueden, mediante la web, remitir los resúmenes, así como las propias comunicaciones, en los formatos previstos al efecto. •

Ligera recuperación del sector de los áridos

Según los datos provisionales aportados por César Luaces en la rueda de prensa, la producción de áridos creció en España un 7,5% durante el 2017. Sin duda, una buena cifra, si bien es cierto que nuestro país se mantiene en términos absolutos aún muy lejos de la época pre-crisis. De hecho, seguimos en tasas más propias de países subdesarrollados, próximas a las 2 toneladas de áridos por persona y año, cuando la media europea se sitúa en las 5 t/persona/año (en el año 2006 España alcanzó el extraordinario registro de 12 t/habitante/año).

Desde la FdA se confía en que el 2018 sea un ejercicio aún mejor para el sector del árido, impulsado sobre todo por un previsible aumento de la inversión en infraestructuras: se avecinan citas electorales en ayuntamientos y CC AA, hay muchas obras licitadas que aún no se están ejecutando, cada vez hay mayores urgencias para mantener las infraestructuras, especialmente las carreteras, entra en vigor la Ley de Contratación con las Administraciones Públicas, hay necesidad de potenciar nuestras infraestructuras hidráulicas para evitar nuevas multas de la UE, cada vez hay mayores requerimientos medioambientales, etc. Y además, es previsible que siga creciendo la construcción residencial y no residencial, que aunque no consume tantos áridos como la obra pública, sí influye postivamente en esta industria.

En el caso de Galicia, a pesar de no suponer el árido la principal industria extractiva de la región como ocurre en la gran mayoría de España (en esta CC AA es la piedra ornamental), sí es cierto que este sector ha soportado mejor la crisis.

La tasa de penetración del árido en Galicia ronda las 3 t/habitante/año y, si se compara la actual siuación del árido gallego con la que tenía hace diez años, vemos que en 2007 suponía el 5% del total nacional mientras que el 2017 lo ha cerrado con un 6,5% sobre el total. Con un aliciente importante: el pasado año, Galicia exportó cerca de 160.000 toneladas de árido, lo que pone de relieve la relevancia que empieza a cobrar este vector para la industria.

UN FUTURO EN CONSTRUCCIÓN

NUEVA GAMA SCANIA XT

Un sector tan duro y tan especial necesita vehículos en los que pueda confiar. Por eso Scania ha creado la gama más completa diseñada específicamente para la construcción. Camiones robustos, versátiles y eficaces que se adaptan perfectamente a los retos y exigencias de su negocio. Con un sinfín de combinaciones posibles, el vehículo puede configurarse como un traje a medida. Scania XT es el camión de confianza cuando las cosas se ponen difíciles.

un scania un árbol

www.scania.es

SCANIA

Asefma estima que la producción de mezcla bituminosa en España superó los 15 millones de toneladas en 2017

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) expuso en su Asamblea General Ordinaria los resultados productivos del 2017 que reflejan que, a pesar del crecimiento experimentado en el último ejercicio, el sector no ha salido de la crisis. Al término de la misma intervinieron en acto público el presidente de Asefma, Juan José Potti; Juan Lazcano, presidente de la Asociación Española de la Carretera (AEC); y Manuel Niño, secretario general de Infraestructuras.

De izquierda a derecha: Juan Lazcano, presidente de la Asociación Española de la Carretera (AEC), Manuel Niño, secretario general de Infraestructuras, y Juan José Potti, presidente de Asefma.

Juan José Potti anunció que el sector había cerrado 2017 con una cifra estimada de producción superior a los 15 millones de toneladas y que el consumo de betún para mezclas asfálticas ha crecido un 15% respecto al año anterior. Estos datos los considera positivos, pero los sitúa muy por debajo de la inversión española necesaria para carreteras: dichas estimaciones productivas corresponden a la mitad de la cifra adecuada para cubrir las necesidades de las carreteras españolas, atendiendo a tráfico y longitud de la red.

"Estamos aún muy lejos de superar la crisis en este sector", afirmó el presidente de Asefma. En esta línea, expresó la preocupación de los fabricantes españoles de asfalto por la escasa

actividad de las Comunidades Autónomas para conservar la red viaria. También insistió en que el sistema de licitación más adecuado es el concurso y que la compra pública innovadora es un estímulo para el sector.

Por su parte, Juan Lazcano se refirió durante su intervención al crecimiento global del sector de la construcción, que cerró 2017 con un volumen de producción a precios constantes de casi 113 mil millones de euros, lo que supone una variación positiva del 4,4%, que en edificación corresponde a un crecimiento del 5,5% mientras que en obra civil a una caída del 1%.

"La inversión realizada por los grandes proveedores de infraestructuras (Ministerios de Fomento y Agricultura, así como sus organismos, entidades públicas, empresas y sociedades) se sitúa en el 0,6% del PIB", expresó el máximo representante de la Asociación Española de la Carretera. "Estos datos, que preocupan en Europa, corresponden al nivel mínimo de la serie histórica disponible desde 1995".

"Sobre los Presupuestos del 2018 pesa una alarma de prórroga y un nuevo impacto pernicioso sobre la inversión pública, que pone en riesgo la calidad de las infraestructuras", afirmó. El presidente de la AEC también se refirió al Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras que se financiará mediante contratos de concesión con pagos por disponibilidad y representará una inversión de 5.000 millones de euros.

Antes de cerrar su intervención Lazcano recordó que los últimos datos disponibles cifran el déficit que acumula el conjunto de las infraestructuras viarias en 6.617 millones de euros, de los cuales el 94% corresponde al estado de los pavimentos.

Durante su presentación, el secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, apuntó que desde 2015 hasta hoy se han licitado 200 millones de euros para rehabilitación de firmes, lo que ha permitido atender 2.000 kilómetros de la red nacional. En enero se han licitado 19 millones para refuerzo de firmes en cuatro proyectos y la previsión de Fomento es de continuar dicha tendencia a lo largo del 2018.

Manuel Niño destacó el Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras (PIC) de 5.000 millones de euros, que incluye fórmulas de pago por disponibilidad, un mecanismo cuyo éxito para la inversión de infraestructuras ya ha sido demostrado en Europa. "El objetivo es desarrollar la licitación de todas las obras de este plan entre 2018 y 2019", afirmó. Además "este plan multiplicará por seis la capacidad inversora tradicional del Ministerio de Fomento".

"El escenario que contempla el Ministerio es que este 2018 seamos capaces de licitar 2.000 millones de euros", afirmó Manuel Niño y en esta línea apuntó que ya hay dos actuaciones en marcha: una que corresponde al eje norte-sur de Murcia que tiene una inversión estimada en 279 millones de euros y otra que corresponde a tres tramos de la A7 entre Vilanova d'Alcolea y La Jana cuya inversión prevista es de 434 millones. "Es posible que en los próximos días se anuncien nuevas actuaciones por parte del Gobierno", expresó. •

La Asociación confirma que la producción de asfalto aumentó el pasado año pero que las carreteras españolas requieren una cifra dos veces superior para cubrir sus necesidades

Juan José Potti, presidente de Asefma.

Juan Lazcano, presidente de la Asociación Española de la Carretera (AEC).

Manuel Niño, secretario general de Infraestructuras.

El Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles pide a los políticos mayor inversión en el sector

El pasado 9 de febrero, el Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles (Citopic) celebró un acto, en el Congreso de los Diputados, para conmemorar el 25 Aniversario de la aprobación de la Ley 33/1992 que modificaba la Ley 12/1986 de atribuciones profesionales de la Ingeniería y Arquitectura Técnica españolas.

Con dicha modificación los ingenieros técnicos de obras públicas (ITOP) conseguían plenas atribuciones para ejercer su profesión. Pero para conseguirla, durante seis años, los representantes del Citopic tuvieron que enfrentarse a muchos obstáculos y aprendieron a hacer política para conseguir que el parlamento aprobase por unanimidad esta Ley tan deseada.

Este hito histórico para la profesión se consiguió gracias a la perseverancia y al trabajo de la junta de gobierno del Colegio de aquella época, encabezada por Carlos García Cuesta como presidente. Los colegiados se unieron a la causa, los estudiantes se encerraron en las escuelas y los representantes colegiales aprendieron a hacer política reuniéndose con diputados, senadores, presidentes de comunidades autónomas.

De izquierda a derecha: Diego López Garrido, letrado de las Cortes, Carlos Dueñas, presidente de Citopic, y Alfonso Guerra, exvicepresidente de Gobierno.

Encontraron apoyo en el letrado de las Cortes, Diego López Garrido, y el vicepresidente de Gobierno, de aquella época, Alfonso Guerra, porque ambos consideraron que era de justicia lo que pedían los ITOP: poder ejercer su profesión sin cortapisas, al igual que el resto de ingenieros técnicos del país. Por ello, después de veinticinco años, el Citopic les ha querido rendir un homenaje público con la celebración de este acto. El encargado de darles un miliario conmemorativo de la profesión fue el presidente actual del Colegio, Carlos Dueñas, quien presentó y presidió este emotivo encuentro que llenó el aforo completo de la Sala Ernest Lluch.

Se vivieron momentos verdaderamente emotivos cuando todo la sala se levantó para aplaudir al presidente del Colegio de la época, Carlos García Cuesta, quien narró en primera persona todo el trabajo y el esfuerzo realizado durante seis años para conseguir que los ITOP pudiesen tener plenas atribuciones profesionales.

Mesa redonda con la Comisión de Fomento

Después de este acto conmemorativo el Citopic aprovechó la ocasión para organizar una mesa redonda con diputados de la Comisión de Fomento de diversos grupos parlamentarios donde se habló del 'Futuro de la Ingeniería en España'.

Comenzó el turno de intervenciones con las palabras de bienvenida del presidente de la Comisión de Fomento, Celso García y continuó con las palabras del presidente de Unión Profesional, José Antonio Galdón, quien expresó que los colegios profesionales son los "garantes de que la actividad profesional se haga correctamente" e hizo referencia al Congreso de las Profesiones celebrado recientemente en Madrid, y leyó la Declaración de las Profesiones colegiadas.

A continuación tomaron la palabra: Fernando Navarro, del Grupo Parlamentario Ciudadanos, quien recalcó la importancia del sector de la Ingeniería como motor de la economía de un país y la necesidad de que se vuelva a invertir más en obra pública; Carmen Valido, del Grupo Parlamentario Unidos Podemos - En Comú Podem – En Marea, quien además es ingeniera técnica de obras públicas, hizo alusión a los problemas con los que todavía se enfrentan los ITOP; César Ramos Esteban, del Grupo Parlamentario Socialista, hizo referencia a las grandes infraestructuras de este país y advirtió de la necesidad de invertir más en obra pública, haciendo alusión al descenso y a los recortes vividos en los últimos años en este sector. Y Miguel Barrachina Ros, del Grupo Parlamentario Popular, quien también alabó las infraestructuras de este país, quiso poner el acento en el alto nivel de los ingenieros españoles.

Por último, Carlos Dueñas Abellán. presidente del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles, cerró el turno de intervenciones. Comenzó diciendo que "si los colegios profesionales no existieran, habría que inventarlos puesto que son los que trabajan en defensa de las profesiones y de los colegiados".

Continuó haciendo alusión a la necesidad "de poner en marcha la inversión en obra pública, pero también invertir en conservación y mantenimiento. No se trata únicamente de subsanar problemas que surjan en las infraestructuras, sino también de chequear su salud periódicamente para valorar posibles actuaciones", dijo.

También es fundamental, añadió, "el valor de la investigación en el ámbito de las ciudades y las infraestructuras eficientes y sostenibles. Citó también el Congreso de Unión Profesional, recientemente celebrado, en el que uno de los ponentes dijo: "no investigan solo los países que son ricos. Tal vez es que sólo son ricos los países que investigan".

Entrega a Alfonso Guerra de un miliario conmemorativo de la profesión.

Habló de la innegable revolución que ha supuesto el entorno inteligente (tanto en Smart Cities, como, por ejemplo, en Smart Roads) y la tecnología BIM (Building Information Modelling). "No podemos, como país, estar en el pelotón de cola de la puesta en marcha del Mercado Digital Único, sino al contrario: debemos procurar liderarla", comentó.

También hizo alusión a lo que supuso para España la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior: "un reto y una oportunidad de implantar un sistema de formación universitaria competitivo y reconocible en el mundo". Pero, alertó, esta actualización y modernización de la estructura de títulos y de la formación impartida en nuestras universidades tiene pendiente todavía su traslación, en la ingeniería, al campo profesional. "Contamos con enseñanzas y títulos nuevos, pero atribuciones profesionales viejas", comentó.

Y, terminó su intervención haciendo hincapié en que los colegios profesionales, como corporaciones de derecho público específicas, "estamos también al servicio de la sociedad", reivindicando la importancia de participar en los Pactos de Estado junto con agentes sociales, patronal y grupos políticos. "Tenemos una opinión especializada, diferenciada de la que pueden aportar otros colectivos", aseguró. •

> *"Contamos con enseñanzas y títulos nuevos, pero atribuciones profesionales viejas", comentó el presidente de Citopic*

DISEÑO DE VOLADURAS

Optimización de la fragmentación en roca ultra dura de una mina de oro

Uno de los principales retos de la minería metálica actuales es tratar minerales de alta dureza (200 MPa de UCS y superiores). El siguiente trabajo ilustra el proceso de optimización de la fragmentación mediante voladuras de alta energía para mejorar el rendimiento de carga-transporte-molienda en una mina de oro (México).

Para este tipo de optimizaciones, no basta con incrementar el consumo explosivo. El proceso incluye la revisión de tiempos de disparo, la forma de las voladuras y mejorar la distribución de energía a lo largo del barreno. Éste último fue un reto considerable al contar la mina con diámetros de perforación que no permitían subir la columna explosiva sin bajar notablemente el confinamiento hasta grados de ineficiencia no aceptables.

Igualmente, el proceso de mejora de calidad de ejecución de las voladuras mediante la aplicación de un sistema de calidad QA/QC, permitió la consistencia de los resultados asi como una mayor eficiencia de la operación de voladura.

Todas estas mejoras apuntan a ahorros operacionales de 1,5M USD/año después de descontar los costes extra por voladuras más energéticas. Adicionalmente, el coste de oportunidad de incrementar un 7% la producción de onzas al mejorar el cuello de botella de planta (Molino SAG) elevan notablemente la rentabilidad de este proyecto.

Benjamin Cebrián,
Blast Consult S.L.

Maria Rocha Gil,
Rocha Blast Engineers

Introducción

El depósito de mineral aurífero en la mina consiste en endo y exoskarns. Parte del mineral es roca meteorizada pero la mayoría consiste en roca muy dura (más de 200 MPa de UCS) y roca masiva. El circuito de molienda SAG y el molino de bolas funcionan a plena potencia para lograr las toneladas de molido cuando este mineral duro se está procesando.

Las leyes medias de mineral son de 2,65 g/t de oro, con áreas de alta ley que exceden por mucho este valor. Por esto, aparte de la fragmentación, el control de la dilución tiene que tenerse en cuenta.

Figura 1a. Cortas de Guajes (arriba). Figura 1b. Cortas de Limón (abajo).

En la mina, voladuras de 7 m de banco se utilizan con diámetro de perforación de 5,5" y 6 7/8". Es una mina con una producción de 5 MToneladas de mineral/año. En 2017, un proceso de optimización de voladuras fue desarrollado en un ensayo de 6 meses de Mine-to-mill. Se detectaron ahorros potenciales superiores a 3,5 M USD/año usando voladuras de mayor energía, principalmente por una mayor distribución energía del explosivo.

El presente documento muestra la evaluación de diseños, control de implementación y procesos de monitoreo así como resultados de la optimización de la fragmentación obtenidos y las mejoras en los procesos de mina a planta de tratamiento..

Estado inicial, cómo se volaba el mineral duro

Se llevaron a cabo auditorías iniciales para evaluar apropiadamente la línea base de comparación para los distintos cambios que serían implementados a lo largo del proceso de voladuras. Dichas auditorías incluían ambos, los procedimientos de diseño y la implementación física de los diseños en la mina.

Inicialmente, el mineral duro era volado usando mallas al tresbolillo de 4m x 4m (13ft x 13ft) y con un diámetro de perforación de 5,5" (139 mm). Durante el tiempo que las primeras auditorías se estaban desarrollando, el Departamento de Operaciones cambió el diámetro de perforación a 6 3/4" (171mm) con la intención de aumentar la fragmentación por los pobres resultados obtenidos en las zonas de mineral duro.

Dado que el uso de este diámetro ofrecía mayores factores de energía, los diseños iniciales de Mine-to-mill se realizaron con los últimos tamaños de barrenos.

Se usaron principalmente mezclas de emulsión (70/30 y 80/20) para barrenos húmedos y mezclas ligeras (50/50 e inferiores) para barrenos secos. Dichos explosivos eran de alta densidad (1,32 g/cc), por lo que los valores de energía para el mineral duro ya eran altos antes de hacer cualquier modificación. Entonces, ¿qué estaba mal?

Dominio Geotécnico	Piedra x Esparcimiento	Diámetro perforación	Factor de Energía (kj/t)
Estéril blando	5x 5 m	6 3/4	
Mineral blanco	4,5 x 4 ,5m	6 3/4	
Mineral duro (original)	4x4 m	5,5"	1.077
Mineral duro (modificado)	4x4 m	6,3/4	1.427

Tabla 1. Diseños iniciales usados en la mina.

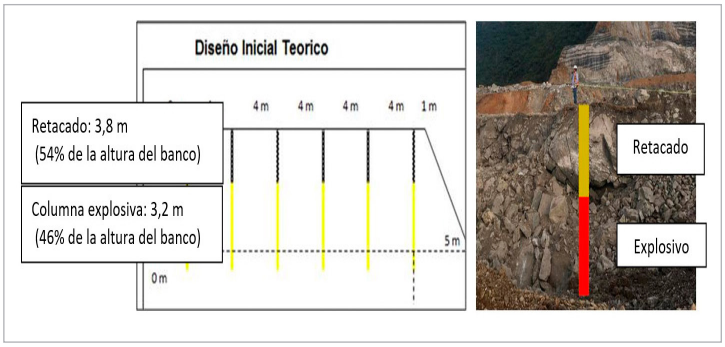


Figura 2. Análisis de distribución energética vertical.

Analizando los diseños de voladura

Debido a las cortas dimensiones de los bancos, el diámetro de perforación apropiado sería más pequeño (4" to 4 1/2") con la intención de promover la eficiencia en la voladura. Pero, como en muchas minas, los diámetros de perforación se escogen más grandes por economía de escala de grandes volúmenes de voladura. Esto no tendría por qué ser un problema para la fragmentación de macizos rocosos de dureza media a blanda, o incluso para macizos duros pero altamente fracturados. En este caso, el mineral es duro y masivo, por lo que las ineficiencias del diseño de voladura resulta en problemas evidentes con la fragmentación.

Figura 3. Sección de la pila de voladura muestra los sobretamaños que ruedan desde la zona superior.

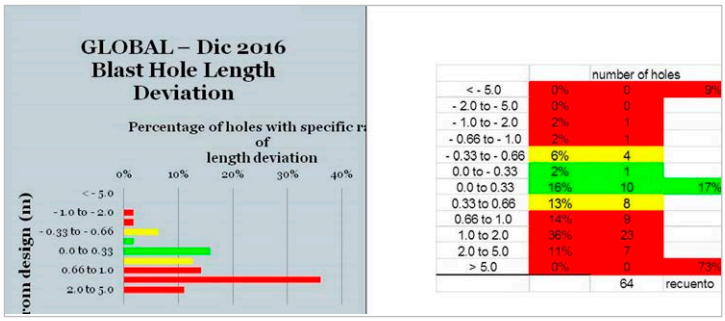


Figura 4. Estadística de longitud de barrenos de la autoría inicial. Sólo el 17% de los barrenos estaba en el rango de +/- 30 cm y 3/4 de los barrenos estaban demasiado largos.

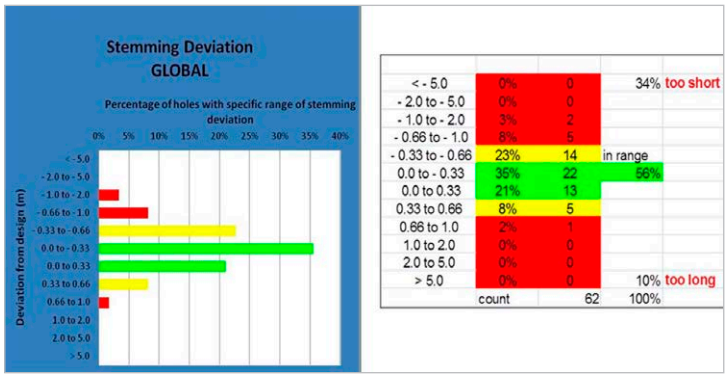


Figura 5. Estadística de longitud de retacado de la auditoría inicial. Sólo alrededoar de la mitad de los barrenos estaba correctamente recatado.

Figura 6. Carga del explosivo con carretilla.

Por lo tanto, no es la falta de energía la causa principal de los sobretamaños sino un diámetro de perforación inadecuado que requiere demasiada longitud de retacado. Ahora, dos cuestiones deben ser evaluadas previas a la optimización: ¿está dicho diseño de voladura apropiadamente implementado en terreno? Y, ¿cómo puede optimizarse dicha voladura?

Control de Implementación

Como en cualquier proceso de mejora de voladuras, la supervisión de la implementación de los diseños de voladuras es clave para asegurar el control total de los resultados.

El control durante el proceso de voladuras reveló inconsistencia en la longitud de perforación (barrenos más largos o cortos de lo diseñado), errores en posicionamiento de barrenos (emboquille) y practicas impropias de cargado. Sin control, no se pueden predecir las modificaciones en las voladuras porque no hay consistencia en los parámetros de las mismas.

Las Figura 4 y 5 muestran algunas de las mediciones en terreno realizadas para control de perforación y calidad de carga.

Por lo tanto, no hay forma de mejorar un diseño de voladuras hasta que cuatro KPI`s estén bajo control: longitud de perforación, densidad lineal del explosivo, precisión de emboquille y longitud del retacado. Fueron necesarios 2 meses para entrenar, controlar y conseguir unos niveles aceptables de los mismos, tanto para personal de mina como para el contratista de explosivos.

Diseños mejorados

Debido a que los barrenos de 6 3/4" (171mm) son un 40% más baratos en la mina por un acuerdo de suministro y la carga un 50% más por metro de perforación de 5,5" (139mm), los diseños iniciales de Mine-to-mill fueron probados con el diámetro anterior.

Evolución de Fragmentación

Para una correcta evaluación de los resultados obtenidos tras las modificaciones y mejoras implementadas durante el proceso de optimización de las voladuras en Media Luna en cuanto a la fragmentación, ciertas mediciones se realizaron de forma consistente. Dado que el objetivo principal del Proyecto Mine-to-mill era mejorar la fragmentación de las voladuras, sobre todo en mineral duro, se hicieron inicialmente mediciones de la distribución granulométrica obtenida en las voladuras estándar de la operación, como línea base de tamaños.

Así, la Figura 7 muestra la curva granulométrico y los valores de alimentación generados. El P80 para dichas voladuras, como valor de referencia, está en torno a las 25 pulgadas (63,5 cm), y el P20, el material fino, alrededor de las 1,75 pulgadas (4,45 cm). Como se ha comentado anteriormente, el control en la implementación asegura la consistencia de los resultados al contar con una precisión de parámetros en terreno aceptable y según unos ratios establecidos en los principales KPI`s. Por otra parte, una vez controlada la implementación, los cambios en los diseños se realizaron en varias

voladuras, modificando tanto diámetro de perforación, como longitud de retacado o cambio de carga insertando un doble deck para asegurar uan fragmentación más homogénea de la pila, sobre todo en la parte superior del taco.

Así, analizando por fotogrametría la fragmentación generada en cada una de las distintas pruebas del Proyecto Mine-to-mill, encontramos mejoras notables.

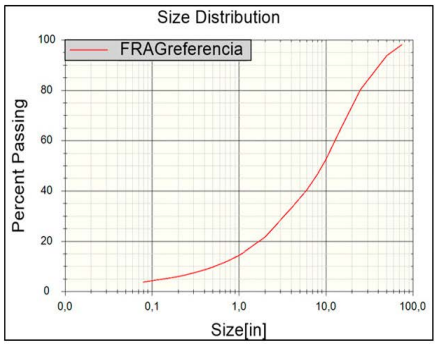
Una de las pruebas consistió en la disminución de longitud de retacado. El objetivo era conseguir una mayor distribución del explosivo en el barreno, aumentando la columna explosiva para fragmentar la parte superior del banco, la zona del retacado, que para el mineral duro por lo general tenía una fragmentación pobre en dicha zona, como se mostró anteriormente.

La Figura 8 muestra los resultados de fragmentación obtenidos. Comparando con la curva de referencia, la mejora del P80 es del 18% y los finos en un 28%.

Con el análisis de los resultados de la primera prueba, se propuso una segunda prueba para intentar homogeneizar la fragmentación en la parte superior de la pila de voladura. De esta forma, la modificación se centró en la carga, insertando una carga en el retacado. Un doble deck de explosivo para conseguir una mayor distribución del explosivo en el barreno.

Tras la prueba, se realizó la medición de fragmentación, notándose la mejora y homogeneidad de la fragmentación respecto a la curva de referencia y a la primera prueba. La Figura 9 muestra los resultados de la distribución granulométrico conseguida en la segunda prueba.

Comparando con la curva de referencia asociada a la fragmentación de las voladuras estándar u originales, la mejora del P80 es del 24% y del P20 del 57%. El aumento de finos es importante para la mejora y aumento de throughput en la planta de tratamiento. A continuación se detallan las consecuencias en aguas abajo de dichas mejoras en las etapas de carga, transporte, trituración y molienda.

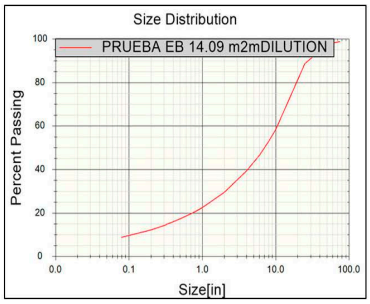


FRAGreferencia	
% Passing	Size[in]
F10	0,52
F20	**1,74**
F30	3,37
F40	**5,90**
F50	9,18
F60	12,90
F70	17,58
F80	**24,85**
F90	40,04
Topsize (99.95%)	96,70

Figura 7. Curva de distribución granulométrica de referencia (Voladura estándar).

	PRUEBA EB 08.09
% Passing	Size[in]
F10	0.26
F20	1.26
F50	8.62
F80	20.52
F90	26.86
Topsize (99.9	49.37

Figura 8. Curva de distribución granulométrica de prueba de disminución de longitud de retacado.



	PRUEBA EB 14.09 m2mDILUTION
% Passing	Size[in]
F10	0.11
F20	0.74
F50	7.12
F80	18.98
F90	26.53
Topsize (99.9	105.30

Figura 9. Resultados de la distribución granulométrica conseguida en la segunda prueba.

Figura 10. Ciclos de carga y factores de llenado de camiones mejores influyen en el KPI de t/h de los cargadores.

Tras la prueba, se realizó la medición de fragmentación, notándose la mejora y homogeneidad de la fragmentación respecto a la curva de referencia y a la primera prueba

TONELADAS POR HORA					
Fecha	Turno A	Turno B	Día	P SAG (kw/H)	kW-h/ton
01/09/2017	567	547	557	6,871	12.3
02/09/2017	638	540	589	6,984	11.9
03/09/2017	520	622	571	6,866	12.0
04/09/2017	522	490	506	7,063	14.0
05/09/2017	575	571	573	7,062	12.3
06/09/2017	560	643	601	6,879	11.4
07/09/2017	624	503	563	6,656	11.8
08/09/2017	433	554	475	6,712	14.1
09/09/2017	576	497	536	7,086	13.2
10/09/2017	488	495	492	7,057	14.4
11/09/2017	478	493	485	6,87	14.2
12/09/2017	469	562	517	6,755	13.1
13/09/2017	595	623	615	6,189	10.1
14/09/2017	571	620	596	6,812	11.4

Figura 11. Los días 8, 9 y 10 de septiembre fue procesado mineral duro de una misma zona geológica de la mina. El dia 9 fue procesado principalmente el mineral disparado bajo voladura tipo Alta Energia. En esta fecha se detecta un decrecimiento en el consumo de kwt/t de un 7%.

Optimización Mine-to-mill: carga – transporte - trituración y molienda

Los efectos en la operación minera suelen ser visibles en las operaciones de carga de camiones y en los flujos de trituración y molienda.

Una pila bien fragmentada y esponjada permite un ciclo de carga de cazo mas rápido, ya que los finos actúan como 'lubricante' del acero y el estado suelto del material permite el llenado completo de la capacidad de la pala.

Dispatch de la mina ofreció valores de 1.208 t/h para voladura con alta energía en relación a voladuras con diseño estándar en el mismo dominio geotécnico. Esto supone un 20% de mejora en el KPI de carga y transporte.

En cuanto a molienda, la trazabilidad de mineral se está realizando por horarios de procesado mientras termina de instalarse el sistema Ore Tracker. Según los análisis desprendidos de rendimiento del molino SAG, se observa un 7% de mejora de rendimiento en el intervalo de procesado de mineral muy duro.

Conclusiones y futuros trabajos

La optimización de las voladuras, el control de la implementación y las voladuras de alta energía han probado ser grandes técnicas y un enfoque económico para la operación minera para roca dura y ultra dura del mineral. En este caso, optimizar significa controlar la dilución como primera prioridad y maximizar luego la fragmentación.

En este caso, optimizar significa controlar la dilución como primera prioridad y maximizar luego la fragmentación

Una vez asegurado el control de la dilución, las mejoras iniciales son de alrededor de 7% t/h en el rendimiento del Molino SAG, lo que indican un escenario económico potencial de 1,5 millones de USD aparte del costo de oportunidad de producir mayor cantidad de onzas al mes.

Agradecimientos

A María Rocha, de Rocha Blast Engineers, co-autora y experta en fragmentación, por su pasión y compromiso en este –no fácil de desarrollar – proyecto. •

Blast Consult, S.L

blast-consult@blast-consult.com
www.blast-consult.com

Typsa diseña la ampliación del Puerto de San Antonio, terminal líder en transferencia de carga en Chile

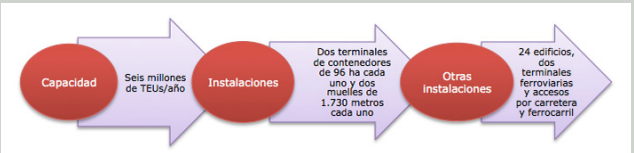
La ingeniería Typsa ha diseñado la ampliación del Puerto de San Antonio, un contrato licitado y adjudicado por la Empresa Portuaria San Antonio (Epsa), la sociedad estatal encargada de su gestión y administración. La ingeniería ha llevado a cabo el diseño de un puerto de gran escala con una nueva dársena con capacidad para 6 millones de TEUs anuales, unidad equivalente a un contenedor de 20 pies, con unos 33 m³ de capacidad. Esto permitirá absorber el aumento del tráfico de mercancías en el puerto que se prevé en la próxima década y que supondría triplicar la capacidad actual de la infraestructura.

Proyecto de ampliación del Puerto de San Antonio (Chile).

En concreto, Typsa ha asumido el diseño básico del puerto de gran escala y la definición de todas las obras marítimas a realizar, como dragados, rompeolas, muelles, rellenos y tratamientos del terreno, así como las obras en tierra, es decir, patios de contenedores, edificación, terminal ferroviaria, carreteras, instalaciones y servicios.

El Puerto de San Antonio está situado en la región de Valparaíso, en la zona central del país, y a apenas 100 kilómetros de distancia de la capital chilena, Santiago. En la actualidad, pasan por sus muelles 18,2 millones de toneladas anuales.

Este proyecto portuario en Chile se suma a otros contratos similares recientes logrados por Typsa, como la ampliación del Puerto de Nueva Palmira en Uruguay, o la primera fase del puerto hub de contenedores de Colachel, en Tamil Nadu (India).



La ampliación del Puerto San Antonio en Chile en cifras.

En Chile, también por carretera

Chile es, en la actualidad, uno de los países de mayor expansión en la actividad de Typsa ya que, en los últimos meses, la ingeniería ha logrado también varios contratos relacionados con su red viaria. Entre ellos destaca el proyecto de la ampliación de de la autopista urbana Vespucio Norte en Santiago, que pasará a tener cuatro carriles, y se mejorará la conexión de un tramo de 6 km en la zona de acceso noroccidental de la capital chilena.

Otros proyectos en el país sudamericano atañen a infraestructuras relacionadas con la gestión del agua, como el diseño del embalse La Tranca, en la región de Coquimbo (zona central del país); o bien el embalse El Sobrante, en la región de Valparaíso.

En la actualidad, Latinoamérica representa uno de cada cuatro euros que ingresa Typsa, una región en la que lleva trabajando desde hace más de dos décadas, principalmente en Perú y Brasil, pero también en otros países como Paraguay, Bolivia, etc. La ingeniería facturó 230 millones de euros en 2016, de los que el 88% proceden de los mercados exteriores.•

Diferentes expertos analizan las aplicaciones de los drones en infraestructuras, minería y entornos industriales a través de casos reales

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales acogió los pasados 24 y 25 de enero la IV edición del Congreso sobre las Aplicaciones de los drones en la Ingeniería Civil -CivilDron2018-, un evento organizado por la Dirección General de Industria, Energía y Minas y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, en el que los asistentes pudieron conocer de primera mano las principales novedades del sector de los drones y su evolución en el último año.

María Fernández Peláez

En esta edición del Congreso, se especificaron cuatro áreas temáticas sobre las aplicaciones de los drones. Uno de los temas que se abordó en la primera de ellas fue sobre los Sistemas Lidar embarcados en drones, una ponencia que corrió a cargo de David Cruz Josa, de Grafinta, en la que detalló el sistema con el que trabaja su compañía: TerraSystem-LidarPod.

Cruz Josa comenzó su intervención exponiendo las características de los sensores Lidar (Light Detection And Ranging), siendo éstos unos sistemas de captura masiva de datos geométricos georreferenciados mediante un barrido láser de una serie de puntos del terreno que en su conjunto se denomina 'nube de puntos'. Estos sensores se complementan con un sistema de posicionamiento

David Cruz Josa, de Grafinta.

INS/GNSS que proporciona la posición del sensor Lidar en todo momento para obtener adecuadamente las coordenadas georreferenciadas de cada punto de la nube. En este sentido, la integración de sistemas Lidar en drones "proporciona enormes beneficios en términos de productividad, seguridad, accesibilidad, tiempo y personal en campo", tal y como afirmó el representante de Grafinta.

En concreto, el Sistema TerraSystem-LidarPod con el que trabajan en Grafinta es un sistema integrado compacto Lidar+INS+GNSS que cuenta con un sistema de posicionamiento RTK GNSS/INS, con Lidar Velodyne HDL32 y almacenamiento interno. Tal y como señaló Cruz Josa, "al conjunto Sensor Lidar+INS+GNSS se le añade una estación en tierra desde la cual se realiza el control del Sistema Lidar aerotransportado. En el caso del Sistema TerraSystem-LidarPod, los posibles errores de fabricación quedan corregidos gracias a la integración en un único dispositivo del sensor Lidar y el sistema de posicionamiento (INS/GNSS-Antenas GNSS)".

Para la edición de los datos obtenidos con sistemas Lidar en la compañía utilizan el software LidarViewer, cuyos objetivos son la visualización de la nube de puntos, el control de calidad de los datos, herramientas de limpieza, diezmado, filtrado y conversión de datos, análisis inicial, exportación de archivos e interfaz con software de terceros. "Con este software se mejora la productividad mediante la obtención de nubes de puntos procesadas, se aumenta la rapidez en la creación de informes y resultados y también la flexibilidad, pues los usuarios pueden escribir sus propios filtros de datos, y se mejoran y facilitan los flujos de trabajo con otros paquetes de software", manifestó.

A continuación, David Cruz Josa enumeró una serie de ventajas que se obtienen con los Sistemas Lidar aerotransportados:

- Solución completa e integrada que facilita la implementación en distintos drones sin necesidad de calibración.
- Obtención inmediata de gran cantidad de datos geométricos georreferenciados con gran precisión.
- Reducción del tiempo y coste de captura en comparación con las técnicas convencionales como fotogrametría o topografía clásica.
- Mayor seguridad ya que se evita exponer al personal a situaciones peligrosas.
- Obtención de mediciones desde el aire en zonas de difícil o imposible acceso.
- Toma de datos desde distintos ángulos y posiciones minimizando las zonas sin datos.

Para concluir su ponencia, el representante de Grafinta expuso diversas aplicaciones y ejemplos reales de estos sistemas como en topografía y cartografía; infraestructuras energéticas; gestión forestal; minería; yacimientos arqueológicos o catástrofes naturales.

La influencia de los puntos de apoyo

Por su parte, Patricio Jesús Martínez, de la Universidad de Almería, impartió la ponencia 'Influencia de los puntos de apoyo en la precisión de los levantamientos fotogramétricos realizados con vehículos aéreos no tripulados' pues, según indicó, "pretendemos obtener un modelo 3D de fotogrametría".

"Para control de calidad y precisión obtenida necesitamos mínimo 3 puntos de apoyo", aseguró Martínez añadiendo que, además de los puntos de apoyo, "hay más factores que afectan a la precisión como el vuelo y los sensores".

> *Los Sistemas Lidar aerotransportados son una solución completa e integrada*

A continuación, Patricio Jesús Martínez explicó los materiales y métodos que han empleado para el ensayo que han planteado desde la Universidad en Campo de Níjar (Almería), del cual han extraído las siguientes conclusiones:

- Los errores en las zonas no cubiertas por GCP son proporcionales a la distancia al GCP más cercano.
- Cuando toda la zona de proyecto está cubierta por GCP, los errores se reducen de forma notable.
- El aumento de la densidad de GCP mejora la precisión.

Inspecciones autónomas de infraestructuras

"Nuestro objetivo es ofrecer la posibilidad de hacer una revisión autónoma de infraestructuras mediante el uso de RPAs", manifestó Sebastián Sánchez Prieto, de Soticol Robotics Systems, al inicio de su ponencia en la cual habló del sistema Sense And Avoy

Patricio Jesús Martínez, de la Universidad de Almería.

Sebastián Sánchez Prieto, de Soticol Robotics Systems.

Cuando toda la zona de proyecto está cubierta por GCP, los errores se reducen de forma notable

a bordo de los RPAs. Para ello, explicó los elementos hardware que utilizan como el Autopiloto SRS-17 el cual tiene una gran capacidad de computación, una alimentación de 3.3 v, cuenta con transmisión de datos menor de 10 km y con transmisión de vídeo menor de 2 km. Tiene un diseño en miniatura con un peso de 30 g y diferentes modos de vuelo: manual, manual-seguro, autónomo y autónomo-óptimo. Además, tiene planificación de trayectorias en tiempo real, lo que permite evitar obstáculos; genera trayectorias óptimas orientadas a objetivo y cuenta con interfaces y protocolos de comunicación y con capacidad de control de servos externos.

"Como sistema de Sense And Avoy utilizamos uno basado en Lidar, con un alcance de 20 metros en exteriores y con resolución 1/4 de grado", aseguró Sánchez Prieto añadiendo que, en cuanto a comunicaciones, "es un elemento crítico en inspecciones de infraestructuras, con doble canal de comunicaciones y encriptado".

En lo referente a la estación de tierra, el representante de Soticol Robotics Systems indicó que, como novedad, han incorporado varios pilotos que pueden colaborar entre sí en la misma dirección. Asimismo, aseguró que cuenta con geo-posicionamiento; apoyo a la navegación con sintetizador de voz integrado; interfaz con funcionalidad SAA y planificación; visera desmontable para operaciones outdoor; monitorización de baterías; almacenamiento de logs para análisis; pantalla táctil y reloj de tiempo real (RTC).

A continuación, Sánchez Prieto explicó un caso de uso y expuso las siguientes conclusiones:

- La viabilidad de RPAs en inspecciones de infraestructuras.
- La necesidad de emplear técnicas SAA.
- La reconstrucción del entorno a partir de Lidar, Slam y CACM-RL.
- Reducción de riesgos.
- No se requieren operadores con grandes destrezas.

Planificador avanzado de misiones cooperativas de UAVs para entornos industriales

"Hemos desarrollado una herramienta que consiste en la planificación inteligente de misiones cooperativas de UAVs para inspección de entornos industriales basada en modelos 3D del entorno", aseguró Alejandro Muñoz Cueva, de la Fundación Ayesa, durante su ponencia, en la cual explicó que "se trata de una App web que tiene una interfaz para definir la misión y cuenta con dos módulos: voxelizado y algoritmos de planificación".
El módulo voxelizado es, tal y como apuntó, un modelo 3D de la planta codificado como una matriz de posiciones ocupadas y libres, que cuenta con diferentes tamaños de voxel en función de las dimensiones de los UAVs y con un algoritmo voxelizado por CPU exacto superficial.

Por su parte, los algoritmos de planificación minimizan la distancia total recorrida y constituyen una solución adaptada al tipo de inspección a realizar, al equipamiento, características y autonomía de cada UAV, a los puntos de recarga, a misiones parciales o restricciones temporales.

Para finalizar su ponencia y, con ello, cerrar el primer bloque del área temática de Aplicaciones del Congreso, Muñoz Cueva hizo alusión a la plataforma de la Fundación Ayesa Sense2Drone, puso algún caso de ejemplo y señaló como principales conclusiones la gran flexibilidad de los algoritmos; las soluciones óptimas para la planificación de inspecciones en entornos industriales muy diversos; la definición sencilla e intuitiva de las inspecciones y flota disponible y la posibilidad de almacenar y reutilizar misiones ya planificadas.

Alejandro Muñoz Cueva, de la Fundación Ayesa.

Ana Belén Bello, de Argentta Ingenieros.

Técnicas GNSS-PPK

Ana Belén Bello, de Argentta Ingenieros, fue una de las expertas que participó en el segundo bloque de Aplicaciones de drones del Congreso con una interesante ponencia titulada 'Levantamiento de RPAs de la Corta Atalaya de las Minas de Riotinto (Huelva) mediante Técnicas GNSS-PPK' en la que explicó qué son dichas técnicas y qué aportan.

"La minería es una de las aplicaciones donde los drones han permitido grandes avances", señaló Bello asegurando que los drones en Minería a cielo abierto ya son una realidad y que cuentan con distintas aplicaciones dentro de la mina. Asimismo, habló sobre los posicionamientos GNSS cinemáticos sin puntos de control terrestre (GCP).

En este sentido enumeró los pasos a seguir para la metodología del levantamiento sin GCP con drones siendo éstos la planificación de la misión; operación de vuelo; análisis de la información capturada; procesamiento de las imágenes aéreas y resultados.

La representante de Argentta Ingenieros se refirió a continuación a un caso de estudio que se llevó a cabo en la Corta Atalaya de las Minas de Riotinto (Huelva) con 4 vuelos:

- Un vuelo sin puntos de control terrestre (GCPs), con 17 puntos de chequeo y 3 líneas de vuelo adicionales.
- Un vuelo sin GCPs, pero con 17 puntos de chequeo.
- Un vuelo con 1 GCP y con 16 puntos de chequeo.
- Un vuelo con 9 GCPs y 6 puntos de chequeo.

"Con estos datos se planteó utilizar la solución del PPK, pues el objetivo es ahorrar costes", admitió Bello haciendo alusión a las principales ventajas de un dron PPK frente a un dron RTK, con el cual, además de la reducción de costes en equipos de posicionamiento GNSS y en personal, se consigue una reducción de tiempo en campo, una mejora de la precisión en postproceso y la verificación de la consistencia de la solución.

Siguiendo los pasos de procedimiento del levantamiento sin GCP con drones anteriormente explicados, en este caso de estudio se planificó la misión en la Corta Atalaya, la cual "fue una explotación a cielo abierto, principalmente de cobre, que en su día fue la más grande de Europa", según manifestó Bello.

Una vez planificada la misión, se llevaron a cabo la planificación del vuelo y las características del equipo utilizado y, a continuación, se procedió al análisis de la información capturada, donde "se comprueba la integridad de los datos obtenidos y el cumplimiento de las precisiones establecidas a priori para la realización del vuelo".

Tras analizar la información capturada se llevó a cabo el procesamiento de las imágenes aéreas. "En este caso- indicó Ana Belén Bello- al no utilizar puntos de control terrestre (GCP), no ahorramos el tiempo de ajuste necesario para hacer la correspondencia manual entre las imágenes de los puntos y las coordenadas tomadas en campo de los mismos, con receptores GNSS". Para finalizar, abordó los principales resultados del estudio y expuso como principales conclusiones del mismo las siguientes:

- La captura de información aérea con un dron es una técnica rápida y precisa en las labores de reconocimiento y análisis de la explotación minera a cielo abierto.
- La utilización de estos sistemas sin GCP es posible debido a la estabilidad del vuelo, la calidad de los sensores aerotransportados y los algoritmos de cálculo posteriores.
- Minimiza el trabajo de campo, desplazando toda la producción a gabinete con el consiguiente aumento de rendimientos y abaratamientos de costes.
- Esta técnica de toma de datos supone un avance en la disminución de plazos y costes frente a las técnicas tradicionales de medida. •

La captura de información aérea con un dron es una técnica rápida y precisa en las labores de reconocimiento y análisis de la explotación minera a cielo abierto

PRUEBAS DE CARGA DE PILOTES

¿Cómo comprobar que los pilotes prefabricados hincados tienen la resistencia suficiente?

Se hincan pilotes para la cimentación de estructuras en suelos blandos porque son muy cómodos de ejecutar. En este artículo se exponen distintos métodos para comprobar que la resistencia del pilote ya hincado se corresponde con la que estaba prevista por el diseño previo.

Carlos Fernández Tadeo.
CFT & Asociados, S.L.

El diseño previo de los pilotes se realiza habitualmente mediante un cálculo analítico que estima su resistencia por fuste y por punta en función de las características del terreno y que permite calcular la longitud del pilote a hincar. Otro método de diseño cada vez más extendido es el de la realización de unas pocas pruebas de carga previas.

Pero luego se necesita algún sistema para comprobar que la resistencia del pilote ya hincado se corresponde con la que estaba prevista por el diseño previo. El método más antiguo es comprobar la penetración (o 'rechazo') del pilote tras una andanada de golpes con el martillo de hinca: parece lógico pensar que cuanto menos penetre el pilote, más resistencia tiene. Existen muchas fórmulas para calcular la resistencia del pilote a partir de la medición del rechazo.

Fig 1.- Vista de ejecución de un pilote hincado.

A continuación figura la fórmula de Hiley, que es la que recogen algunos códigos geotécnicos españoles, como la Guía de cimentaciones en obras de carretera del Ministerio de Fomento, de donde está extraída la figura.

Como se puede observar en la fórmula y en la descripción de los parámetros que intervienen en ella, sólo hay un dato que se mide realmente, que es el rechazo, pero el resto son parámetros y coeficientes cuyo valor no siempre se conoce bien y que tienen una variabilidad grande, por lo que la fiabilidad del resultado de resistencia obtenido con estas fórmulas es muy grande. En consecuencia, los códigos exigen unos coeficientes de seguridad muy altos aplicables a los resultados de las fórmulas de hinca.

El desarrollo de los computadores, de los métodos numéricos de cálculo, y de la instrumentación electrónica, ha permitido avances notables en la comprobación de la resistencia de un pilote hincado mediante pruebas dinámicas de golpeo, hasta tal punto que las fórmulas de hinca están prácticamente prohibidas en los códigos geotécnicos de la mayoría de países avanzados.

La relación que se busca, entre la resistencia al avance y el rechazo, puede obtenerse mediante la fórmula de Hiley.

$$R_u = \frac{\eta \cdot W_m \cdot h}{s + \frac{1}{2}(c_1 + c_2 + c_3)} \cdot \frac{W_m + e^2 \cdot W_p}{W_m + W_p}$$

Donde:

η = Rendimiento del equipo de hinca.
W_m = Peso de la maza.
h = Altura de la caída de la maza.
e = Coeficiente de restitución.
W_p = Peso del pilote (incluyendo sombrerete y sufridera).
c_1, c_2, c_3 = Acortamientos del sombrerete y la sufridera, del pilote y del terreno.
s = Penetración del pilote debido a un golpe de maza (rechazo).
R_u = Resistencia del terreno al avance de la hinca.

En la expresión de Hiley se suelen utilizar los siguientes parámetros de cálculo:

- e = Coeficiente de restitución. Depende de la elasticidad del golpe, y puede oscilar entre 0,2 y 0,4, para sufrideras de buenas características mecánicas. Cuando no se colocan sufrideras (hinca de pilotes de acero) el coeficiente de restitución puede alcanzar el valor, $e = 0{,}55$.
- c_1 = Parámetro de acortamiento del sombrerete. Representa el posible acortamiento del sistema de transmisión del golpe, y puede variar desde 1 mm en hincas cuyo sistema apenas tiene holguras, hasta más de 1 cm en caso contrario.
- c_2 = Parámetro de acortamiento del pilote. El acortamiento del pilote puede calcularse con la expresión siguiente:

$$c_2 = \frac{R_u}{A \cdot E} L^*$$

Donde:

R_u = Resistencia del terreno al avance de la hinca.
A = Área neta de la sección transversal del pilote.
E = Módulo de elasticidad del pilote.
L^* = Longitud del pilote equivalente.

Deberá tomarse la correspondiente a la distancia de la cabeza del pilote hasta un punto de la parte enterrada donde se estime que está ubicado el centro de gravedad de las resistencias. En pilotes que trabajen fundamentalmente por punta esa longitud será igual a la longitud total del pilote. En pilotes flotantes puede suponerse que esa longitud es igual a la longitud exenta (fuera del terreno) más dos tercios de la longitud enterrada.

Fig 2.- Formula de Hiley para el cálculo de la resistencia del pilote.

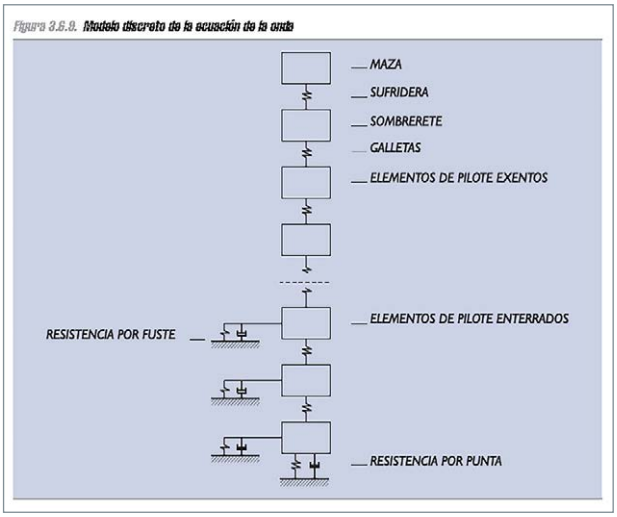


Fig 3.- Modelo discreto de la ecuación de la onda.

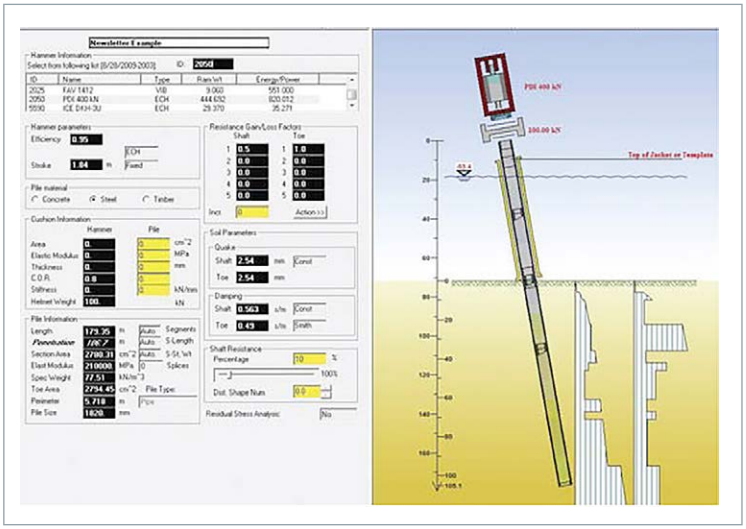


Fig 4.- Pantalla principal del modelo GRL Weap.

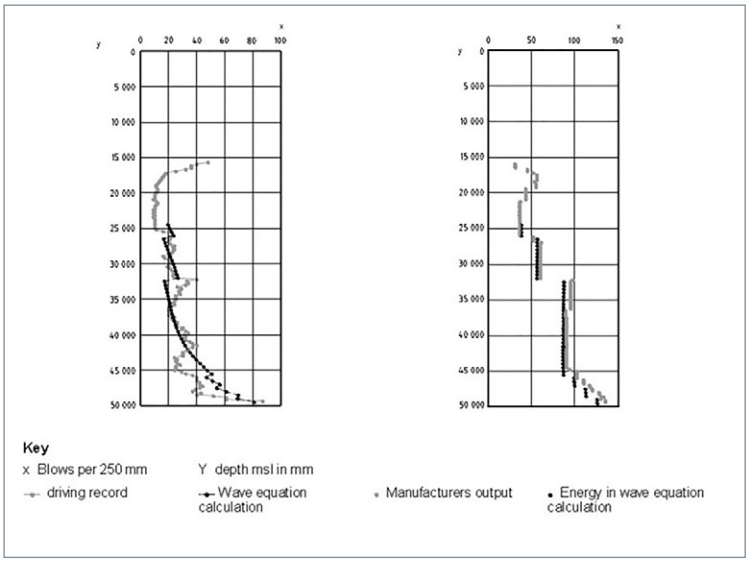


Fig 5.- Curvas ajustadas de golpes (izda) y energía transmitida (dcha.).

En la Fig. 3, obtenida de la ROM 0.5-05 de Puertos del Estado, se esquematiza el modelo más popular desde hace décadas para el cálculo numérico y electrónico, que utiliza la ecuación de la onda que se propaga en un medio unidimensional. El modelo discretiza el pilote en varios tramos con masa y elasticidad, y la interacción en el fuste y en la punta entre esos tramos de pilote y el suelo se simula mediante esquemas de masas suspendidas, muelles y amortiguadores viscosos.

El programa de cálculo más conocido, que utiliza un modelo matemático de este estilo, es GRLWeap, cuya pantalla principal de entrada de datos se puede ver en la Fig. 4.

Con este tipo de programas se puede obtener la resistencia del pilote que corresponde a un determinado rechazo medido, con mayor precisión que con las fórmulas de hinca. Estos programas también permiten hacer simulaciones previas de una hinca completa, para comprobar si el martillo previsto podrá llevar el pilote hasta la profundidad esperada, con tensiones inducidas por el golpeo que sean admisibles, y estimar la duración de la hinca.

Todavía quedan parámetros en el cálculo que pueden tener una cierta variabilidad, como son los que se refieren a la eficiencia del martillo, y a las características de las diferentes capas de suelo en la zona en que está hincado el pilote. Si se realiza una hinca con el pilote instrumentado con acelerómetros y medidores de deformación, se pueden comparar los datos medidos con los que se habían estimado en el cálculo previo. De ese modo se pueden modificar los parámetros del programa para ajustar el modelo. En la Fig. 5 se pueden observar dos curvas ajustadas, una de golpes necesarios para hincar 25 cm (que es una forma de medir el rechazo), y otra de la energía transmitida por el golpe a medida que el pilote va penetrando. Una vez ajustado el modelo, nos permite calcular un resultado de resistencia del pilote mucho más exacto.

Otra curva importante que se obtiene de este cálculo numérico es la denominada 'curva de rechazo', que para un pilote de tamaño y peso determinado, hincado a una determinada profundidad, con un martillo definido y con altura de caída específica, nos permite conocer la resistencia del pilote en función del rechazo medido (Fig. 6).

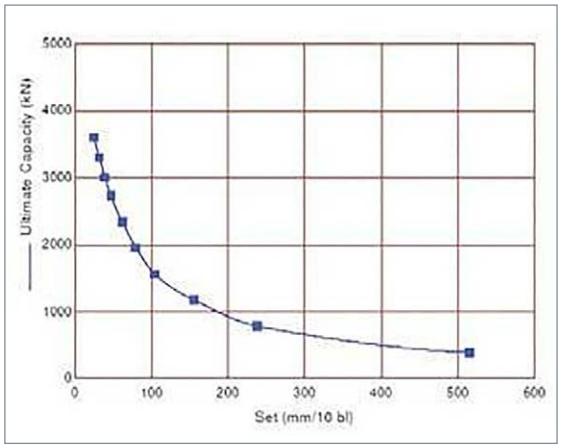


Fig 6.- Curva de rechazo.

Fig 7.- Ensayo dinámico de pilote hincado.

La metodología más utilizada actualmente para comprobar la resistencia de pilotes hincados es la realización de pruebas de carga dinámica al cabo de unos días o semanas tras la hinca. Se dan golpes con el martillo de hinca al pilote, movilizando su resistencia por fuste y punta, captando las ondas generadas en el pilote mediante acelerómetros y medidores de deformación.

Se obtienen así curvas de fuerza y velocidad como las de la figura siguiente, donde en la parte inferior se ha dibujado la onda de fuerza ascendente y la onda de fuerza descendente, que son la solución matemática de la ecuación de la onda.

Estas curvas de fuerza y velocidad captadas por la instrumentación durante la prueba permiten realizar unos cálculos simplificados de resistencia del pilote, cuyos resultados normalmente se obtienen inmediatamente en la pantalla del equipo de toma de datos. Pero lo usual es realizar unos cálculos más complejos con un modelo matemático similar al explicado arriba, modificando los parámetros del modelo para conseguir que la curva de fuerza del modelo se ajuste lo más posible a la real obtenida en el golpe de prueba. Una vez conseguido así el ajuste del modelo matemático, el programa realiza un cálculo estático en el modelo, obteniendo la resistencia movilizada en la prueba por fuste y por punta, y en cada uno de los segmentos en que se ha discretizado el pilote. El programa de este tipo más conocido es Capwap, de Pile Dynamics. A continuación (Fig. 9) se muestra una salida gráfica de este programa.

En definitiva, se dispone de metodologías variadas para comprobar la resistencia última de un pilote hincado, que prácticamente no incrementan el coste de la obra, y que permiten eliminar las frecuentes dudas que aparecen en este tipo de cimentaciones hincadas.•

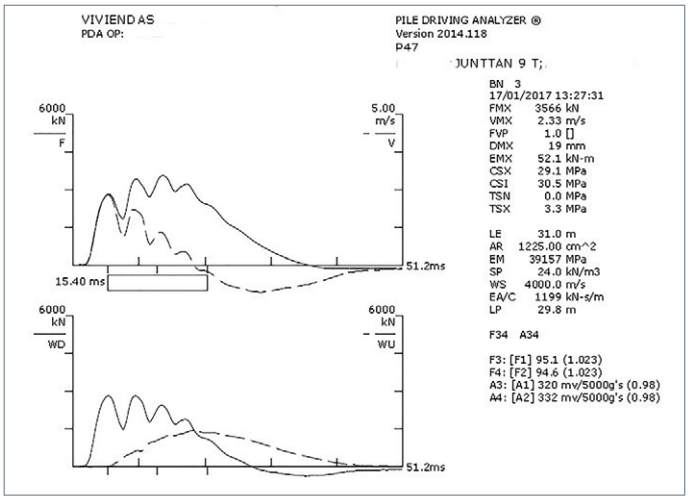


Fig 8.- Curvas de Fuerza (arriba) y velocidad (abajo). Cambiar a: Curvas medidas (arriba) y calculadas (abajo).

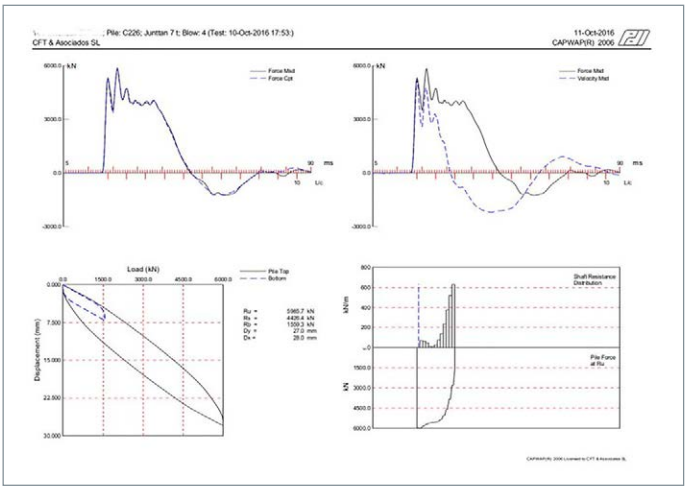


Fig 9.- Salida gráfica del programa Capwap (Pile Dynamics).

CFT & Asociados, S.L.
Tel. 932076630 • info@fernandeztadeo.com
www.fernandeztadeo.com

UNA ENERGÍA RENOVABLE QUE VA A MÁS

La geotermia aplicada a la climatización de edificios

Geoter—Geothermal Energy es una compañía europea de referencia en el diseño y ejecución de soluciones respetuosas con el medio ambiente al hacer uso de la energía renovable geotérmica de baja entalpía destinada a la climatización de viviendas y edificios y la producción de ACS, contribuyendo con su actividad empresarial a conseguir satisfacer los requisitos mínimos energéticos establecidos por la normativa española y las múltiples directrices de la Unión Europea en relación a los distintos procesos y límites generados en los últimos años. Geoter se ha marcado como objetivo alcanzar una considerable reducción de la demanda y el consumo energético, así como de las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la generación de la energía destinada a tal fin, para combatir el cada vez más apreciable cambio climático que sufre el planeta.

Elías García Pereda.
Lic. CC Geoógicas. Dpto. Proyectos e Internacional. Geoter

José Alejandro Medina Ortega.
Ing. Civil. Máster en Eficiencia Energética. Dpto. Proyectos. Geoter

Una energía de presente y futuro

La geotermia es la energía que proviene del interior de la tierra, el calor natural que posee el planeta. Es un tipo de energía renovable, sostenible e ilimitada. Al tener su origen en la corteza terrestre, este recurso puede emplearse también como una forma de almacenamiento energético, pues debido a sus condiciones y a las características de explotación se puede conservar calor en el terreno para su uso posterior cuando se necesite cubrir una futura demanda en la época del año en el que sea preciso.

Una de las principales ventajas de la utilización de esta energía es que la temperatura que posee el suelo se mantiene constante a lo largo del año una vez se llega a una determinada profundidad (esta es, aproximadamente, de unos 15°C a los 20 metros en España, que se ve afectada por un incremento de 1°C cada 33 metros), pues en ella no influyen las condiciones meteorológicas exteriores. Esto contribuye a la reducción del consumo energético en los hogares debido a que la demanda disminuye puesto que se parte de una temperatura fija para calefactar o refrigerar los espacios que se van a acondicionar (además de la producción de agua caliente sanitaria), sin ser necesario dar un salto térmico tan grande como el que supondría el pasar desde las temperaturas exteriores del entorno de la vivienda a las interiores de confort que debemos asegurar para el bienestar del usuario.

¿Cómo funciona?

El sistema habitual de aprovechamiento de la energía geotérmica se basa en una serie de perforaciones en las que tiene lugar un intercambio térmico con el terreno y una bomba de calor geotérmica.

El intercambiador de calor empleado de forma habitual consiste en un sistema vertical cerrado por el cual circula un fluido caloportador (agua con anticongelante), el cual es el encargado de captar el calor del terreno y gracias al cual se podrá climatizar la vivienda y generar ACS. La profundidad de las perforaciones está en torno a los 100 m, dependiendo de las necesidades específicas de cada edificio. Existe la posibilidad, en el caso de obras de nueva construcción, de aprovechar los pilotes estructurales con el fin de lograr la integración del sistema de captación en la cimentación del inmueble.

En cuanto a la bomba de calor, su funcionamiento es similar al de las bombas de calor convencionales, a excepción de que la fuente de energía calorífica proviene del interior del terreno. Hace circular el fluido de forma que absorbe el calor del terreno para cederlo a la vivienda o viceversa. Son de bajo consumo y alto rendimiento (se puede llegar a la producción de 5 kW de calor por cada kW de electricidad empleada, siendo esto posible gracias a que no se genera el calor, sino que se capta de una fuente externa).

La energía geotérmica es una de las principales energías renovables.

Perforación vertical para el aprovechamiento geotérmico.

Un recurso cada vez más habitual

Los importantes ahorros energéticos (y los costes económicos asociados) permiten que el sistema sea rentable al conseguir un índice de ahorro tanto en calefacción (hasta un 70%) como en refrigeración (hasta un 50%).

Estos datos han hecho que el uso de este sistema de aprovechamiento energético, a pesar de que existe cierto desconocimiento de esta energía renovable, sea cada vez más frecuente (las bombas de calor geotérmicas han aumentado en los últimos años sus ventas en un 20% anualmente). En adición a este dato, cada vez son más los usuarios que solicitan una instalación geotérmica para sus viviendas, ya se trate de nueva construcción o de rehabilitación energética de sus hogares.

En definitiva, la geotermia poco a poco está aumentando su presencia en el mercado, lo cual supone un dato muy positivo en lo que se refiere a la consecución de las metas establecidas tanto a nivel estatal como europeo en términos de ahorro energético, disminución de la demanda y

La energía geotérmica de baja entalpía se utiliza para la climatización de edificios.

consumo de la energía, así como de las emisiones de dióxido de carbono al ser una fuente que logra aportar el calor que de otra forma se generaría con fuentes de energía cuyo origen se encuentra en los combustibles fósiles.

La geotermia como forma de climatización

Conforme al aumento del uso de este recurso energético, desde Geoter nos hemos encargado de la realización varias obras de relevancia tanto a nivel nacional como internacional:

Sede EUIPO (antigua OAMI) en Alicante (2016)

Catalogado como "el edificio más sostenible de España", con la necesidad de climatizar 39.000 m^2, necesitó en este caso de la ejecución de un sistema cerrado y de captación vertical consistente en 120 perforaciones de 80 metros de profundidad, lo que supone una potencia de alrededor de 300 kW provenientes de la energía geotérmica, que junto con los aerogeneradores y la captación solar térmica, cubre los requisitos de climatización del edificio disminuyendo el consumo energético eléctrico para tal fin.

Huercasa (2016)

El nuevo edificio comercial de Huercasa es de los más sostenibles en Europa debido a la utilización de un sistema de climatización para un área comercial de 300 m^2 y un centro logístico de 8.000 m^2 mediante geotermia desarrollado por Geoter.

El proyecto consistió en la realización de seis perforaciones verticales de 85 metros de profundidad, conectadas a una bomba de calor agua-agua de 40 kW de potencia con un sistema de distribución tipo fan-coil y otro de recuperación entálpica para la ventilación de las oficinas.

Segunda Fase del Proyecto Edibon (2017)

Se trata de uno de los proyectos más relevantes en Europa en lo que a energía geotérmica se refiere, situado en Móstoles. En él se emplea la energía geotérmica en conjunto con otras energías renovables, con el fin de conseguir la casi total autonomía energética del edificio, que consta con unas instalaciones que acaparan unos 6.000 m^2 que requieren de climatización, para lo cual se llevaron a cabo 40 perforaciones de 125 metros. •

Sede comercial de Huercasa en la localidad de S. Miguel del Arroyo (Valladolid).

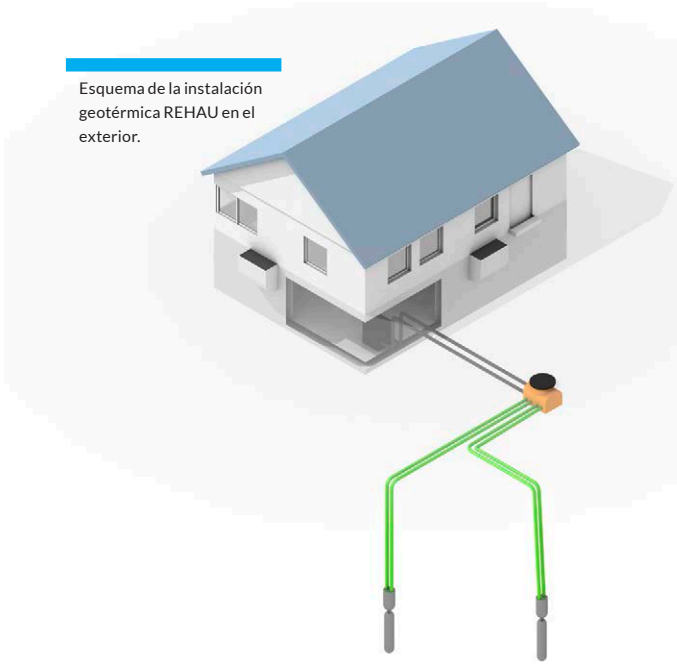
Nueva sede del Instituto Benéfico Social Padre Rubinos, en La Coruña.

Climatización radiante por energía geotérmica en el Instituto Benéfico Social Padre Rubinos

La división de Building Solutions de la empresa REHAU, especializada en soluciones basadas en polímeros para la construcción y otros sectores, ha participado en la realización de proyectos de obra tan emblemáticos e interesantes como la instalación de climatización radiante por geotermia en la nueva sede del Instituto Benéfico Social Padre Rubinos, en La Coruña.

División Building Solutions de REHAU

La nueva sede Instituto Benéfico Social Padre Rubinos, que actualmente ya está en pleno funcionamiento, supuso un proyecto de edificación de gran envergadura, con un alcance de 13.000 m² y con el requisito indispensable de conseguir un conjunto arquitectónico energéticamente eficiente y sostenible. Una gran obra a cargo del estudio de arquitectura Elsa Urquijo Architects para aumentar la capacidad de esta entidad sin ánimo de lucro, fundada en 1918, y que trabaja para personas en riesgo de exclusión social. El nuevo edificio, ubicado en Ronda de Outeiro (La Coruña), fue creado y financiado por la Fundación Amancio Ortega con el objetivo de convertirse en una instalación modelo y referente en España.



Esquema de la instalación geotérmica REHAU en el exterior.

CLIMATIZACIÓN GEOTÉRMICA IBS PADRE RUBINOS	
Población	Ronda de Outeiro (La Coruña)
Instalador	Altair Ingeniería y Aplicaciones
Arquitecto	Elsa Urquijo Architects
Componentes	44 Sondas geotérmicas RAUGEO PE-Xa
	105.500 m de tubo RAUTHERM S en 11.360 m²
	1.277 actuadores térmicos

Más capacidad para las instalaciones

Con la nueva edificación, el IBS Padre Rubinos ha aumentado su capacidad hasta casi 600 plazas distribuidas en una escuela infantil, una residencia para mayores, un centro de día y un albergue de transeúntes, además de 120 habitaciones individuales y 10 dobles. Un importante aforo de personas que requería de una gran capacidad de las instalaciones en cuanto a resistencia, eficiencia, seguridad y durabilidad. En el apartado de la climatización del nuevo equipamiento, para conseguir una radiación eficiente en toda la edificación, se optó, en primer lugar, por la instalación de un sistema geotérmico, puesto que es una energía renovable, altamente eficiente y no contaminante. Y, por otro lado, la configuración de climatización del edificio se completó con la instalación de un sistema de calefacción y refrescamiento por suelo radiante.

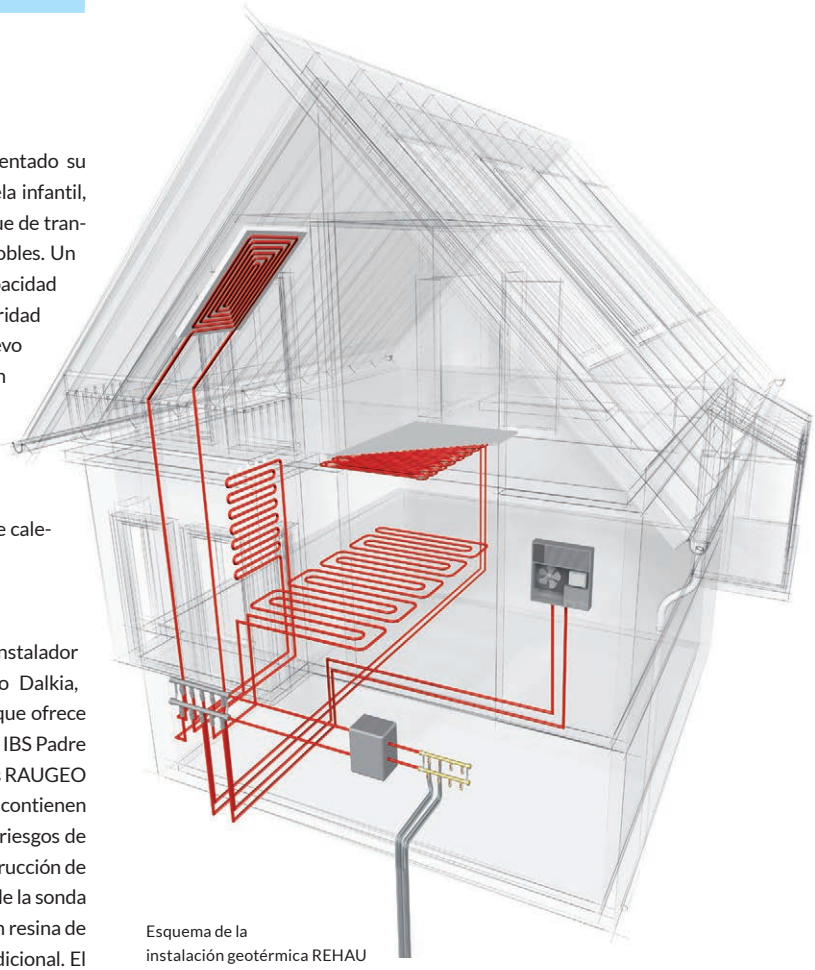
Sistema geotérmico

Entre la oferta de sistemas geotérmicos del mercado, el instalador Altair Ingeniería y aplicaciones, perteneciente al Grupo Dalkia, valoró muy positivamente la robustez y las prestaciones que ofrece la sonda geotérmica RAUGEO de REHAU. La ubicación del IBS Padre Rubinos, cerca del mar, decantó al instalador por las sondas RAUGEO PE-Xa, con el pie de sonda de máxima seguridad, ya que no contienen soldaduras. De esta manera, se minimizaba al máximo los riesgos de rotura de las sondas al introducirlas en el terreno. La construcción de esta sonda consiste en un tubo continúo curvado en el pie de la sonda mediante un método de fabricación especial e inyectado en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio como protección adicional. El sistema cumple las normas de seguridad más exigentes.

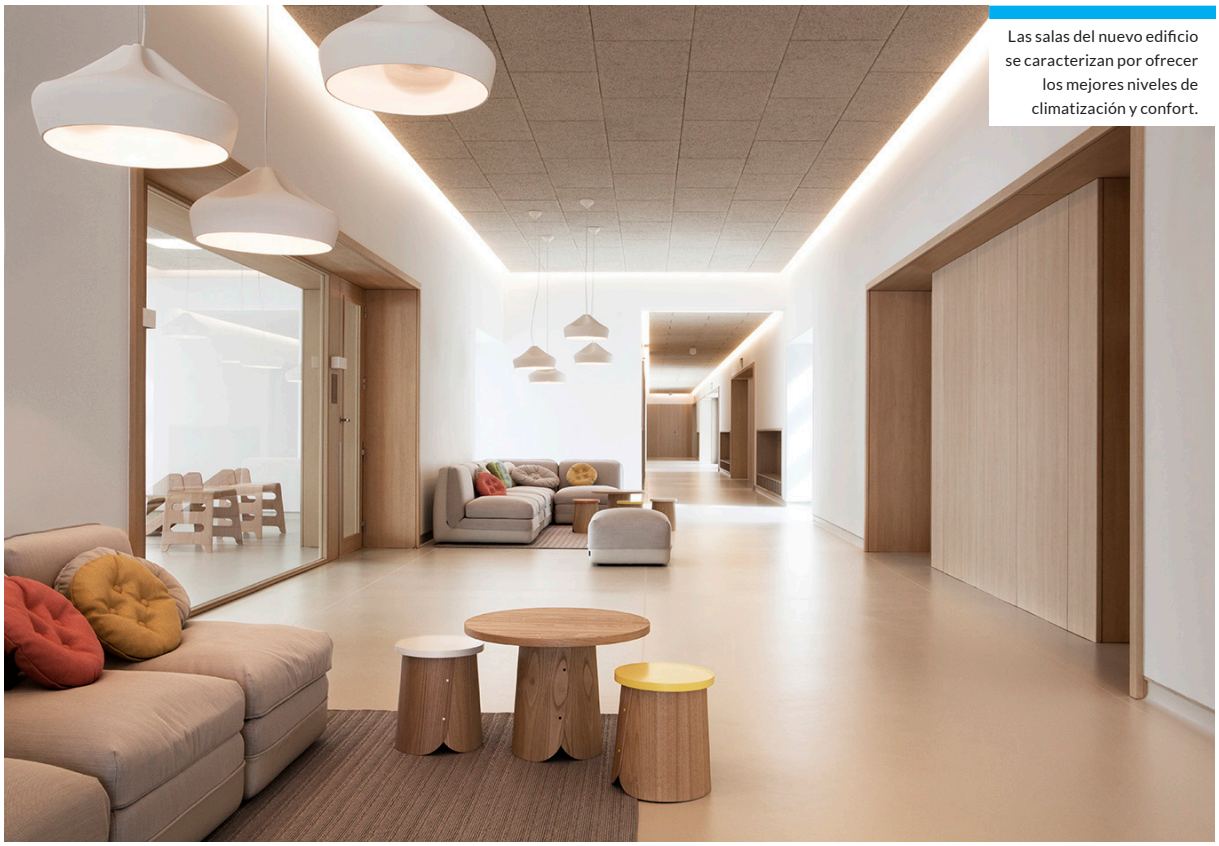
Otra ventaja de la sonda es su material altamente resistente de polietileno reticulado, que pesó a la hora de su elección en esta obra. Resistente a impactos hasta un 20% de su capa exterior y a un margen de temperaturas que oscila entre los -40°C hasta 95°C. Por otra parte, la sonda presenta una capa exterior rugosa que, en combinación con el material de inyección, garantiza la estanqueidad del sistema, sin filtraciones a la siguiente capa del subsuelo a través del tubo. El sistema alcanza un coeficiente de permeabilidad del agua de $>10^{-10}$, que es inferior al del limo arcilloso, por lo tanto, es prácticamente estanco. Finalmente, el tubo que conduce el medio caloportador es altamente resistente a la formación de muescas y estrías, así como a las cargas puntuales.

Todas estas características y la garantía de 10 años tanto en la colocación durante la perforación como en el funcionamiento a largo plazo, convirtieron a este sistema geotérmico como la opción más segura y fiable a largo plazo. Concretamente, se instalaron 44 sondas RAUGEO PE-Xa de 140 m. de profundidad con el objetivo de aprovechar la energía almacenada en el subsuelo y de alimentar la bomba geotérmica que a su vez abastece la superficie de suelo radiante instalada en el edificio.

Las sondas geotérmicas se integraron en el terreno con total precisión en todas sus fases para no interferir con el resto de la obra. Debido a la cuantía de sondas, la instalación horizontal de la tubería se desarrolló con especial exactitud en su conexión a las arquetas, siguiendo el esquema previsto para su aplicación.



Esquema de la instalación geotérmica REHAU en el interior.



Las salas del nuevo edificio se caracterizan por ofrecer los mejores niveles de climatización y confort.

Calefacción y refrescamiento por suelo radiante

En el apartado de la climatización, se instalaron 105.500 m de tubo para calefacción y refrescamiento RAUTHERM S de REHAU con 133 colectores de fibra de vidrio para una superficie de 11.360 m^2 de suelo radiante, con el objetivo de ofrecer un máximo confort y optimización energética en el Instituto Benéfico Social Padre Rubinos. Se trata de un tubo de polietileno reticulado por perióxido (PE-Xa) con barrera contra difusión del oxígeno según la norma DIN 4726. En la obra, la conexión de las sondas con la tubería en la fase horizontal se benefició mediante un casquillo corredizo sin junta tórica, estanco y aislante térmicamente. De esta manera, se dobló la seguridad de las uniones al realizarlas sin juntas.

Para el soporte de la tubería que realiza la distribución del agua climatizada en el suelo interior del edificio se instalaron 11.360 m^2 de panel de nopas PN también de REHAU. Realizado en EPS-poliestireno expandido con nopas, con una densidad de 35 kg/m^3 y unas medidas de 1.200x700, este panel aislante tiene un espesor base de 15 mm y una altura total de 45 mm.

Cabe destacar, dentro de la configuración del sistema de climatización, la instalación de 1.277 actuadores térmicos para suelo radiante con doble cámara.

Objetivo conseguido

La nueva sede del IBS supuso la construcción de una obra de gran magnitud que, además de representar una mejora generalizada y ampliación de la capacidad de servicio del centro benéfico, consiguió su objetivo de edificar unas instalaciones energéticamente eficientes y sostenibles. En la configuración de este bloque arquitectónico sostenible, la gestión eficiente de la climatización se obtuvo mediante la instalación de un sistema geotérmico de gran abasto completado con un sistema de calefacción y refrescamiento por suelo radiante, ambos de REHAU.

Este proyecto fue ganador del premio a la 'Mejor obra de construcción sostenible' del Concurso de Fotografía de Obra 2014 gracias a el nivel de eficiencia energética conseguida con la combinación de sistemas REHAU instalados y que han permitido conseguir un alto grado de ahorro energético en esta edificación. •

Pie de sonda geotérmica RAUGEO PE-Xa sin soldaduras.

Saleplas fabrica sondas, colectores y accesorios para geotermia

El sistema de geotermia presenta las condiciones óptimas para la captación de la energía almacenada en la Tierra a niveles poco profundos. Los sistemas de captación geotérmica de Saleplas, S.L. permiten el aprovechamiento de esta energía renovable y limpia. Saleplas ha desarrollado la fabricación de sondas, colectores y accesorios para Geotermia, cuya tecnología de fabricación permite obtener un ahorro económico en sistemas de calefacción/refrigeración.

Figura 1. Sonda vertical para captación geotérmica.

Saleplas, S.L. desarrolla los siguientes productos para esta fuente de energía, tales como las sondas geotérmicas verticales de 100 m y 125 m para pozos, aunque es posible fabricar otras longitudes bajo demanda. Así mismo, se fabrican tuberías para sistemas geotérmicos horizontales de poca profundidad y pilotes geotérmicos para la correcta instalación de las sondas.

Por otro lado, Saleplas, S.L. está especializada en la fabricación de colectores de PEAD PE100, así como de accesorios y complementos para circuitos geotérmicos.

Sondas geotérmicas

Las sondas verticales de 100 m y 125 m para captación geotérmica se fabrican en Polietileno de Alta Densidad (PEAD) PE100 con diámetros de 32 mm y 40 mm. Así mismo tuberías en PEAD PE100 con diámetros de 25 mm, 32 mm y 40 mm en rollos de 100 m son utilizadas para sistemas de captación horizontales. Las tuberías de 25 mm y 32 mm también son empleadas para la inyección de mortero en la perforación de sondeos verticales.

Figura 2. Colectores estándar en PEAD PE100 de impulsión y retorno con 4 salidas.

Colectores para geotermia

Saleplas, S.L. está especializada en la fabricación de Colectores para Geotermia en PEAD PE100. Estos colectores se fabrican con tubería de Polietileno PE100, cumpliendo con la norma UNE-EN 12201. Este material otorga a los colectores una gran resistencia ante agentes químicos, resistencia a la agresión microbiana, bajo peso específico, gran flexibilidad, ausencia de incrustaciones, bajo coeficiente de fricción, resistencia a la abrasión, sin toxicidad y gran resistencia al impacto (golpes de ariete). Estos colectores están especialmente indicados para circuitos geotérmicos verticales y horizontales.

Los colectores estándar, tanto de impulsión como de retorno, se suministran totalmente equipados desde fábrica, para una rápida y cómoda instalación, destacando además por su escaso mantenimiento. Bajo demanda, se puede fabricar cualquier tipo de diseño para diversas aplicaciones. Los colectores de impulsión se suministran con válvulas de corte de PVC en sus tomas, mientras que los colectores de retorno se suministran con tomas roscadas preparadas para instalar válvulas de equilibrado. Además, todos los colectores estándar llevan 4 tomas auxiliares de 1 1/2" rosca hembra más 1 válvula de PVC de 3/4" R.H. para llenado o vaciado.

Accesorios para circuitos geotérmicos

Dentro de la gama de accesorios para facilitar la instalación de circuitos geotérmicos Saleplas, S.L. dispone de pesas para sonda, soportes, válvulas de equilibrado, manómetros, termómetros, purgadores, anticongelante, accesorios de latón, distanciadores de sondas y accesorios de electrofusión.•

Figura 3. Instalación con Colectores para Geotermia en PEAD PE100 y accesorios montados.

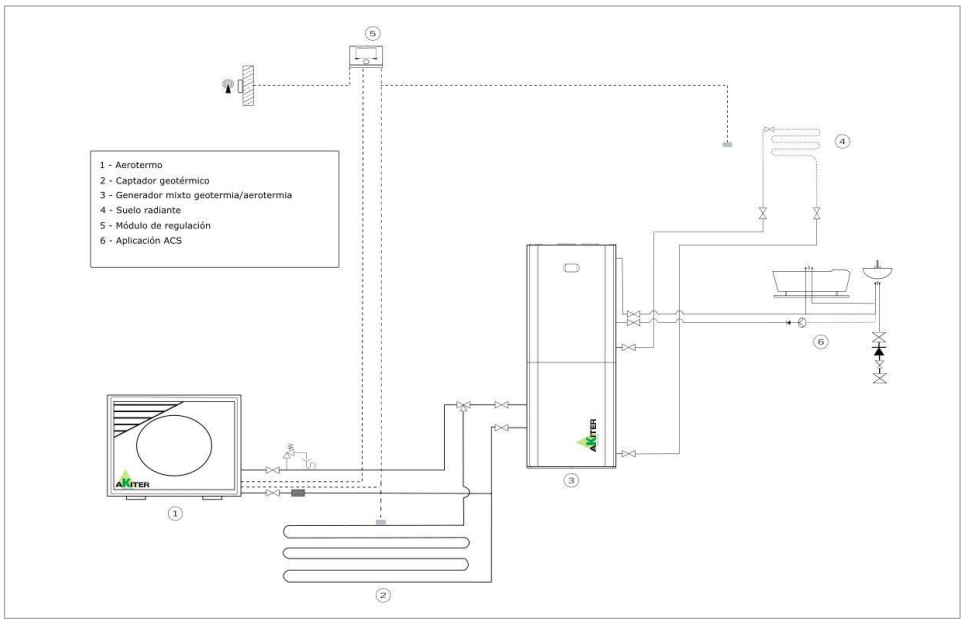
Akiter Renovables cumple con el CTE HE4 sin necesidad de usar paneles solares

La captación de energía renovable para producción de ACS es una medida obligatoria según el CTE-HE4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria), amén de interesante para reducir el consumo de energía primaria. Sin embargo, a veces es difícil de ubicar los captadores solares en cubierta por mala orientación de los tejados, sombreado de otras edificaciones, insuficiencia de espacio para albergarlos o simplemente porque rompen las líneas estéticas del proyecto. Por no hablar de la problemática de su mantenimiento, sobre todo en sistemas presurizados y glicolados.

Basilio Antona, gerente de Akiter Renovables

La aerotermia es una solución eficiente y confortable. Las bombas aerotérmicas son cada vez más eficientes, silenciosas y reducidas de tamaño. Resuelven las necesidades de calefacción, refrescamiento y agua caliente sanitaria de cualquier proyecto, independientemente de su tamaño. La aerotermia es una energía renovable según la Unión Europea, sin embargo en España no hay aún una transposición clara de esta norma, por lo que en numerosas CC AA es obligatoria la instalación de una energía renovable aparte, que justifique el cumplimiento del CTE.

Uno de los casos en que la contribución solar mínima determinada por CTE HE4 podría disminuirse justificadamente sería cuando cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.



Esquema de hibridación.

Akiter aporta una solución totalmente innovadora que cumple con el CTE, consigue instalaciones más eficientes y evita la instalación de captadores solares, hibridando la aerotermia con un bucle geotérmico que cumple generosamente con la parte de aportación de ACS mediante una energía tan renovable como la energía solar térmica.

Técnicamente supone la instalación en la cimentación del edificio de uno o varios bucles cerrados horizontales por los que va a circular la misma agua glicolada que va desde el generador hasta el aerotermo. Una bomba circuladora de bajo consumo (Clase Energética A) y una sonda de inmersión conectadas a la electrónica del generador, se encargan del funcionamiento del sistema. Con esta fórmula no solo cumplimos sobradamente el CTE HE-4 sino que podemos elevar el COP estacional de 3 a 3,5. Y todo ello sin apenas gasto complementario. Desde luego, por menos de lo que nos costaría la solución de los captadores solares.

En Akiter Renovables hemos podido llegar a esta nueva solución gracias a que contamos con un excelente equipo de ingenieros eléctricos y de minas que analizan las singularidades múltiples de cada proyecto y responden a cada reto con la experiencia de casi 20 años en el sector.

Resulta interesante conocer esta nueva opción, pudiendo bajo determinadas condiciones, superar las prestaciones de estas. Su combinación en una solución integrada como la expuesta da un resultado excelente en confort, eficiencia, sostenibilidad y economía de utilización. •

La aerotermia es una energía renovable según reconoce la propia Unión Europea.

Generador mixto aerotermia - geotermia.

Akiter Renovables S.L.

Es una empresa centrada en la ingeniería e instalación de energías renovables como geotermia, aerotermia, biomasa y energía solar.

Tiene gran experiencia en el sector residencial y en aplicaciones de uso terciario: hoteles, oficinas, grandes superficies comerciales, etc.

Ofrece distintos servicios como consultoría y análisis de las necesidades del cliente, diseño, ejecución y mantenimiento de instalaciones térmicas realizadas (climatización, producción de agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, procesos industriales, etc.) con fuentes de energías renovables.

La eficiencia y fiabilidad de las soluciones, así como la calidad del servicio que presta son la razón de la satisfacción de los clientes.

Akiter Renovables es una empresa acreditada por el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía) como Empresa de Servicios Energéticos colaborando en su programa GEOTCASA en el fomento de la implantación de la energía geotérmica.

Los proyectos de Akiter Renovables S.L. son referencias en el sector. Ha obtenido distintos premios y nominaciones por instalaciones realizadas, participa con ponencias en congresos del sector y colabora con diversas entidades oficiales en la promoción del uso de energías renovables.

ESTABILIZACIÓN DE TERRENOS

Inyecciones de consolidación en la fábrica de Orangina-Schweppes en Toledo

En el presente artículo se presentan las actuaciones llevadas a cabo bajo la solera de la sala de jarabes en la fábrica que Orangina-Schweppes tiene en Toledo. Las actuaciones consistieron en unas inyecciones de consolidación del terreno a base de lechada de cemento, realizadas desde el exterior del edificio y bajo la solera de la nave de jarabes. Dichas inyecciones se realizaron a través de tubos-manguito (TAM) de acero, sin interrumpir los trabajos que se llevaban a cabo en el interior de la nave.

Durante los trabajos de inyección, las estructuras estuvieron en todo momento controladas por un sistema de electroniveles que comunicaban en tiempo real los movimientos que se detectasen en la solera de la nave. Este sistema de auscultación integral (SAI) podía ser visitado en cualquier momento vía web desde cualquier punto con acceso a internet. Dicho sistema estaba complementado redundantemente por medidas topográficas cada cierto tiempo de forma que se podía corroborar que los valores obtenidos eran correctos.

Estado final del pavimento.

Nicolás Burbano Pita.
Ingeniero de minas Especialista en Geotecnia y cimentaciones especiales. Dirección de obras geotécnicas. Geocisa

Eduardo Martín Jiménez.
Ingeniero de minas. Jefe del servicio de Auscultación de Infraestructuras. Geocisa

Antonio Sánchez García.
Licenciado en C.C.Geológicas e Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Jefe de Unidad de Auscultación Automatizada. Auscultación de Infraestructuras. Geocisa

1.- Antecedentes

En la sala de jarabes de la fábrica de Schweppes situada en Toledo, se produjeron asientos de la solera sobre la que se cimentaban ciertos silos de almacenamiento, provocando movimientos en alguno de ellos.

Los pilares y muros de la nave se encuentran cimentados mediante pilotes, sin embargo la solera asienta directamente sobre el terreno natural y es en la misma donde se detectaron los movimientos.

Tras realizar un estudio geotécnico se concluyó que la solera estaba asentada sobre rellenos pobremente compactados y que los mismos habían asentado, provocando a su vez el asiento de la solera. Sobre la misma se apoyan unos silos que almacenan el material y desde los que discurren una serie de tuberías que alimentan con el producto a diversas máquinas. Este sistema de silos y tuberías tiene una limitación de movimientos diferenciales con lo que, cuando se empezaron a detectar asientos en los mismos, la empresa decidió realizar una consolidación del terreno para frenarlos.

2.- Trabajos proyectados

Con objeto de frenar los movimientos de la solera, así como para consolidar el terreno bajo la misma, el estudio de arquitectura Echenique Arquitectos, asesorado por Geocisa, proyectó un tratamiento mediante inyecciones de consolidación del terreno consistente en la realización de abanicos de tubo manguito (TAM) cuyo objetivo final era asegurar la estabilidad en el futuro de la solera.

Los abanicos, formados por diversos taladros perforados bajo la nave, se ejecutaron desde una zanja excavada en las proximidades de una de las fachadas de forma que los taladros pasasen bajo la solera.

La solución planteada en este proyecto con inyecciones de consolidación, tiene como principal ventaja el poder compatibilizar los trabajos en el interior de la nave con los trabajos de refuerzo del terreno. Para cumplir tal fin y controlar en todo momento los posibles movimientos, se instaló un sistema de auscultación en tiempo real que permitía parar las inyecciones en el momento que se detecten movimientos no deseados en la losa a la vez de avisar a las partes implicadas.

La auscultación propuesta se basó en un sistema continuo de registro de datos a través de un sistema de electroniveles conectado a un sistema informatizado y un software que permite tener datos de los movimientos en el pavimento a tiempo real. Este software cuenta con una base de datos capaz de almacenar y controlar todos los datos generados por el sistema de auscultación durante todo el periodo de la obra.

También se dispuso en obra de un equipo de topografía de manera puntual que complementaba con lecturas manuales la posición de los electroniveles y realizaba lecturas periódicas de contraste.

3.- Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos previos a la ejecución del tratamiento se encuentran enmarcadas las labores de preparación siguientes:

3.1.- Implantación en obra

Previo al comienzo de los trabajos, se balizó la zona de actuación y se procedió a la implantación de los medios auxiliares necesarios.

3.2.- Descripción del sistema de auscultación

Para el control continuo de los movimientos verticales que se pudieran generar durante la ejecución de las inyecciones, se hizo necesario disponer de un sistema de control automatizado capaz de medir de forma continua dichos movimientos. Dicho sistema debía ser capaz de comparar en tiempo real los valores medidos con los umbrales de aviso previamente establecidos, emitiendo la correspondiente alarma vía SMS o e-mail en caso de que fuese necesario.

Figura 1.- Electronivel.

Se consideró, como control más efectivo para estos trabajos, en un sistema automatizado de electroniveles configurados en líneas horizontales continuas a lo largo de la zona de actuación, capaz de medir la deformada de asientos producida a lo largo de dicha zona.

El electronivel es un sensor diseñado para medir asientos diferenciales entre dos puntos. Consiste básicamente en un sensor electrolítico de alta precisión con las siguientes especificaciones técnicas:

ESPECIFICACIONES ELECTRONIVELES	
Base de medida:	1000 - 3000 mm
Rango:	+/- 45 minutos de arco (+/-13 mm)
Resoución:	±0,02 % s/escala total
Precisión:	0,1 mm/m
Temperatura de funcionamiento:	-20 a +50°C

En el caso de líneas horizontales, los electroniveles se montan sobre una viga horizontal de longitud conocida que a su vez se fija a la estructura que se quiere controlar, de esta forma se mide la variación de inclinación respecto a la horizontal entre los dos puntos a los que se fija la barra.

El sensor electronivel permite la automatización de la señal de salida y por tanto la adquisición automática de datos, por lo que se puede tener control de las deformaciones de forma continua durante la ejecución de los trabajos, reduciendo la necesidad de disponer de equipos de lectura con presencia continua durante la ejecución. La frecuencia de lectura de los electroniveles se puede fijar en base a la previsión temporal de los movimientos estimados, optimizando el control de los mismos. Además permite la posibilidad de visualización de la información vía web, así como la emisión de alarmas en caso de superación de umbrales, proporcionando un control continuo en tiempo real de los parámetros analizados.

En el caso de una línea continua longitudinal de electroniveles, la longitud de la viga es conocida, por lo que se pueden transformar fácilmente los cambios de inclinación a milímetros de movimiento vertical. El movimiento de la estructura hace variar la inclinación de la barra de modo que el movimiento de asiento o levantamiento producido será L (sen Ø1 – sen Ø0), siendo:

- L= Longitud de la barra metálica.
- Ø1= Ángulo final de inclinación de la barra metálica.
- Ø0= Ángulo inicial de inclinación de la barra metálica.

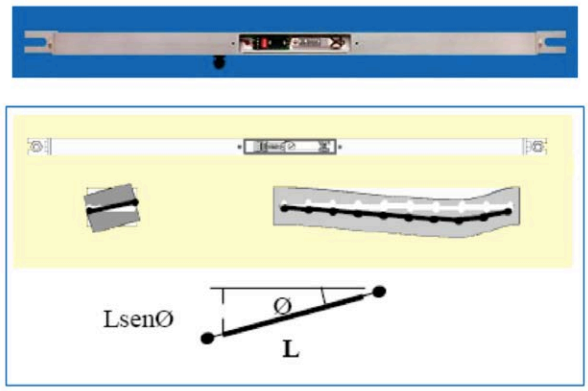


Figura 2. Inclinación de la barra.

Además, en el caso de líneas horizontales continuas la disposición longitudinal de varias barras articuladas, permite obtener el desplazamiento acumulado respecto a la situación horizontal inicial. Para ello es necesario establecer un punto fijo desde el que arranca la línea de electroniveles, por lo que es necesario alargar la línea lo suficiente como para que el extremo de la misma quede fuera de la zona de afección.

A partir de la deformada de asientos en cada instante, se puede obtener el asiento diferencial entre cada dos puntos de anclaje, así como la distorsión angular entre ambos, conocida la longitud de la barra. Por otro lado en cada punto de anclaje, se puede obtener la evolución temporal del asiento/levantamiento en dicho punto.

3.3.- Excavación y sostenimiento de la zanja

Previamente al comienzo de los trabajos, se hizo el replanteo general de la zanja a ejecutar, prevista inicialmente de 22 m de longitud, 6 m de ancho y 1,75 ml de profundidad con taludes 1H/1V de acuerdo con los planos de proyecto (Figura 3).

Figura 3.- Replanteo general de la zanja a ejecutar.

Picado, excavación y sostenimiento

Previo al comienzo de la excavación, se realizó el corte del pavimento y picado del asfalto y hormigón de la zona establecida para la realización de la zanja (Figura 4), llevándolo a vertedero.

Figura 4.- Corte del pavimento y picado del asfalto y hormigón de la zona establecida para la realización de la zanja.

Una vez terminadas las operaciones de picado y saneo de la superficie de la zanja, se iniciaron las obras de excavación (figuras 5 y 6).

Figuras 5 y 6.- Excavación de la zanja y mallazo colocado para el posterior gunitado.

En los taludes de excavación se colocó un mallazo y gunita para protegerlos de la erosión y poder realizar las inyecciones en condiciones seguras.

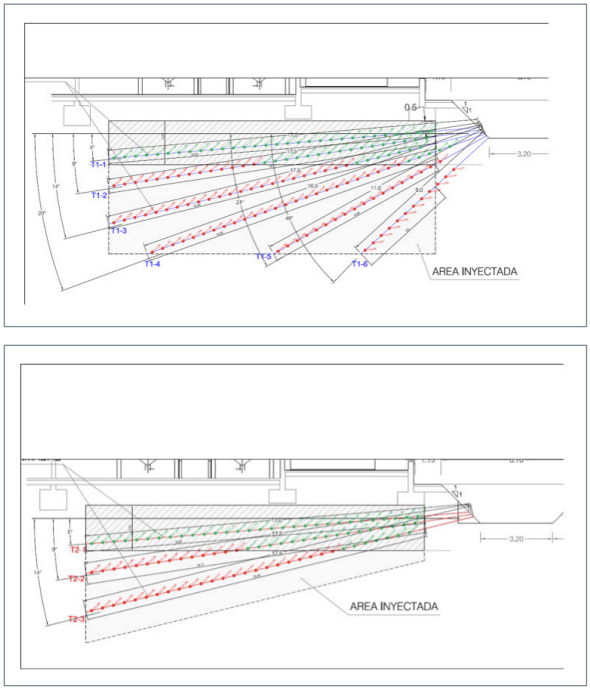
Se ejecutó una canaleta perimetral en la zona de tratamiento para recoger las aguas de perforación o lavado de taladros en fase de inyección a una poza, en la cual se recogían con una bomba (Figura 7).

Figura 7.- Zanja preparada para la realización de los taladros con la canaleta y pozo para recogida del detritus de perforación/inyección.

4.- Inyecciones armadas

4.1.- Replanteo

Se replantearon los taladros en la pared del talud conforme a los planos establecidos (figuras 8 y 9).



Figuras 8 y 9.- Secciones de TAM bajo las soleras.

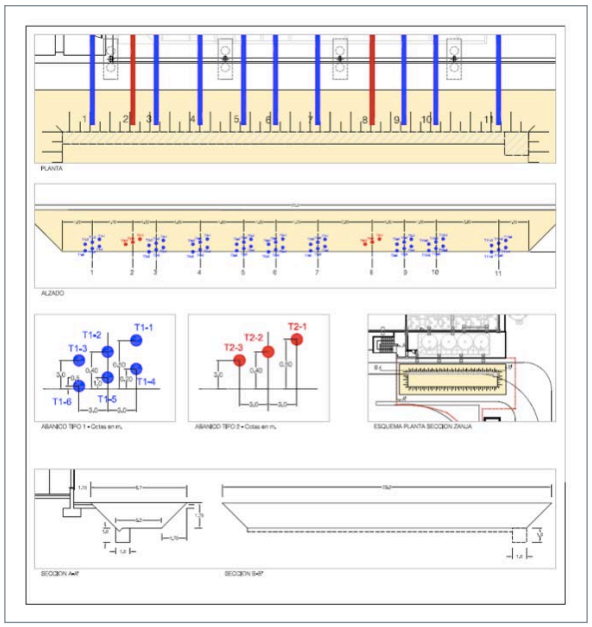


Figura 10.- Taladros en planta y sección

Figura 11.- Replanteo de los taladros y posicionamiento de la máquina.

4.2.- Perforación y colocación de tubo-manguito

Se empleó un sistema de perforación con hélice con un ϕ 90 mm y con posibilidad de utilización de entubación recuperable de ϕ 120 mm.

La perforadora a emplear para la realización de los trabajos fue una perforadora sobre orugas tipo Beretta T-46.

Una vez perforado el taladro se colocó el tubo manguito de 50 mm de diámetro y 5 mm de espesor, con manguitos cada 0,5 m.

4.3.- Relleno del espacio anular entre tubo manguito y perforación

Una vez colocado el tubo manguito en la perforación, se procedió al relleno del espacio anular comprendido entre el propio tubo manguito y la perforación.

El relleno se hizo con una lechada de cemento aditivada con un 6% de bentonita.

Figuras 12 y 13.- Limpieza de la zanja y perforación de los TAM.

Dicho relleno se realizó introduciendo un obturador simple por dentro del tubo manguito, de forma que el cemento-bentonita saliera por el manguito más profundo, rellenando el espacio anular desde el fondo de la perforación hacia el exterior.

Preparación de la lechada de inyección

Se empleó una lechada de cemento más rica que en el sellado y aditivada con un 4% de bentonita.

4.4.- Inyección

Posteriormente y mediante obturadores dobles (figura 14) que aíslan la zona del tubo manguito a través del cual se quiere inyectar, se procedió a la realización de la inyección. La secuencia en cada taladro fue de manera ascendente (desde válvulas más alejadas de la boca del taladro hacia las más próximas).

Figura 14.- Obturador doble.

Durante la inyección, se realizó un registro automático de los siguientes datos:

- Características de la mezcla de inyección.
- Fases o reinyecciones en cada válvula.
- Admisión de cada válvula en las distintas fases.
- Hora de inicio y finalización de cada episodio de inyección.
- Tipo de parada del episodio.
- Presión de terminación del episodio.
- Presión media.
- Caudal final de rechazo.
- Caudal medio de inyección en el episodio.

Durante la inyección se mantuvo un estricto seguimiento de los movimientos mediante el sistema de auscultación anteriormente descrito. Esto permitía inyectar con seguridad y precisión en las zonas necesarias

Una vez finalizado el tratamiento en todas sus fases, los taladros se rellenaron con lechada de cemento.

4.5.- Control de la inyección mediante electroniveles

En el caso que nos ocupa se instaló un sistema de electroniveles compuesto por tres alineaciones longitudinales de 21 m de longitud (3 líneas x 7 sensores = 21 sensores), montados en vigas de 3 metros sobre la losa de adoquines. Con lecturas cada minuto y representación en web cada 10 minutos.

El sistema se conectó a un Módulo de Medida que incluía: controlador (data-logger), multiplexores, fuente de alimentación, sistema de comunicaciones vía modem, y sonda de temperatura.

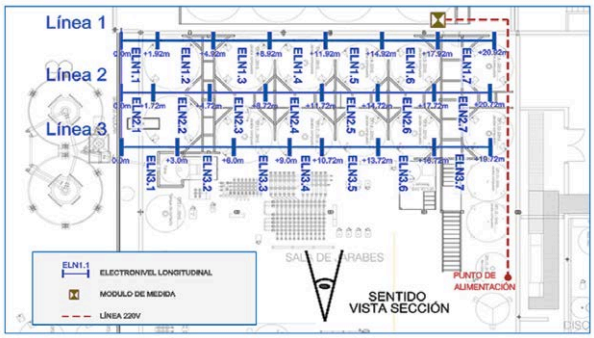


Figura 15.- Sistema de electroniveles instalado en la sala de jarabes.

El modem se comunicaba vía GSM con un servidor, donde se aloja la base de datos y un visor web adaptado a la obra en particular, con su correspondiente sistema de autentificación y seguridad para el control de acceso a los usuarios. De esta forma cualquier usuario con conexión a Internet, tenía acceso a los datos adquiridos, así como a su representación gráfica en tiempo real. Además se incorporó un módulo de sistema de alarma mediante mensajes de aviso por e-mail y/o SMS, por superación de umbrales.

A continuación se muestran algunos de los resultados obtenidos (Figuras 16 y 17).

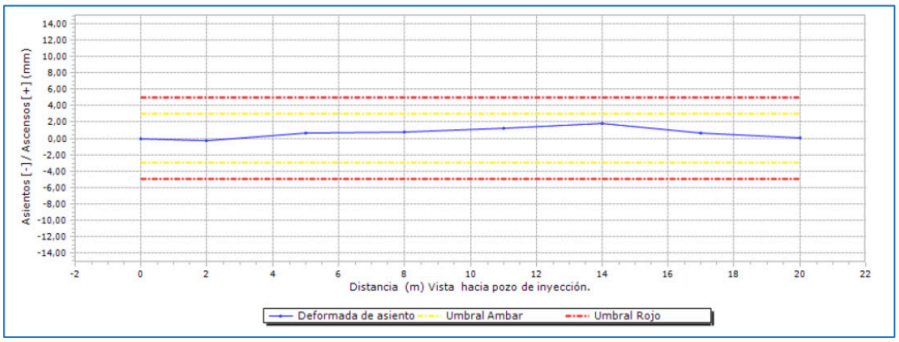


Figura 16. Deformada acumulada de la Línea 1 de electroniveles, a lo largo de la ejecución de los trabajos.

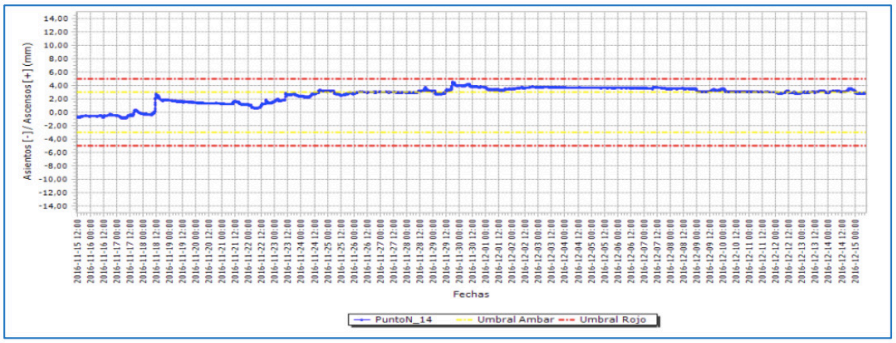


Figura 17. Evolución temporal del punto de Control 4 de la Línea 1, a lo largo de la ejecución de los trabajo.

Figuras 18 y 19.- Compactación y hormigonado de la zanja.

5.- Restitución de la plataforma

Una vez finalizadas las inyecciones se rellenó la zanja con material de aporte (ya que el material excavado inicialmente no era adecuado), en tongadas de 30 cm y compactado al 100% del ensayo próctor modificado. Una vez alcanzada la cota de firme se colocó una capa de 25 cm de HM-20 y una última capa de aglomerado en caliente (Figuras 18 y 19).

6.- Conclusiones

Tras analizar los volúmenes inyectados bajo la nave se concluyó que la gran mayoría de los huecos presentes bajo la solera habían quedado rellenos de lechada, por lo que la capacidad portante mínima conseguida en los rellenos bajo las soleras en las zonas tratadas es suficiente para soportar las cargas actualmente existentes.

Se ha demostrado también que el sistema de auscultación colocado es fiable y responde con rapidez ante cualquier movimiento detectado, por lo que en todo momento las inyecciones estuvieron perfectamente controladas. Esto permitía ajustar mejor los volúmenes y presiones de inyección en tiempo real para conseguir un mejor resultado. •

Geocisa - Geotecnia y Cimientos, S.A.
Tel: 916603146
geocisa@geocisa.com
www.geocisa.com

TRANSPORTE DE MATERIALES

Selección de una Rueda Libre en una cinta transportadora

Cuando las Ruedas Libres se utilizan como antirretrocesos, su función es estrictamente la de garantizar la seguridad de las máquinas y lo que es más importante, de los trabajadores. En las cintas transportadoras impiden el movimiento en sentido contrario al de avance cuando se realizan trabajos de mantenimiento, en situaciones de parada de emergencia o cuando se producen cortes de energía. En este artículo Borja Rodrigo, director general de Ringspann Ibérica, nos explica los diferentes tipos de Ruedas Libres (antirretrocesos) disponibles y los principales aspectos a tener en cuenta al seleccionarlos e instalarlos.

Borja Rodrigo,
director general de Ringspann Ibérica

Las cintas transportadoras y los elevadores de cangilones, generalmente se utilizan para transportar mercancías a granel hacia arriba de forma rápida y segura. El único motivo por el que estos sistemas deberían detenerse es para mantenimiento o en caso de paradas de emergencia. Cuando esto sucede, las Ruedas Libres evitan el movimiento en sentido inverso de las cintas transportadoras, tanto si falla la alimentación como si el motor se apaga. La posición de las Ruedas Libres (RL) depende del diseño del sistema de transporte. En sistemas pequeños y medianos, lo habitual es colocarlos directamente en los motores o en los reductores. En los sistemas de transporte grandes, las Ruedas Libres grandes se suelen montar en el eje del tambor entre su rodamiento y el eje de salida del reductor.

Rueda libre rápida o lenta

El modo habitual de trabajo de una Rueda Libre instalada en una cinta transportadora es en vacío. La transmisión de par solo se produce cuando el transportador se detiene. Las Ruedas Libres funcionan sin desgaste en el modo normal de trabajo (vacío) lo que les permite tener una larga vida útil. Para ello la Rueda Libre utiliza una jaula de elementos de despegue. El despegue de estos elementos se produce por la fuerza centrífuga generada en su giro.

Estas Ruedas Libres son las que se conocen como 'rápidas'. Como se puede ver en la imagen de la izquierda de la figura 1, se instalan en la primera etapa del reductor, en el eje de entrada o en el propio eje del motor. En el eje de salida de un reductor, la velocidad nominal no es suficiente para que se produzca el despegue. Las Ruedas Libres montadas aquí, tan solo necesitan una película de aceite para alargar la vida útil. Las Ruedas Libres instalados en el eje de salida de un reductor se conocen como 'lentas' (figura 1, derecha).

Los sistemas de transporte modernos habitualmente disponen de múltiples accionamientos que pueden desconectarse individualmente en momentos de menor consumo de energía y que, en caso de fallo de un accionamiento, se protegen mutuamente. En estos casos, las Ruedas Libres se seleccionan en función de las diferentes posiciones de instalación que le demandan diferentes valores de par transmisible. Por lo tanto, es fundamental que los transportadores grandes con múltiples accionamientos y Ruedas Libres tengan un sistema de distribución de la carga perfectamente coordinado. En estas aplicaciones la selección de la Rueda Libre más adecuada no resulta sencillo.

Es fundamental conocer el comportamiento dinámico de la Rueda Libre en cintas transportadoras inclinadas para entender el proceso de su selección. Nuestros análisis muestran que la posición en la que se instala la Rueda Libre afecta por completo al par demandado, por tanto al tamaño de la Rueda Libre y por tanto a su precio. Mientras que el incremento de par necesario crece de forma lineal con la relación de reducción de la transmisión, el precio de la Rueda Libre no lo hace de forma lineal. Como se puede ver en la figura 2, el coste porcentual varía mucho dependiendo de la posición en la que se instala. En este ejemplo en concreto, una Rueda Libre con elementos de despegue instalada en el segundo

Figura 1: En la imagen de la izquierda se muestra una RL rápida (azul) de despegue, instalada en la primera etapa del reductor; en el lado derecho, se muestra una RL lenta instalada en el eje de salida del reductor.

tren de engranes es aproximadamente un 90% más barata que una Rueda Libre lenta instalada directamente en el eje del tambor. La versión de Rueda Libre para alta velocidad no solo es más económica, sino que el despegue de los elementos garantiza un funcionamiento sin desgaste y por tanto una larga vida útil.

Sistemas de transportadores con un solo accionamiento

Si estudiamos la selección de una Rueda Libre para un transportador con un solo accionamiento, debido al comportamiento no lineal frente a la torsión de los muelles y al comportamiento dinámico del resto de elementos internos de la Rueda Libre, recomendamos tener en cuenta diferentes factores de seguridad en la transmisión de par. Este factor debe ser entre 2,6 y 3,5 veces el par máximo de una Rueda Libre. Estos valores son razonablemente conservadores y tienen en cuenta las diferentes variables que pueden afectar al comportamiento dinámico de todo el sistema, como la inclinación de la banda y la eficiencia del tipo de accionamiento.

Los programas de análisis actuales como DRESP para oscilaciones torsionales, desarrollados por la FVA, permiten simular el comportamiento de un accionamiento completo con la inercia real, la rigidez... Además permite aplicar fuerzas externas, características de par y efectos específicos a los modelos de cálculo.

Dos bloqueos en la simulación DRESP

La figura 3 muestra el modelo DRESP de un montaje con un accionamiento en el que se monta una Rueda Libre rápida con elementos de despegue, instalada en el primer tren de engranes de un reductor. Aunque el despegue no es relevante para el cálculo del par, la rigidez a la torsión afecta al resto del accionamiento. Este detalle se puede incorporar al cálculo, al igual que todo el resto de inercias y rigideces disponibles.

En el ejemplo, se aplica un par de carga (ML) de 650.000 Nm en la polea del transportador. En el estado inicial, la polea gira a una velocidad nominal de 26 rpm, mientras que el resto de elementos giran a una velocidad de acuerdo a las diferentes relaciones de reducción.

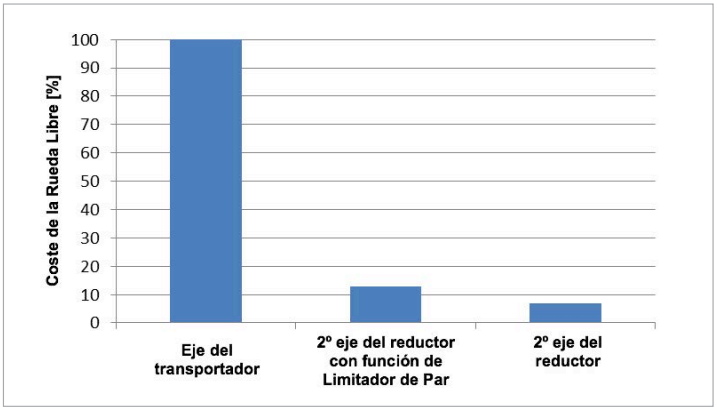


Figura 2: El coste porcentual de una RL varía según la posición de la transmisión en la que se instala: en este ejemplo, una RL rápida de despegue instalada en la segunda etapa del reductor es aproximadamente un 90% más económica que una RL lenta instalada en el eje de la cinta transportadora.

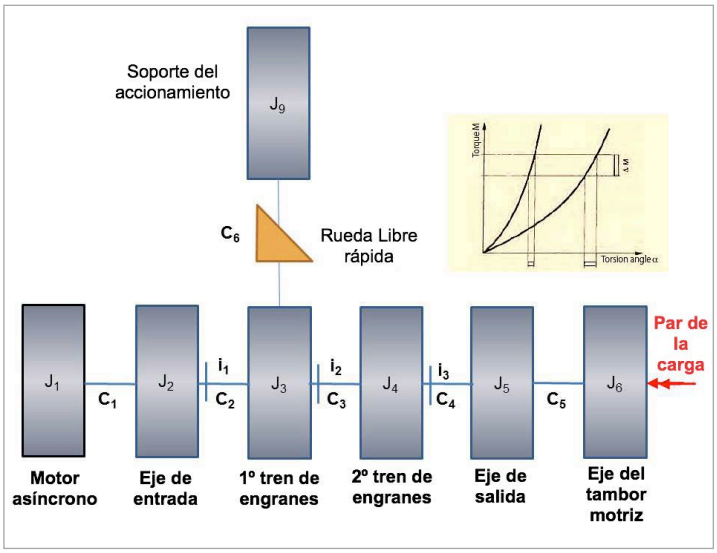


Figura 3: En este sistema de transmisión J1 a J9 son los momentos de inercia del accionamiento; J1 es el motor asíncrono; J2 a J5 son las velocidades del reductor con embrague; J6 es la cinta transportadora. J9 es la estructura de soporte del accionamiento. C1 a C5 representan la rigidez de los ejes, ruedas dentadas y embragues. Los símbolos i1 a i3 representan las diversas reducciones en el reductor.

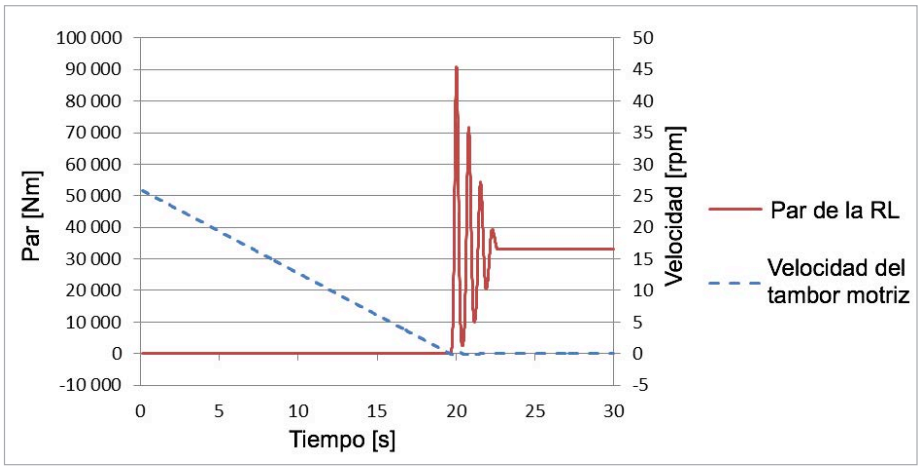


Figura 4: RL rápida de despegue en una instalación de un sólo accionamiento: la velocidad de la cinta transportadora baja hasta 0 rpm y, después de 19 segundos, la RL la detiene con un par máximo de 91.000.

La figura 4 muestra el cálculo de frenado del tambor y la carga resultante en la Rueda Libre: la velocidad de la polea del transportador disminuye lentamente desde su velocidad nominal hasta llegar a 0 rpm. La Rueda Libre debe mantener la carga después de 19 segundos y está sometida a un par máximo de 91.000 Nm. El sistema oscila tres o cuatro veces antes de que se equilibrarse y la Rueda Libre por fin retiene el par nominal de la carga (ML). En este ejemplo, la relación entre el par máximo y el par nominal es 2.75. El par máximo depende de la rigidez de todos los componentes, y puede ser incluso mayor si se instalan acoplamientos con elastómeros u otros materiales similares.

En la segunda simulación instalamos una Rueda Libre lenta sobre la polea transportadora (J6) con el mismo diseño que antes. El resultado se puede ver en la figura 5, el sistema se detiene después de 19 segundos, pero ahora el par máximo es de 1.800.000 Nm. La relación entre el par máximo y el par nominal en este caso es 2.6. Esto significa que el comportamiento dinámico es aproximadamente el mismo que el de una Rueda Libre rápida; el factor de selección también es similar. Sin embargo, una de las ventajas de la Rueda Libre lenta es que los engranajes del reductor no están sometidos a tensión después de que el transportador se detenga, y como ya hemos visto, es mucho más caro.

Sistemas de transportadores con accionamientos múltiples

Al seleccionar una Rueda Libre en transportadores con accionamientos múltiples, se debe tener en cuenta que, cuando se produzca una parada, los pares se distribuirán de forma desigual en cada accionamiento y por tanto, en cada Rueda Libre. En el caso de una parada de toda la planta, todo el par de retroceso puede estar concentrado un una sola Rueda Libre como resultado de las diferencias en el juego radial y la elasticidad de los accionamientos afectados. En los sistemas que están equipados con una Rueda Libre estándar, cada reductor y cada Rueda Libre deberían diseñarse de modo que cada una puedan absorber todo el par de retroceso del sistema de transporte.

Sin embargo, el problema de la distribución de par desigual durante un proceso de bloqueo también se puede resolver utilizando una Rueda Libre con un limitador de par integrado. La limitación de par integrada en el antirretroceso permite un deslizamiento temporal desde el momento en que se produce el primer exceso de par hasta que el resto de Ruedas Libres instaladas en el resto de accionamientos, vayan entrenado en funcionamiento. De esta forma, todo el par de retroceso del sistema de transporte se distribuye a través de cada reductor y cada Rueda Libre. Los picos de par se reducen y los reductores están completamente protegidos.

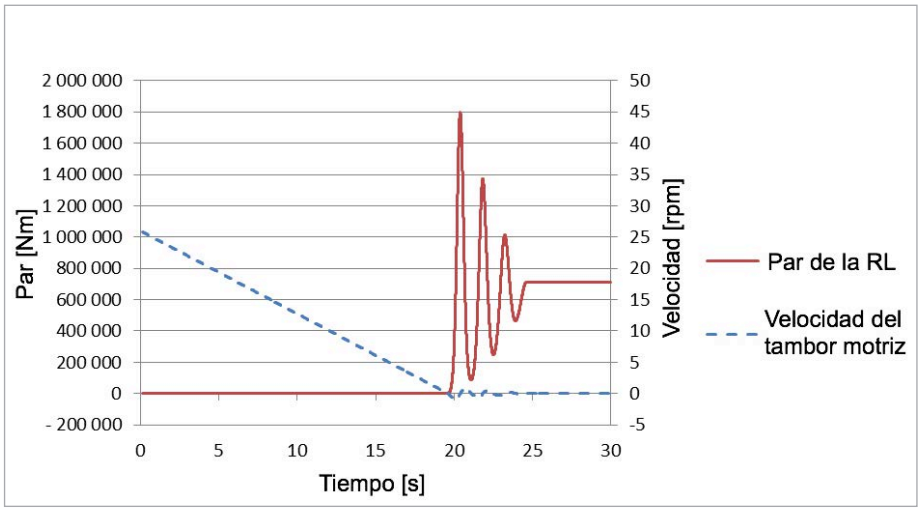


Figura 5: RL lenta en una instalación de un sólo accionamiento: después de 19 segundos el par en este caso es de 1.800.000 Nm.

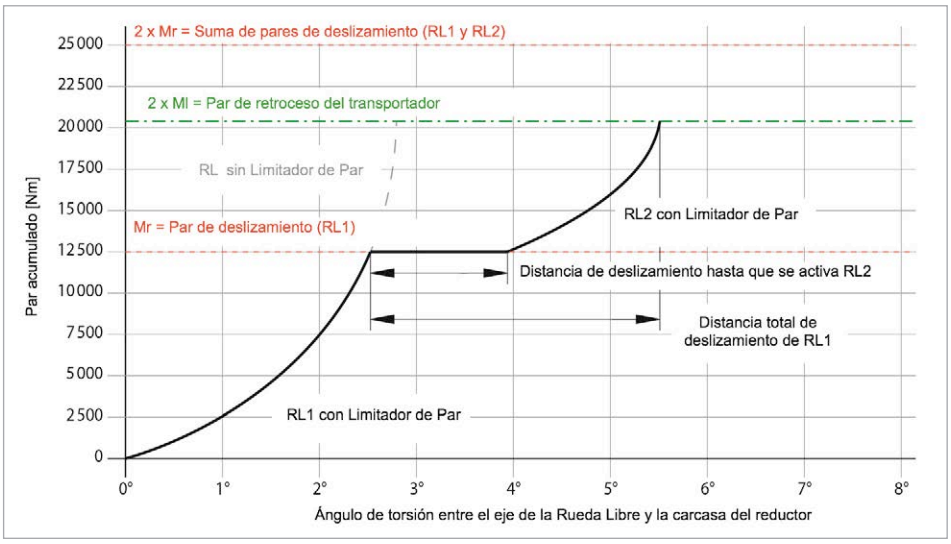


Figura 6: 'Carga compartida': al detener el sistema de transporte, la RL 1 retiene una parte de la carga hasta que se alcanza el par de deslizamiento del limitador de par. La RL 1 patina para compensar las diferencias de fricción antes de que la RL 2 retenga su parte de la carga.

En la figura 6 se observa esta distribución 'colaborativa' de la carga: si el sistema se detiene, la Rueda Libre 1 (RL1) retiene una parte de la carga hasta que se alcanza el par de deslizamiento de su limitador de par. La RL1 patina para compensar cualquier juego, elasticidad y diferencias de fricción antes de que la RL2 retenga el resto de la carga. Los pares máximos dinámicos desaparecen, ya que el limitador de par en RL2 también desliza la llegar a su par tarado. El diagrama también muestra que una Rueda Libre sin Limitador de Par debe ser mucho más grande para mantener el par de retroceso. Un técnico que trabaje en esta selección, debe tener en cuenta los efectos dinámicos. El uso de una Rueda Libre sin Limitador de Par requiere el uso de Rueda Libre con mayores capacidades de par, por tanto mucho más granade y más cara.

En Ringspann recomendamos un factor de selección de 1.2 cuando las Ruedas Libres incorporan Limitador de Par. Este factor de selección es mucho más bajo que el de las RL sin Limitador de Par, ya que los pares pico dinámicos se reducen y desaparecen gracias al deslizamiento producido por el Limitador de Par.

Rueda Libre rápida con Limitador de Par (LP) en un sistema de doble accionamiento

La figura 7 muestra el modelo de análisis DRESP de una transmisión con dos accionameintos. En este caso se instala un Limitador de Par (LP) con un par de deslizamiento establecido de 42,000 Nm. Ambos trenes de transmisión (izquierda / derecha) están unidos con la banda del transportador y se simula un par de carga de 1.300.000 Nm en el tambor. Aplicamos un par de arrastre en el lado derecho. El juego radial provoca un retraso originado en el par de arrastre. Esto es algo que siempre sucede en la realidad, ya que la fricción de dos transmisiones iguales, nunca es la misma. Como ya se ha mostrado en el ejemplo del accionamiento único, la banda transportadora gira inicialmente a una velocidad nominal de 26 rpm, y los componentes restantes giran a una velocidad de acuerdo con la relación de transmisión.

El resultado es el de la figura 8: Igual que antes, el sistema se detiene después de 19 segundos. La Rueda Libre en el lado izquierdo del grupo de accionamiento mantiene la carga hasta que el Limitador de Par (LP) alcanza el par de deslizamiento. Se

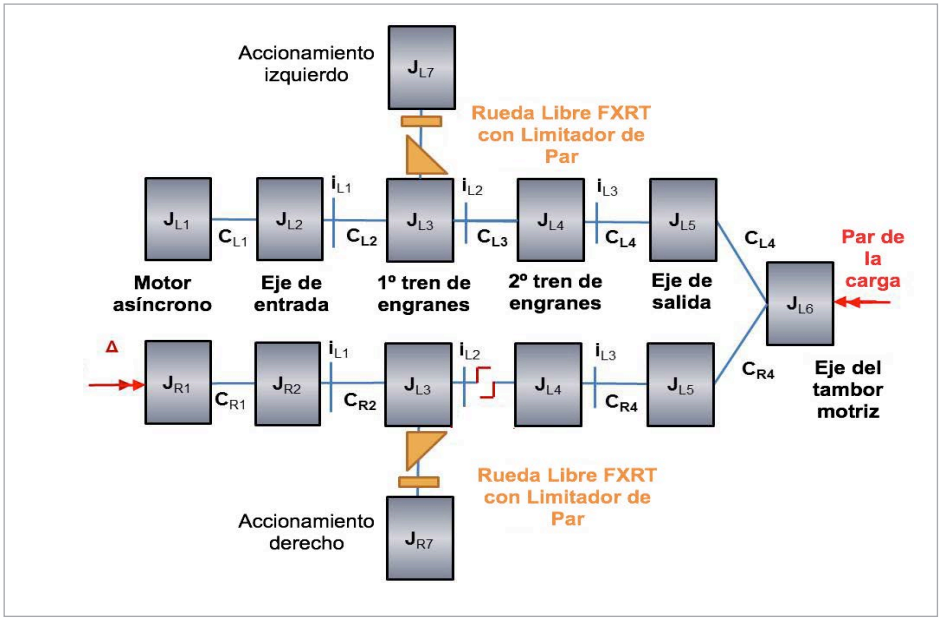


Figura 7: En este sistema de accionamiento con dos transmisiones se emplea un limitador de par con un par de deslizamiento tarado de 42.000 Nm. Dos trenes de transmisión (izquierda / derecha) están en contacto con la cinta transportadora y se simula un par de carga de 1.300.000 Nm en la polea.

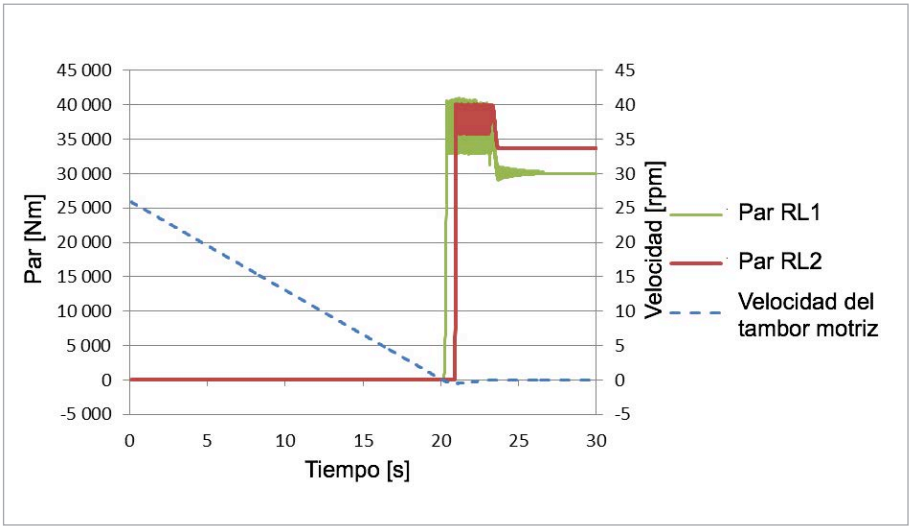


Figura 8: Después de 19 segundos debido a la energía dinámica, ambas RL patinan juntas y reducen los pares de torsión dinámicos en el accionamiento.

desliza aproximadamente 0,5 segundos hasta que el lado derecho haya compensado la holgura radial y se active la segunda Rueda Libre. Como resultado de la energía dinámica, ambas Ruedas Libres se deslizan juntas y disminuyen los pares de torsión dinámicos en el accionamiento. Sin embargo, puede observarse una ligera diferencia en el par de bloqueo cuando el sistema finalmente se detiene.

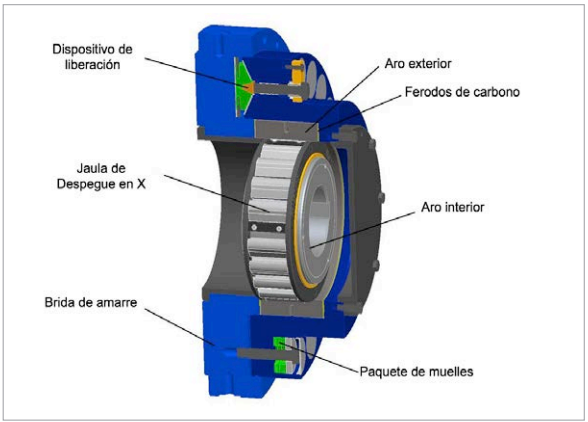


Figura 9: Dimensiones compactas: Último modelo de una RL con limitación de par integrado.

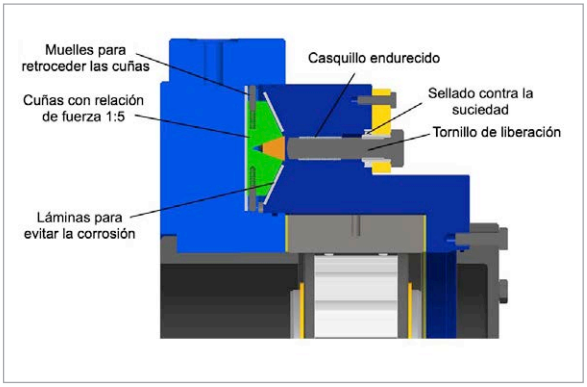


Figura 10 (Diseño patentado): Última versión de un dispositivo de liberación mecánica.

La simulación también permite ver lo importante que es la forma en que se distribuya la carga, ya que muestra una distribución desigual de la carga al comienzo del proceso de bloqueo. Sin distribución de carga, el engranaje del accionamiento y la Rueda Libre se deben seleccionar de tal forma que soporten toda la carga, incluidos los pares de torsión dinámicos de ambos accionamientos.

La simulación demuestra que las Ruedas Libres con Limitador de Par realizan una distribución de carga efectiva. Esto es algo imprescindible para reducir los pares de pico en máquinas con multiaccionamiento. El uso de una Rueda Libre rápida reduce los costos operativos totales. El uso de RL con Limitador de Par integrado sirve para reducir aún más los costos y, al mismo tiempo, aumentar la seguridad de todo el accionamiento.

Características fundamentales de las Ruedas Libres con LP

La forma de cargar las cintas transportadoras además de todas las condiciones que rodean a los sistemas de transporte, en especial en el transporte de productos a granel de hierro, carbón, cobre y similares, demanda altas prestaciones a las Ruedas Libres en su selección. Al mismo tiempo, el usuario espera estructuras extremadamente rígidas y resistentes que puedan ser trabajar durante muchos años sin equipos especializados. La relación entre la capacidad de par transmisible y el tamaño de la cinta son el factor central en el diseño de una Rueda Libre.

En la figura 9 se muestra un diseño compacto del último modelo de Rueda Libre con Limitador de Par. El aro interior y la jaula son idénticos a los utilizados en una Rueda Libre estándar rápida de despegue. Esto significa que la RL funciona sin desgaste en vacío y, por lo tanto, ofrece una larga vida útil. El aro exterior está situado entre los ferodos de fricción a través de los muelles del LP. Este tipo de RL puede transmitir pares hasta el par de deslizamiento tarado en el LP, determinado por la fuerza de los muelles, el coeficiente de fricción y el radio de fricción de los ferodos. El par al que se tara el LP debe ser siempre que el par máximo de la RL.

Los ferodos deben diseñarse para una alta presión superficial, de esta manera se reducen las dimensiones del LP y por tanto conseguimos un diseño más compacto. Para lograr una limitación del par

suave entre la sujeción y el deslizamiento, instalamos un material de fricción en el que los valores del coeficiente de rozamiento estáticos y dinámicos sean similares. Aunque solo se producen movimientos relativamente pequeños del aro exterior en la RL cuando se alcanzan los pares de deslizamiento, los ferodos están diseñados para soportar mucho desgaste sin pérdida de rendimiento y alargar así la vida útil del montaje. Para ello empleamos ferodos en carbono. Las valores del carbono en términos de la fricción dinámica y la presión superficial permitida en comparación con los materiales orgánicos o sinterizados son excelentes. Y, dado que los ferodos permiten pares de deslizamiento más altos, es posible duplicar la capacidad de par de la RL mientras se mantienen sus dimensiones externas.

Dispositivo de Liberación mecánica

En funcionamiento normal, la RL trabaja en vacío y los elementos de la jaula giran sin contacto con el anillo exterior. Cuando la cinta transportadora se detiene, la RL evita el movimiento en sentido inverso. Cuando este bloqueo se realiza y se mantiene en el tiempo en condiciones de carga, recomendamos instalar en la RL un dispositivo de liberación mecánica controlable. Porque así es como, en caso de parada del transportador, la liberación de la afectadas por agentes ambientales (temperatura, polvo, lluvia, etc.), el diseño de la función de liberación debe ser muy robusto. La solución mecánica debería ser la elegida tanto técnicamente como en términos de costos, ya que el usuario quiere evitar el uso de equipos especializados (por ejemplo, bombas de aceite especiales) siempre que sea posible.

En la figura 10 se muestra la última versión del dispositivo de liberación mecánica, que está sellado y protegido contra la intemperie. Además, las piezas móviles están terminadas en superficies metálicas endurecidas para evitar la corrosión por fricción. El restablecimiento de las cuñas —al activar el LP— lo producen los muelles. El dispositivo de liberación funciona muy fácilmente, y tan solo es necesaria una llave de tornillo convencional. •

Ringspann Ibérica, S.A.
Tel. 945227750
www.ringspann.es

Superamos los 100 años de Durabilidad
Nueva Aleación 90% Zn -10%Al
Galmac Plus®

• La Directiva Europea 89/106/CEE para productos de la construcción establece que en estructuras permanentes la durabilidad mínima de la estructura debe ser de 50 años.

• En ambiente C3, situación más habitual, con Galmac Plus® garantizamos vida útil > 50 AÑOS (ISO 9223 EN 10223-3, Anexo 1).

• En ambientes más agresivos, C4, C5 y CX con Galmac Plus® + PVC garantizamos vida útil > 120 AÑOS (ISO 9223 EN 10223-3, Anexo 1).

• Marcamos nuestros productos como garantía de calidad según criterios de evaluación de la conformidad CE 1301-CPD-0911.

BIANCHINI INGENIERO
Gran Vial 8, Polígono Industrial (C.I.V.) - 08170 Montornès del Vallès, Barcelona
comercial@abianchini.es | Telf. +34 935 686 510 | www.abianchini.es
MACCAFERRI

VENTAJAS DEL SISTEMA

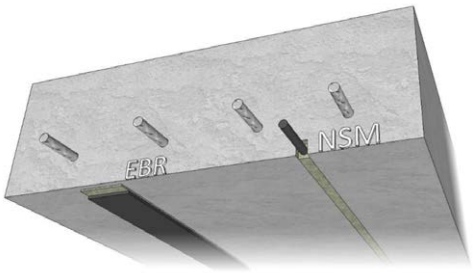
Refuerzo a flexión por el sistema NSM (Near Surface Mounted)

El diseño de sistemas CFRP basados en Near Surface Mounted (Ejecutado Cerca de la Superficie) conlleva beneficios significativos en comparación con las alternativas basadas en soldaduras o mediante adhesión externa. Sin embargo, el diseño de los métodos de refuerzo basados en NSM sigue procedimientos diferentes a los de los laminados adheridos externamente. Estos métodos están todavía implementados completamente en algunas guías de diseño actuales, excepto las más recientes.

Ramón Martínez,
director técnico de Sika España

1.- Introducción

A diferencia del EBR (Externally Bonded Reinforcement, Refuerzo Externamente Adherido), donde los laminados están adheridos al hormigón, las soluciones NSM se basan en el uso de pequeños elementos de refuerzo colocados en el interior de unas ranuras llevadas a cabo a lo largo de la superficie del elemento de hormigón.

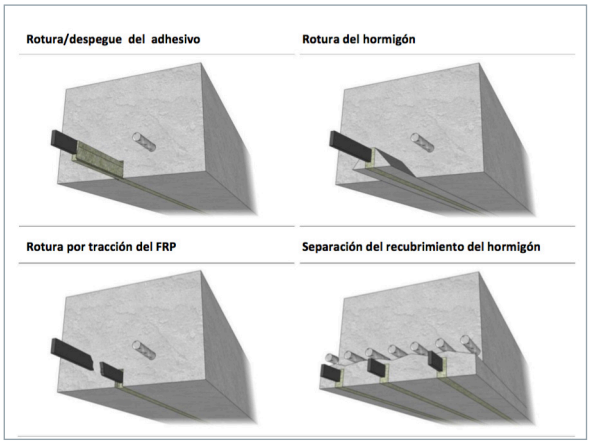


Esta disposición conlleva beneficios adicionales, como por ejemplo:

- Adhesión mejorada entre el CFRP y el elemento original, debido al aumento del área de contacto. Esto permite aumentar la deformación efectiva del compuesto, comparada con soluciones simplemente adheridas.
- Además, la longitud de anclaje necesaria puede ser reducida. Por lo tanto, las soluciones NSM son más fáciles de usar en el caso de elementos con resistencia limitada y / o presencia significativa de grietas.
- El CFRP está protegido mecánicamente por su camisa dentro del hormigón.
- El riesgo de pandeo se reduce debido al confinamiento del CFRP. Esto permite que el compuesto funcione accidentalmente bajo compresiones moderadas (por ejemplo, aceleraciones sísmicas).
- Los sistemas NSM pueden instalarse incluso en aquellos casos en que la superficie del elemento original tenga mala planeidad, o haya una fina capa de lechada de mala calidad cerca de la superficie.

2.- Modos de fallo

- Rotura/despegue del adhesivo generalmente asociada a una capa adhesiva demasiado grande. La rotura se espera en la capa adhesiva que rodea la barra.
- Rotura del hormigón, que suele ocurrir cuando la resistencia del hormigón circundante es inferior a la del adhesivo.
- Rotura por tracción del FRP, donde la capacidad de unión del adhesivo es alta en relación con la resistencia del perfil FRP.
- Separación del recubrimiento del hormigón, debido a la rotura del hormigón a la altura de las barras de refuerzo.



3.- Dimensiones de la ranura y limitaciones geométricas

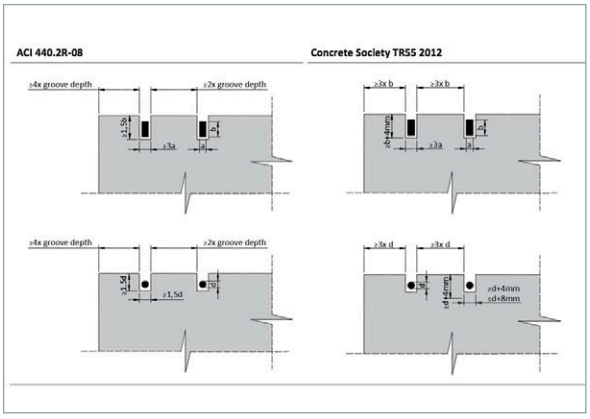
Muchos de los fallos anteriores están claramente relacionados con las dimensiones de las ranuras y su separación. Debido a esto, los procedimientos para el diseño de soluciones con NSM también deben seguir ciertas reglas relativas a limitaciones geométricas.

Esas limitaciones tienen en cuenta:

- La profundidad mínima de las ranuras.
- Los anchos mínimos y máximos de las ranuras.
- Separación mínima entre perfiles CFRP consecutivos.
- La distancia mínima al borde de la viga de hormigón armado.

Dos de las principales normativas que comprenden esos parámetros son:

- Technical Report No.55 (2012). Design guidance for strengthening concrete structures using fibre composite materials, reported by the Concrete Society.
- ACI440.2R-08 (2008), Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures, reported by the committee 440 of the American Concrete Institute.



Aparte de estas normativas, existe más información sobre el dimensionamiento de las ranuras y que se detalla en el Método de aplicación Sika NSM. A continuación se ponen, como ejemplo, las dimensiones de las ranuras de algunos de los productos Sika que se utilizan para NSM:

DIMENSIONES DE LA RANURA (anchura x profundidad)	ACI 440.2R-08	CONCRETE SOCIETY TR55-2012	SIKA NSM MÉTODO DE APLICACIONÓN v2.1
Carbodur® BC6	≥(9 mm x9 mm)	(10 mm - 14 mm) x(≥10 mm)	9 mm x9 mm
Carbodur® BC8	≥(12 mm x12 mm)	(12 mm - 16 mm) x(≥12 mm)	11 mm x 11 mm
Carbodur® BC10	≥(15 mm x15 mm)	(14 mm - 18 mm) x(≥14 mm)	13 mm x 13 mm
Carbodur® BC12	≥(18 mm x18 mm)	(22 mm - 26 mm) x(≥122 mm)	15 mm x 15 mm
Carbodur® S1.030	≥(9 mm x15 mm)	(7 mm - 11 mm) x(≥14 mm)	(6mm-8mm) x15mm
Carbodur® S1.525	≥(7,5 mm x22,5 mm)	(6,5 mm - 10,5 mm) x(≥19 mm)	(6mm-8mm) x20mm
Carbodur® S2.025	≥(7,5 mm x30 mm)	(6,5 mm - 10,5 mm) x(≥24 mm)	(6mm-8mm) x25mm
SikaWarp® SFX-50C	-	-	≥(15 mm x15 mm)

Téngase en cuenta que las dimensiones recomendadas y sus tolerancias pueden variar significativamente de acuerdo con la guía utilizada para el diseño.

4.- Diseño de soluciones de refuerzo a flexión basadas en los sistemas NSM

Como se indica anteriormente, las soluciones NSM no suelen aparecer en muchas de las normativas existentes (por ejemplo, el boletín 14 de FIB), ya que la elaboración de técnicas de diseño NSM aún estaba en desarrollo en el momento de redactar dichos documentos.

Sin embargo, las guías más recientes incluyen el uso de NSM como una solución para el refuerzo a flexión. En algunos casos (por ejemplo, TR55 2012), las soluciones NSM son igualmente consideradas para aplicaciones alternativas, tales como refuerzo a cortante para vigas de hormigón armado.

En el presente documento consideraremos los diferentes enfoques que corresponden a las directrices más comunes: el británico TR55 (2012) y el estadounidense ACI440.2R-08 (2008).

4.1.- Enfoque ACI 440.2R-08

La guía ACI incluye un método simplificado para el cálculo del refuerzo de flexión mediante sistemas NSM. El cálculo comprende 2 pasos:

- Determinación de la deformación efectiva del perfil FRP (εfe).
- Determinación de la longitud de desarrollo necesaria (ldb).

Téngase en cuenta que este método simplificado puede resultar excesivamente simple o indefinido en algunos casos.

4.1.1.- Determinación de la tensión efectiva del perfil del FRP (EFE)

La deformación efectiva de la barra / laminado NSM (εfe) se puede determinar por medio de procedimientos habituales, esta-

bleciendo el equilibrio de fuerzas internas y la compatibilidad de deformación de la sección reforzada (algunas ecuaciones simplificadas para secciones rectangulares se pueden encontrar en la ACI440.2R-08, Sección 10.2.10).

El momento de flexión máximo a asumir por la sección puede quedar limitado ya sea por el aplastamiento del hormigón bajo compresión o por la deformación intermedia del NSM.

La deformación de la barra NSM se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$\varepsilon_{fd} = 0.7\varepsilon_{fu}$$

(ACI 440.2R-08, sección 10.1.1)

ε_{fu} es la tensión de rotura de diseño del perfil CFRP, y se puede determinar de la siguiente manera:

$$\varepsilon_{fu} = C_E \cdot \varepsilon^*_{fu}$$

(ACI 440.2R-08, ecuación 9-4)

ε^*_{fu} es la máxima tensión admisible antes de la rotura del perfil CFRP como se indica en la Hoja de datos de Produto, y CE es el factor de reducción ambiental según las condiciones de exposición (tabla 9.1 del ACI440.2R-08):

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	FACTOR DE REDUCCIÓN AMBIENTAL C_E
EXPOSICIÓN INTERIOR	0,95
EXPOSICIÓN INTERIOR (Puertas, muelles, aparcamientos sin cerramientos)	0,95
AMBIENTE AGRESIVO (Plantas quómicas, plantas de tratamiento de agua residuales)	0,95

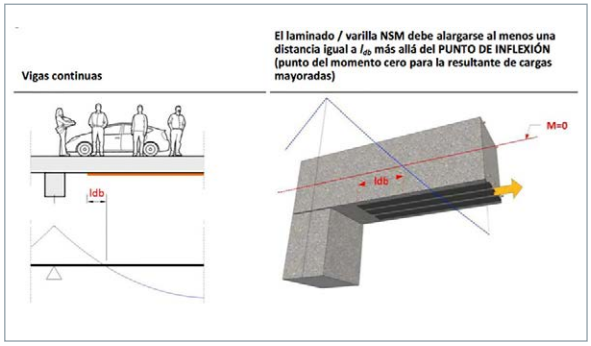
Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El valor de deformación de desprendimiento (ε_{fd}) determina la deformación máxima admisible que se puede utilizar para el cálculo de la deformación efectiva del NSM CFRP (ε_{fe}) al final, de acuerdo con el equilibrio de las fuerzas internas y la compatibilidad de deformaciones en la sección de hormigón armado, como se indica en ACI 440.2R-08, 10.2).
- La resistencia máxima de la sección puede ser limitada por la compresión del hormigón, que se limita a una deformación de 0,3% (ACI 318) o 0,35% (Eurocódigo 2). En este caso, la deformación efectiva en el CFRP (ε_{fe}) cuando la sección alcanza su resistencia final será menor que el valor de deformación de admisible máximo (εfd).
- La Guía ACI440.2R-08 indica que se debe utilizar un factor de seguridad adicional (ψ_f = 0,85) para tener en cuenta la contribución CFRP al momento de flexión final de la sección. Por lo tanto, el momento generado por el CFRP se determina como 0,85 x ε_{fe} x (CFRP módulo E) x (CFRP sección transversal) x (CFRP brazo de palanca).

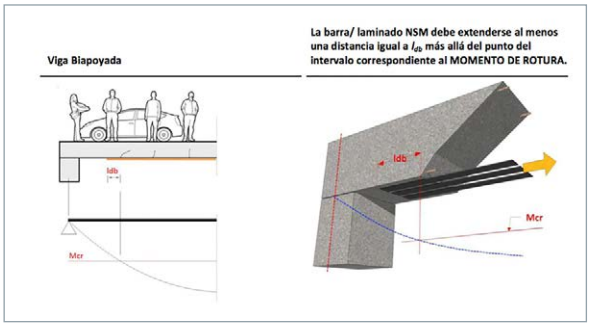
4.1.2.- Determinación de la longitud de anclaje necesaria (LDB)

Las tensiones desarrolladas en el extremo de la barra NSM también pueden conducir al despegue del tramo final de CFRP. Para evitar este fallo, la directiva ACI440.2R-08 recomienda el uso de un método simplificado para las soluciones EBR o NSM.

Para vigas simplemente apoyadas, el laminado CFRP debe incrementarse al menos una distancia ldb igual a la 'sección crítica'. La determinación de esta sección crítica es diferente en el caso de vigas simplemente apoyadas o vigas continúas.



La longitud de desarrollo proporcionará la capacidad de anclaje suficiente para conseguir resistir la fuerza correspondiente a la tensión de diseño de la barra NSM (ffd), calculada como:



donde Ef corresponde al módulo de elasticidad de tracción de la barra NSM. La longitud de anclaje se determina de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$f_{fd} = E_f \cdot \varepsilon_{fd}$$

Donde db es el diámetro de la barra NSM, ab y bb corresponden a las dimensiones de la laminado NSM respectivamente, y Tb es la resistencia media de unión para los perfiles NSM (= 6.90Mpa como se indica en ACI 440.2R-08, sección 13.3).

$$l_{db} = \frac{d_b}{4\tau_b} f_{fd} \quad \text{Barra circular} \quad \textit{(ACI 440.2R-08, ecuación 13-3)}$$

$$l_{db} = \frac{a_b b_b}{2(a_b + b_b)\tau_b} f_{fd} \quad \text{Barra rectangular} \quad \textit{(ACI 440.2R-08, ecuación 13-4)}$$

4.2.- Enfoque Concrete Society TR-55 (2012)

La deformación efectiva de la barra / laminado NSM (εfe) correspondiente al estado último de la sección bajo felxión, puede determinarse por medio de los procedimientos habituales, estableciendo el equilibrio de las fuerzas internas o mediante la

compatibilidad de deformación de la sección reforzada. Esta tensión efectiva estará limitada por:

- La rotura a compresión del hormigón.
- La máxima tensión de diseño para la barra NSM (ε_{fd}).
- Las diferentes posibilidades de fallo, como se indica a continuación.

Téngase en cuenta que la directiva TR55 incluye varios factores de reducción a tener en cuenta, relacionados con el tipo de fibra, el tipo de laminado y el método de aplicación.

Esos factores de reducción no limitan simplemente la tensión y la deformación durante el estado último del laminado (como suele ocurrir en la mayoría de las directrices existentes), sino que también modifican el módulo de tracción E de la barra NSM.

La tensión final de diseño para una barra NSM embebida (Barras Carbodur BC o laminados Carbodur para aplicaciones NSM) puede obtenerse a partir de su tensión última (ε_{fk}), de la siguiente manera:

$$\varepsilon_{fd} = \frac{\varepsilon_{fk}}{1.25 \cdot 1.05} = \frac{\varepsilon_{fk}}{1.3125}$$

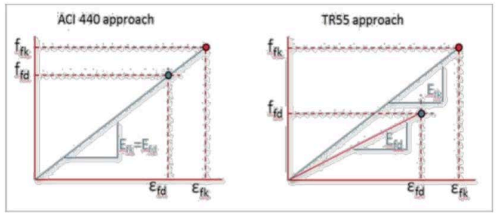
(TR55, ecuación 5.5 y 5.6)

De la misma manera, el módulo E de diseño para una barra NSM embebida se puede determinar a partir del módulo de elasticidad característico (Efk):

$$E_{fd} = \frac{E_{fk}}{1.1 \cdot 1.05} = \frac{E_{fk}}{1.155}$$

(TR55, ecuación 5.3 y 5.4)

Ambas reducciones implican una modificación significativa en el comportamiento tensión-deformación para CFRP:



Ejemplos de Productos para NSM	Modulo E característico E_{fk}	Deformación última ε_{fk}	Módulo E característico E_{fd}	Deformación de diseño ε_{fd}
Carbodur® BC6[1]	148GPa (media)	>1.70%	128GPa	1.30%
Carbodur® BC8[1]	148GPa (media)	>1.70%	128GPa	1.30%
Carbodur® BC10[1]	148GPa (media)	>1.70%	128GPa	1.30%
Carbodur® BC12[1]	148GPa (media)	>1.70%	128GPa	1.30%
Carbodur® S1.030	162GPa	>1.70%	140GPa	1.30%
Carbodur® S1.525	162GPa	>1.70%	140GPa	1.30%
Carbodur® S2.025	162GPa	>1.70%	140GPa	1.30%
SikaWrap® FX-50C[2]	229GPa (fibra seca)[3]	>0.90% (laminado)[4]	173GPa[5]	0.60%[6]

1.- Módulo E medio usado para el ejemplo / 2.- Sistema NSM basado en SikaWrap FX-50C / 3.- Módulo E Característico basado en la sección de fibra seca / 4.- Elongación máxima característica basado en laminado (cordón impregnado) / 5.- Aumento de los factores de reducción debido a la naturaleza del método de refuerzo (sistema de aplicación húmeda) / 6.- Aumento de los factores de reducción debido a la naturaleza del método de refuerzo (sistema de aplicación húmeda).

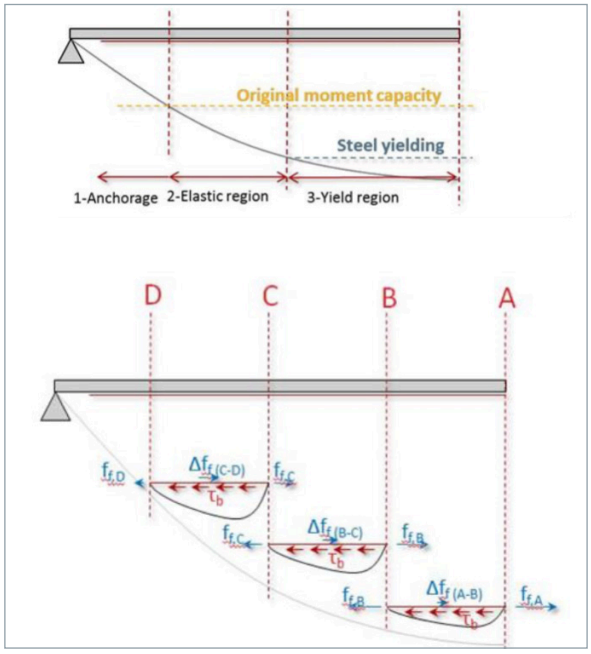
A diferencia del ACI-440.2R-08, la guía TR55 sigue un proceso exhaustivo, que evalúa las diferentes posibilidades de fallo. Dichos cálculos comprenden las siguientes etapas:

- Verificación del fallo de separación NSM debido al esfuerzo cortante longitudinal en la zona de aplicación (fallo del hormigón).
- Verificación del fallo de separación NSM debido al esfuerzo cortante longitudinal en la zona de aplicación (fallo adhesivo).
- Verificación de la longitud del anclaje final (rotura del hormigón).
- Verificación de la longitud del anclaje final (fallo en la capa adhesiva).
- Verificación de la longitud del anclaje final (separación del recubrimiento de hormigón).

4.2.1.- Verificación del fallo de la separación de NSM por cortante longitudinal (fallo del hormigón)

El esfuerzo cortante es directamente proporcional al cambio de la tensión axial en el FRP. En las zonas elásticas, el aumento de momento a lo largo de la viga reforzada es compartido por el NSM y el acero longitudinal, por lo que el gradiente axial a lo largo del NSM (y por lo tanto el esfuerzo cortante longitudinal) puede ser bajo o moderado. Sin embargo, la distribución de la flexión en esta zona muestra una curvatura significativa; por lo tanto, la diferencia en el momento de flexión entre secciones puede ser importante.

Sin embargo, a lo largo de la zona de rendimiento, el acero ha perdido su capacidad para soportar cargas mayores en respuesta al momento creciente a lo largo del tramo. Así, incluso cuando la distribución del momento de flexión mostrará pequeñas diferencias entre secciones consecutivas (espaciadas a una distancia ?), el nuevo momento, superior al original, a lo largo de esta zona será soportado casi exclusivamente por el NSM ubicado en el lado de tensión de la viga.



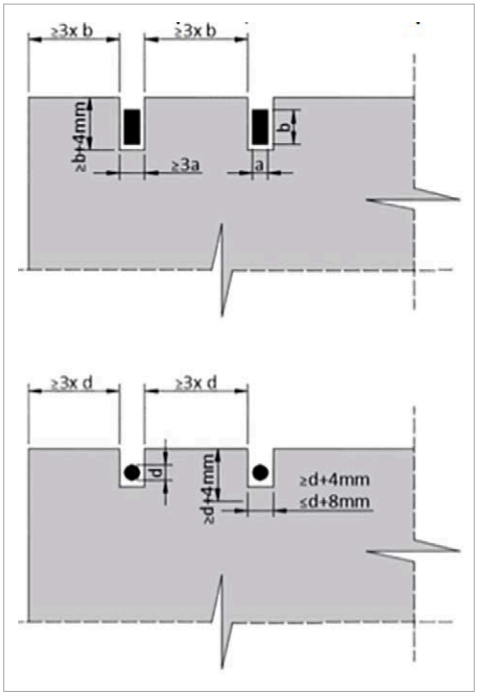
El esfuerzo cortante longitudinal creado sobre la capa de hormigón entre 2 secciones se puede describir como:

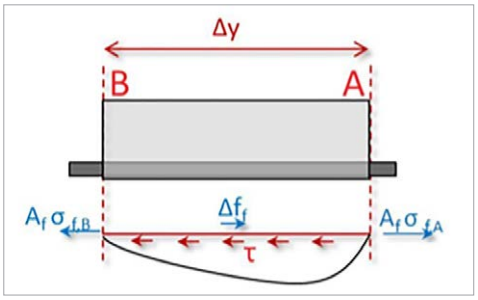
$$\tau_{con} = \frac{A_f}{b_{notchperim}} \left(\frac{\Delta \sigma_f}{\Delta_y} \right)$$

(TR55, ecuación 6.17)

Donde:

- T_{con} es el esfuerzo cortante longitudinal en la interfase adhesivo-hormigón
- A_f es el área del refuerzo NSM
- Δ_y es la longitud (corta) a lo largo de la viga
- Δ_{of} es el cambio en la tensión en el refuerzo NSM a lo largo de la longitud Δ_y
- $b_{nochperim}$ es el perímetro efectivo de la ranura, normalmente 1x ancho mínimo más 1 profundidad mínima (sólo se cuenta la mitad de cada lado de la ranura).





El valor de Δ_y utilizado debe elegirse de manera que se genere el perfil de cortante dentro de la zona de influencia, lo que permite identificar la tensión de cortante máxima. La tensión correspondiente al NSM debe calcularse en las distintas secciones mediante procedimientos habituales (equilibrio de fuerzas y compatibilidad de deformaciones entre los diferentes materiales), teniendo en cuenta las tensiones originales en la sección en el momento de la instalación del NSM.

La tensión de cortante máxima calculada no debe exceder el valor límite:

$$\tau_{lim,c} = 0.8\frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 0.8\frac{(0.7\,f_{ctm})}{\gamma_c} = 0.8\frac{0.7\left(0.30\,f_{ck}^{\frac{2}{3}}\right)}{\gamma_c}$$

(TR55, ecuación 6.18 y EN 1992, tabla 3.1)

dónde:

- f_{ck} es la resistencia característica a la compresión del hormigón (probeta cilíndrica)
- Y_c es el factor de seguridad del material para el hormigón (1.5 habitualmente).

4.2.2.- Verificación del fallo de separación de NSM por el incremento de cortante longitudinal en la zona de inlfluencia (fallo adhesivo)

$$\tau_{ad} = \frac{A_f}{b_{barperim}}\left(\frac{\Delta\sigma_f}{\Delta_y}\right)$$

(TR55, ecuación 6.17)

Esta tensión de cortante calculada debe ser menor que el valor límite dado por:

$$\tau_{ad,lim} = 0.8\frac{f_{at}}{\gamma_c}$$

(TR55, ecuación 6.19)

Dónde:

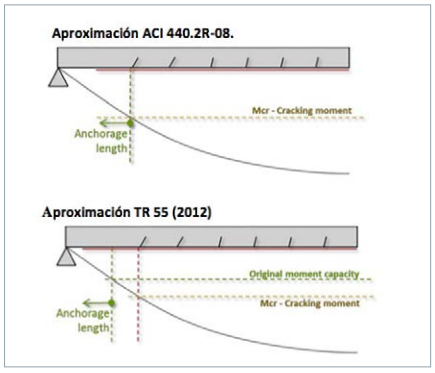
$b_{barperim}$ corresponde al perímetro de la barra / laminado NSM

f_{at} es el valor característico de diseño del adhesivo (que puede tomarse como la resistencia a la tracción como se indica en el PDS del adhesivo dividido por 1,20)

4.2.3.- Verificación del anclaje final (Rotura del hormigón)

Además de mantener bajas las tensiones debidas al esfuerzo cortante, se debe proporcionar un anclaje final NSM adecuado.

El diseño del anclaje debe llevarse a cabo determinando el punto del tramo donde ya no se requiere el NSM. Este concepto difiere de ACI440.2R-08, donde la sección crítica para el anclaje corresponde al punto a lo largo del tramo correspondiente al momento de fisuración (vigas simplemente apoyadas) o al punto de momento cero (vigas continuas).



Para evitar un fallo de agrietamiento en el hormigón, la fuerza de anclaje final, Tnsm, máx. y su correspondiente longitud máxima de anclaje, se determinan de la siguiente manera:

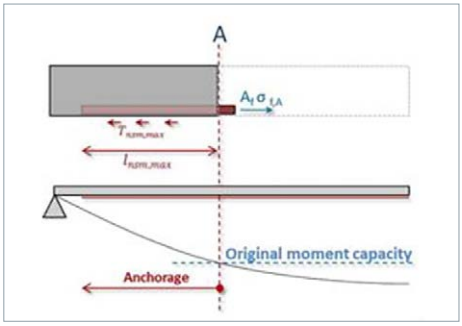
$$T_{nsm,max} = 10 \cdot b_{notchperim}\sqrt{E_{fd}A_f f_{ctk}} = 10 \cdot b_{notchperim}\sqrt{E_{fd}A_f\,0.7\left(0.30\,f_{ck}^{\frac{2}{3}}\right)}$$

(TR55, ecuación 6.21)

$$l_{nsm,max} = 0.135\, b_{notchperim} \sqrt{\frac{E_{fd} A_f}{f_{ctk}}} = \sqrt{\frac{E_{fd} A_f}{0.7\left(0.30\, f_{ck}^{\frac{2}{3}}\right)}}$$

(TR55, ecuación 6.22)

Debe comprobarse que la fuerza desarrollada por el NSM en la sección donde el NSM ya no es necesario ($f_f = A_f s_f$) no excede el máximo $T_{nsm,ax}$



El nivel de tensión en el NSM debe calcularse por medio de los procedimientos habituales (compatibilidad de deformaciones y equilibrio de fuerzas en la sección), teniendo en cuenta la deformación inicial de la sección cuando se incorpora el NSM.

En algunos casos, la longitud máxima de anclaje no es posible o necesaria ($l_{insm} < l_{nsm,max}$). La fuerza de anclaje T_{nsm} desarrollada por una longitud más corta l_{nsm} puede ser evaluada como:

$$T_{nsm} = T_{nsm,\max} \frac{l_{nsm}}{l_{nsm,max}} \left(2 - \frac{l_{nsm}}{l_{nsm,max}}\right)$$

(TR55, ecuación 6.23)

4.2.4.- Verificación de la longitud del anclaje (fallo en la capa adhesiva)

Para evitar fallos en el adhesivo debe comprobarse que la fuerza ejercida por el NSM ($f_f = A_f s_f$) no excede la capacidad mecánica del adhesivo en el anclaje, como sigue:

$$A_f\, \sigma_f \le T_{nsm,lim} = 38 \sqrt{\frac{b}{n_{nsm}} \left(E_{fd} A_f f_{ctk}\right)} = 38 \sqrt{\frac{b}{n_{nsm}} \left(E_{fd} A_f\, 0.7 \left(0.30\, f_{ck}^{\frac{2}{3}}\right)\right)}$$

(TR55, ecuación 6.24)

4.2.5.- Verificación de la longitud del anclaje (separación del recubrimiento del hormigón)

Para terminar, para evitar la separación del recubrimiento de hormigón, la fuerza a soportar se calcula como:

$$A_f\, \sigma_f \le T_{nsm,lim} = 38 \sqrt{\frac{b}{n_{nsm}} \left(E_{fd} A_f f_{ctk}\right)} = 38 \sqrt{\frac{b}{n_{nsm}} \left(E_{fd} A_f\, 0.7 \left(0.30\, f_{ck}^{\frac{2}{3}}\right)\right)}$$

(TR55, ecuación 6.2)

Donde b es la anchura de la sección de hormigón en la ubicación de los perfiles NSM, y n_{nsm} corresponde al número de barras NSM proporcionadas.

En el caso de las losas, el término b/n_{nsm} será reemplazado por la separación entre centros de barras NSM consecutivas. •

Sika, S.A.U.
Tel. 916572375 • info@es.sika.com
www.sika.com

EQUIPOS Y MATERIALES
para Canteras, Túneles y Minería

distribuciones Pako

Baterias Wireline

Bocas de perforación

Tallantes DTH

Barrenas Integrales

Barras y bocas cónicas

Productos de diamante

Varillaje Wireline

Lodos de Perforación

Distribuidores oficiales de:
BOART LONGYEAR · MONARK AS · MARINI QUARRIES GROUP · SLOPE INDICATOR · BARDID Lodos de preforación

Ctra. Porriño-Salceda Km.2 • 36475 Budiño - Porriño - España
Telf: +34 986 338 887 / 986 335 500
Móvil: +34 608 688 103 - pako@distribucionespako.com
www.distribucionespako.com

ACTIVIDADES Y OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL PROYECTO

ESMIMET: Desarrollo de capacidades interregionales en torno a los recursos estratégicos en minería metálica

Figura 1. Reunión de lanzamiento en las instalaciones de CARTIF.

P.J. Acebes, J. Calvo. CARTIF,
Parque Tecnológico de Boecillo Parcela 205, 47151 Boecillo (Valladolid)
pedace@cartif.es, jorcal@cartif.es

El proyecto ESMIMET comienza el pasado 12 de julio con la reunión de lanzamiento en las instalaciones de CARTIF en Boecillo (Valladolid), junto al resto de miembros del consorcio, formado por Siemcalsa, la Dirección General de Energía y Minas, la Universidad de León, la Universidad de Oporto y el Instituto Pedro Nunes (Coimbra) (Figura 1).

El objetivo principal de este Proyecto es generar una red de conocimiento científico-técnico y de I+D+i en torno al desarrollo de las capacidades de minería metálica de la franja fronteriza entre las regiones participantes (norte y centro de Portugal y Castilla y León), que permita el desarrollo de actividades regionales y conjuntas, de proyectos e iniciativas de alto valor añadido en diferentes materias de I+D+i (exploración, tecnologías de explotación y procesado, ciencia de materiales, tecnología industrial y de control, tecnología medioambiental y energética) que permita la generación no sólo de proyectos estratégicos, sino también la formación y capacitación de perfiles científico-técnicos de alto valor añadido, y la generación de empleo de alta cualificación en las regiones participantes.

Localización del proyecto

El área de intervención del proyecto va a ser la franja fronteriza que va desde el sur de Galicia hasta el norte de Extremadura (más concretamente norte, centro de Portugal y Castilla y León), a ambos lados de la frontera, debido a que contiene una gran parte de las reservas ibéricas y europeas de algunos de los metales considerados Materias Primas Críticas por parte de la Unión Europea, entre ellos el wolframio, y otros metales estratégicos como el uranio, además de ofrecer un elevado potencial en yacimientos de metales como el estaño, el hierro, el cobre, el cinc, el plomo o el oro.

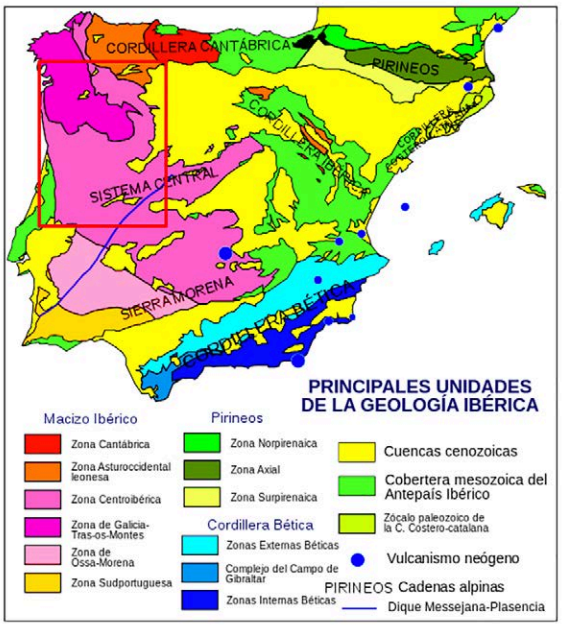


Figura 2. Localización del proyecto.

Actividades

Entre las actividades realizadas en el 2017 y a realizar durante la duración del proyecto está el estudio y valoración del potencial minero actual y futuro en el territorio considerado, con una evaluación específica del potencial de producción de subproductos de alto valor añadido, tierras raras, y de las posibles líneas tecnológicas para llevar a cabo la explotación y el aprovechamiento de estos yacimientos. Para realizarlo se pretende alcanzar el primer bloque del objetivo del trabajo que no es otro que proponer unas guías de prospección que permitan la búsqueda de nuevos yacimientos de metales tecnológicos (W, Sn, Nb, Ta, Li, Tierras Raras, Au, etc.) en una región, como es el noroeste peninsular, de un enorme potencial metalogenético.

Esas guías englobarán todos los parámetros que condicionan cada tipo de mineralización que se estudie con el objetivo final de utilizarlas como un criterio de discriminación. Estas guías permitirán buscar zonas favorables, es decir aquellas en las que hubiese esos mismos sistemas de fracturas, las mismas rocas ígneas y/o de rocas encajantes. Se elaborarán mapas de zonas de prospección en las que se cumplen, a priori, esos criterios que se han definido y que son los que controlan las mineralizaciones. Con la definición de un marcador químico, en estas zonas favorables, que a priori serían muy amplias mediante análisis químico de ámbito regional, como una geoquímica de arroyos, una geoquímica de suelos, una litogeoquímica o lo que corresponda, se podrán delimitar las zonas con mayor probabilidad y ya sobre ellas centrar una exploración de detalle con las técnicas convencionales (calicatas, sondeos, geofísicas, etc.). Estas guías de prospección serán de aplicación a nivel general y no sólo en estas regiones.

Para poder proponer estas guías de prospección es obligatorio estudiar detalladamente cómo son las mineralizaciones ya conocidas, gran parte de las cuales ya han sido objeto de explotación intermitente en varios momentos de la historia, y definir cuáles son los parámetros que las están controlando y cómo se originaron. Las acciones a ejecutar dentro de esta actividad serán un inventario de las mineralizaciones conocidas y encuadre geológico.

Objetivos estratégicos

Entre los objetivos estratégicos de la actividad minera de estas tres regiones, norte, centro de Portugal y Castilla y León, se halla el potenciar la interacción entre la actividad minera y la actividad industrial regional, y sobre todo el facilitar la relación entre los sistemas de I+D+i regionales con esta actividad minera, para lograr que ésta, que se considera esencial desde un punto de vista económico (en especial para entornos rurales menos desarrollados en los que la creación de valor añadido es compleja), no sólo se aproveche desde un punto de vista económico, sino que sirva de catalizador para la creación de un polo de actividad y servicios tecnológicos de I+D+i que puedan promover el desarrollo de proyectos y servicios tecnológicos relacionados con la minería en las universidades y centros tecnológicos (CCTT) de las regiones consideradas, y de esta forma ser fuente de generación de perfiles profesionales de alto valor añadido y empleo altamente cualificado en estas regiones.

Figura 3. Realización de sondeo dentro de la zona de estudio.

Figura 4. Mineralización de cuarzo con wolframita.

Soluciones planteadas

- Dinamizar el tejido empresarial con nuevos fondos para nuevos proyectos de I+D+i incrementando el personal investigador.
- Promover la participación de las instituciones regionales clave para formar parte de la red de trabajo.
- Financiar actuaciones en impulso de servicios públicos avanzados en los ámbitos de la innovación y desarrollo empresarial de la minería metálica.
- Especialización económica regional en la minería metálica, promoviendo la relación entre centros de investigación (incluidas universidades) y empresas.
- Abrir la red temática creada en este proyecto con la formación de consorcios interregionales y desarrollo de proyectos de alto nivel tecnológico.
- Promover el acceso a los nuevos conocimientos y tecnologías en materia de minería metálica a todas las entidades de la red temática creada.

Fomentar el desarrollo de actividades en todas las áreas mineras de las regiones objetivo dando igualdad de oportunidades del desarrollo económico a todo el territorio.

Resultados

Los resultados previstos del proyecto son:

- Identificación del 100% del potencial minero actual y futuro en el territorio considerado.
- Elaboración de una guía de prospección para la búsqueda de nuevos yacimientos.
- Formación de una red de trabajo.
- Formación y capacitación de perfiles científico-técnicos.
- Generación de Proyectos estratégicos de más de 1 millón de €.
- Generación de empleo de alta cualificación.
- Identificación del 100% de las técnicas de explotación y procesado empleadas en minería metálica.
- Reducción en un 50% del impacto ambiental.
- Sustitución del 80% de las fuentes energéticas de origen fósil por fuentes renovables.
- Desarrollo de un sistema de gestión medioambiental.
- Elaboración de, al menos, 50 documentos científico-técnico.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación de este trabajo al programa de Cooperación INTERREG V-A España-Portugal (2014-2020 (proyecto 'ESMIMET', con expediente 0284_ESMIMET_3_E)•.

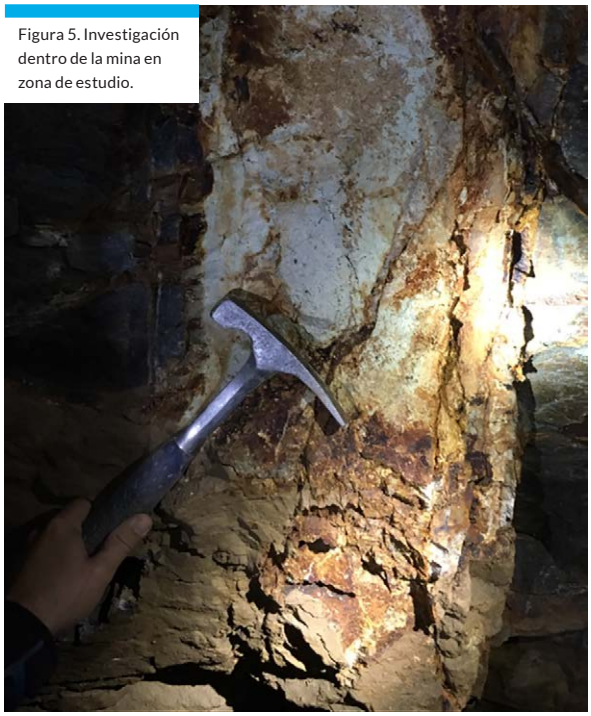


Figura 5. Investigación dentro de la mina en zona de estudio.

Figura 6. Homenaje al minero situado en una zona de estudio portuguesa.

Getac

Windows 10 Pro

SEE MORE DO MORE

Getac Technology Corporation

5F., Building A, No. 209, Sec. 1, Nangang Rd.,Nangang Dist.,
Taipei City, 11568, Taiwan, R.O.C.
Phone: +886-2-2785-7888
globalmarketing@getac.com
www.getac.com

Getac recommends Windows

Darío Pérez,
director de Desarrollo de Negocio &
Latam en Creara Energy Experts

ISO 50001 en la minería, un tendencia al alza

En los últimos años, el crecimiento del número de implantaciones de ISO 50001 en el mundo ha ido creciendo. De acuerdo a datos de la Organización Internacional de Normalización (ISO), desde el año 2011 hasta el año 2016, las empresas certificadas han pasado de 634 a 23.377. Esta tendencia se aprecia en numerosos sectores de actividad, incluida la minería.

El crecimiento del número de implantaciones de ISO 50001 viene impulsado por varios factores; a saber...

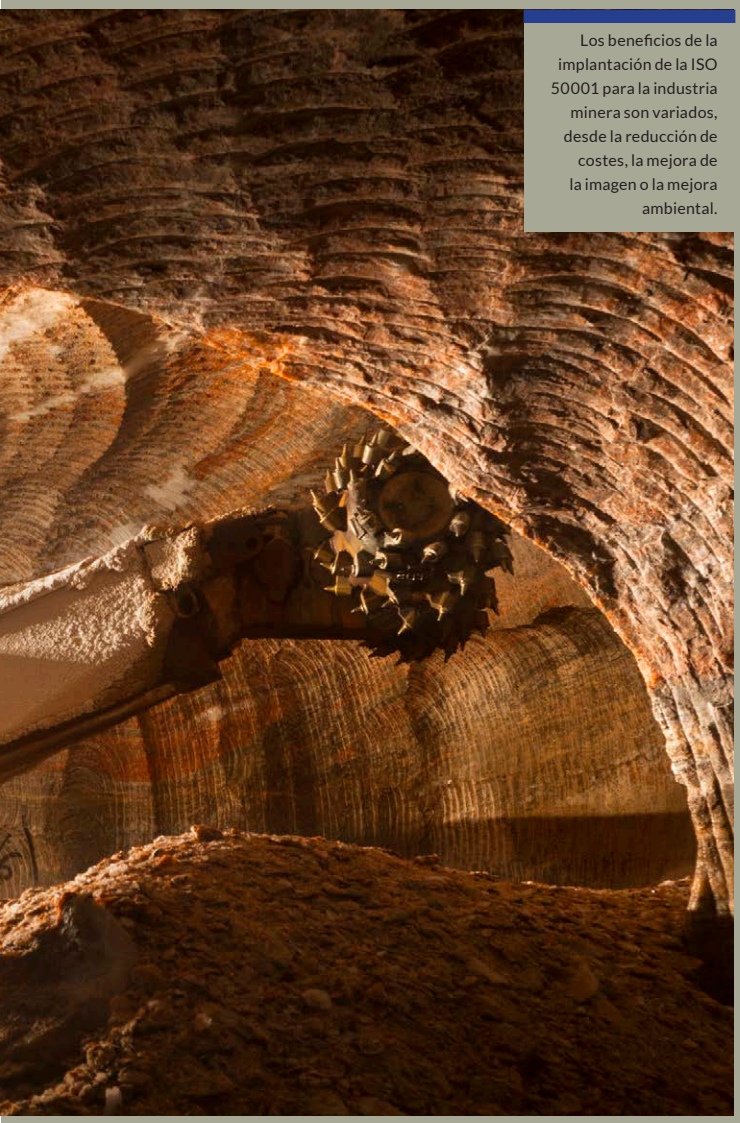
- por un escenario de precios de la energía al alza;
- por un entorno donde las empresas compiten en un mercado global donde cada vez es más importante ganar cuotas de competitividad derivadas de la mejora de los costes operativos;
- por una tendencia a la presión de las administraciones públicas;
- por una presión social al alza derivada de la lucha internacional del cambio climático.

Así pues, cualquier inversión que mejore los resultados de una empresa a través de la mejora energética, y que además permita cumplir con las nuevas legislaciones y planes estratégicos nacionales, pero a bajo coste y de rápida amortización, tendrá una buena acogida.

ISO 50001 en el sector de la minería

En este ámbito, el sector de la minería no ha permanecido ajeno a esta tendencia, conociéndose además su sensibilidad a este tipo de normalizaciones de reconocimiento internacional. Tanto en Europa como en América Latina, desde Creara hemos visto crecer el número de empresas de la minería metálica y no metálica que han emprendido proyectos de implantación de la norma ISO 50001 en sus explotaciones.

Los beneficios para la industria minera son variados, desde la reducción de costes, la mejora de la imagen o la mejora ambiental. Según palabras de Mario García, responsable de Eficiencia Energética en la española israelí Iberpotash – ICL Iberia "Los beneficios son la mejora continua de los procedimientos de operación, la búsqueda de soluciones de energía y el control del consumo energético y, por tanto, el ahorro de energía".



Los beneficios de la implantación de la ISO 50001 para la industria minera son variados, desde la reducción de costes, la mejora de la imagen o la mejora ambiental.

La norma ISO 50001 supone una inversión de rápida amortización

Otras explotaciones como la peruana Gold Fields La Cima, en su operación minera Cerro Corona destacan "la necesidad de que los esfuerzos en el uso racional de la energía se tomen como algo propio por parte del conjunto de personas que forman parte de la empresa, ya que su colaboración es fundamental para el éxito de este nuevo desafío en busca de la excelencia operacional".

Sin embargo, y a pesar del interés del sector, para asegurar el éxito de este tipo de proyectos es imprescindible la implicación de la alta dirección. Un ejemplo de ello fue la implementación de un sistema de gestión energética de acuerdo a la norma ISO 50001 en la minera chilena CAP Minería en el año 2013, concretamente en su planta de magnetita. La implicación de la alta dirección fue clave en el desarrollo exitoso del proyecto.

Por lo general, este tipo de proyectos se implementa de manera integrada con otros sistemas de gestión, particularmente con los internacionalmente reconocidos de medio ambiente ISO 14001 y de calidad ISO 9001. Es lo que en este momento se encuentran desarrollando en la planta de la española Compañía Minera Río Tirón, especializada en la extracción de sulfato sódico.

La integración de esta nueva norma en su Sistema de Gestión es un reto más en su larga trayectoria basada en diversas certificaciones. Y pretende, según su Responsable de Calidad y Medio Ambiente, Noelia Rodríguez, que contribuya a mejorar la eficiencia de su proceso productivo y la imagen de una compañía con marcado carácter internacional.

En este aspecto, el sistema de gestión energética necesitará ser alimentado por datos relativos a consumos energéticos y de medida de la producción minera. Siempre que éstos estén disponibles a lo largo del tiempo y de manera completa, será posible levantar indicadores y líneas base con altas tasas de correlación. Para ello, será necesario disponer de una adecuada red de submedida y monitorización energética. No siempre será necesario instalar de manera indiscriminada equipos de medición, sino determinar cuáles son los puntos más interesantes en los que medir y desarrollar un proyecto, desarrollando un proyecto acorde con los procesos que se den en la explotación.

En definitiva, la norma ISO 50001, supone una inversión de rápida amortización por lo general, para el sector de la minería y la industria extractiva en general, derivado de los beneficios a nivel energético, económico y ambiental. Sin embargo, será necesario la implicación de un equipo cualificado y profesional. Prueba de ello, algunas empresas ya han empezado a llevarlo a cabo en sus instalaciones en diferentes localizaciones.•

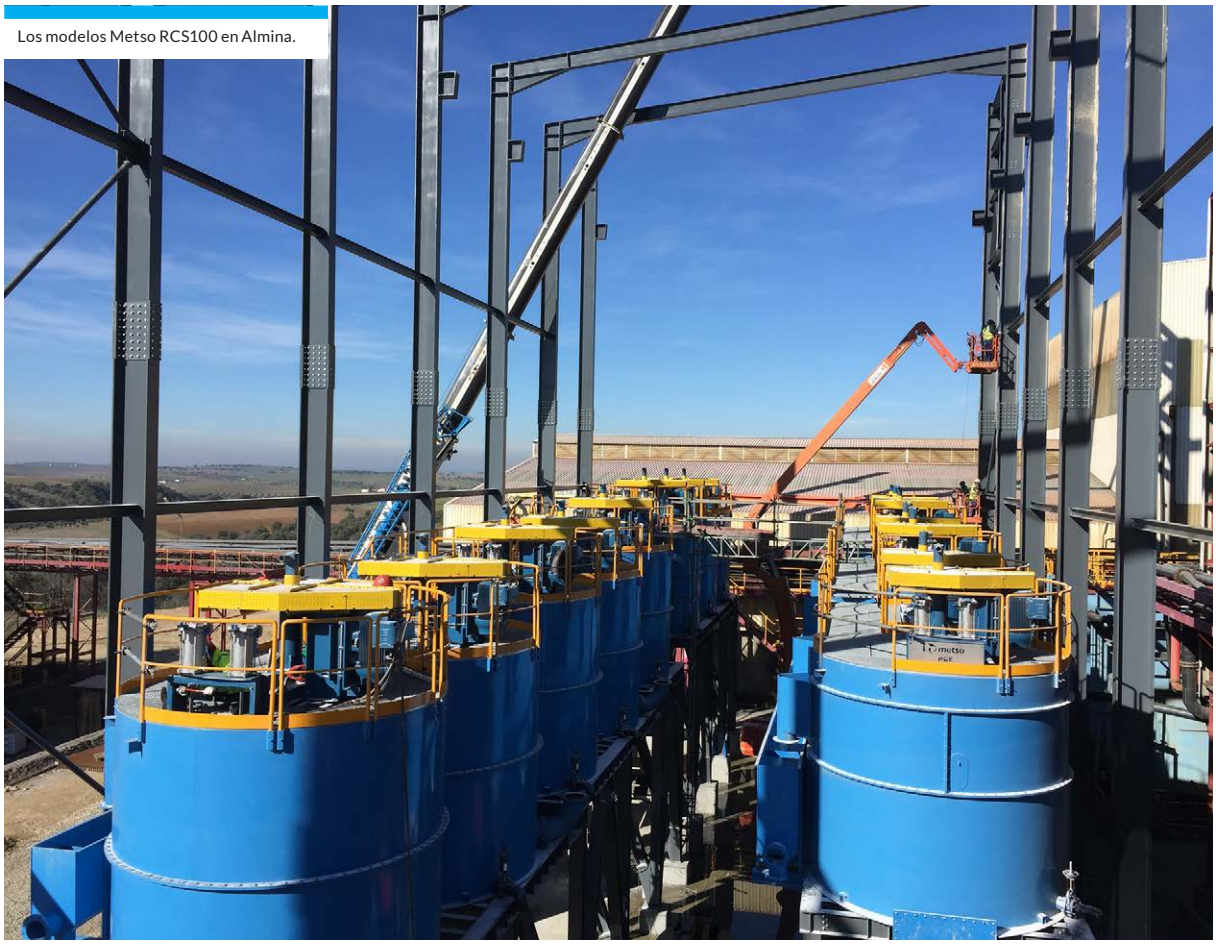
Metso se consolida como proveedor de referencia de equipos de flotación en la Faja Pirítica Ibérica

Metso suministrará equipos de flotación para los proyectos de expansión de Almina, Somincor y otras compañías mineras líderes ubicadas en la Faja Pirítica Ibérica y Saloro en Barruecopardo, en el oeste de España. Con estos pedidos recientes, Metso sigue fortaleciendo su posición como el mayor proveedor de equipos de flotación en el mercado minero ibérico durante los últimos dos años consecutivos. Además, la huella global de Metso en equipos de flotación creció durante la segunda mitad de 2017.

Además de los equipos, la oferta de flotación de Metso también cubre una gama de servicios como instalación, puesta en servicio y capacitación, así como soluciones para mejorar el rendimiento metalúrgico tanto de equipos de Metso como de terceros con control de proceso avanzado y cámaras de espuma como VisioFroth. Los equipos de flotación Metso RCS están diseñados para garantizar una mayor recuperación y rendimiento, así como para reducir los costos de mantenimiento y energía.

"En Metso nos hemos centrado no solo en desarrollar una oferta de equipos líder en el mercado para flotación, sino también en nuestras capacidades para ayudar a nuestros clientes a optimizar el funcionamiento de sus unidades. Estos nuevos pedidos son una afirmación clara de que nuestros clientes reconocen nuestra experiencia y nuestro desarrollo tecnológico de vanguardia, y que éste ha sido el enfoque correcto para resolver sus desafíos. Estamos muy comprometidos en continuar buscando las mejores soluciones para nuestros clientes que procesan minerales en Europa occidental, así como a nivel mundial ", dice Miguel Santos, Head of Mining Sales Development, West Europe.

El equipo de flotación Metso RCS está diseñado para garantizar una mayor recuperación y rendimiento, así como para reducir los costos de mantenimiento y energía.



Los modelos Metso RCS100 en Almina.

Máquina de flotación Metso RCS

La máquina de flotación Metso RCS combina los beneficios de las celdas circulares con las características únicas del mecanismo DV, creando las condiciones ideales para maximizar la flotación. La nueva celda de flotación RCS mejorada es una máquina de flotación multiusos adecuada para todas las aplicaciones de flotación, como el desbaste, la limpieza y el barrido. Metso ofrece la gama completa de volúmenes de celdas, requeridas para plantas modernas de procesamiento de mineral, con tamaños de celdas de 0.8 m3 a 600 m3. "No solo hemos tenido éxito con las ventas por flotación en el área ibérica, sino también con otros equipos de proceso, como los filtros VPA", señalan desde la compañía.

La Faja Pirítica Ibérica

La Faja Pirítica Ibérica se formó hace 350 millones de años y es un área geográfica con características geológicas particulares que se extiende desde Portugal hasta partes de España a lo largo de gran parte del sur de la Península Ibérica. La minería en esta área comenzó hace más de mil años con la extracción de cobre, zinc, plomo y, en algunos casos, metales preciosos como el oro y la plata. Hoy en día, es conocida como una de las reservas de sulfuros más grandes del mundo•.

Máquinas de flotación Metso RCS en operación en el proyecto Almina.

Metso España, S.A.
Tel. 918255700
metso.com/es

Solintal fabrica un aljibe de 90.000 litros a Sánchez y Lago para la mina de Riotinto en Huelva

Solintal, el gran especialista fabricante de cucharas, cazos e implementos para el sector de las obras públicas y la minería, equipos y elementos de reciclaje, y piecerío y tubería para el sector de la ingeniería, industria y la energía, cuenta también, desde hace 50 años, con una división específica para el diseño y fabricación de tanques, aljibes y depósitos para el riego de pistas y acopios en grandes obras de movimiento de tierras y en minería.

Solintal ha fabricado un depósito de 90.000 litros para la empresa española Sánchez y Lago.

El equipo trabaja actualmente en la mina de cobre de Riotinto, en la provincia de Huelva.

Solintal cuenta actualmente con equipos en diferentes operadores mineros de todo el mundo, así como en prácticamente todos los países mineros de los cinco continentes. Solintal diseña y fabrica depósitos y aljibes desde 20.000 hasta 180.000 litros de capacidad sobre cualquier tipo de chasis.

Uno de los últimos depósitos fabricados por Solintal ha sido una unidad de 90.000 litros para la empresa española Sánchez y Lago, concretamente para un dúmper Komatsu HD 785-7 que trabaja actualmente en la mina de cobre de Riotinto en la provincia de Huelva. Este equipo para el riego de pistas está dotado con cañón en la parte superior del depósito y de aspersores en la parte posterior. Todo el funcionamiento de riego en la cuba se realiza mediante un motor autónomo, que puede ser hidráulico o térmico diésel, lo que permite realizar el riego con el motor apagado, y una bomba de agua, controlado todo desde la cabina del operador.

Solintal utiliza siempre en sus fabricados materiales de primer nivel, como es el acero de alto límite elástico S690QL. Además, cuenta con diferentes terminaciones y tratamientos en función del pH del agua y de los requerimientos propios de cada cliente. Así, en el caso de Sánchez y Lago, para la mina de cobre de Riotinto, donde el pH es muy ácido, el aljibe ha contado con un tratamiento anticorrosión en el interior y exterior, concretamente con una pintura especial para aguas ácidas y tuberías de acero inoxidable. •

El martillo hidráulico SB 202 extrae pizarra de alta calidad

El martillo hidráulico SB 202 de Epiroc ya ha demostrado su eficacia en múltiples ocasiones, y también ha prestado un excelente servicio a la empresa Rathscheck Schiefer en Mayen (Eifel). En la extracción subterránea de pizarra en la mina de Katzenberg, convence por su fiabilidad, robustez y escaso mantenimiento.

Experiencia consolidada

Desde su fundación en 1793, Rathscheck Schiefer es uno de los productores líderes de pizarra de calidad superior. Con Epiroc, la empresa ha encontrado también a un socio de liderazgo consolidado. Con la última tecnología, Epiroc desarrolla y produce innovadoras herramientas para excavadoras usadas en los ámbitos de extracción de roca, demolición y reciclaje.

Bajo tierra...

La pizarra Moselschiefer, extraída en la mina subterránea de Katzenberg en el área de Mayen, es el producto estrella de Rathscheck Schiefer. El actual pozo de extracción principal comenzó a funcionar en 1959 y llega hasta los 220 metros de profundidad en el 7° nivel, mientras que el 11° nivel obtenido en 2016 ya alcanza los 400 metros de profundidad. La producción de la variedad local de Moselschiefer se ha modernizado de forma radical en los 15 últimos años.

Calidad mediante calidad

El moderno martillo hidráulico especial SB 202 de Epiroc garantiza una extracción eficiente. En la mina de Katzenberg, ya se usan 6 de estos martillos en total a diario (de 3 a 4 horas por turno) desde 2013. Dos se guardan de reserva, mientras que los otros 4 están montados en máquinas Bobcat E50, Komatsu PC45 y Schaeff HR18. Se emplean para desprender de la pared la pizarra extraíble que antes se ha cortado con una sierra de diamante en una trama exacta conforme a las características geológicas.

Bajo tierra se dan situaciones húmedas y angostas. Aquí destacan las virtudes del SB 202 que, con su estructura sólida única, resulta idóneo para esta tarea. En comparación con la competencia que había utilizado antes Rathscheck Schiefer, el martillo hidráulico de Epiroc convence por su robustez, facilidad de mantenimiento y fiabilidad.

Sobre todo el cambio sencillo de puntero y la buena visibilidad del campo de trabajo permiten un manejo exacto e intuitivo. Mientras que los predecesores se debían mantener o reparar a veces cada semana, el SB 202 brinda un servicio sin fallos en general.•

Martillo hidráulico SB 202 de Epiroc en trabajos de extracción de pizarra.

Dicsa presenta una gama de mangueras especialmente dirigidas a aplicaciones mineras

Dicsa lanza su alta gama de mangueras TrΔle Gold RockCover con una cubierta diez veces más resistente al desgaste y a la abrasión, por lo que puede utilizarse en aplicaciones de minería, ya que es especialmente duradera en entornos con movimientos de tierra.

Mangueras TrΔle Gold RockCover.

También es 30 veces más resistente al ozono y a las condiciones climatológicas adversas, y a su vez, esta cubierta le permite tener una mayor tolerancia al agua salada y mejor resistencia en ambientes marinos.

Al mismo tiempo, está compuesta por materiales ignífugos que permiten aumentar la tolerancia al calor y al fuego, lo que retarda la aparición de la llama. Por ello, cuenta con la aprobación MSHA y DSK (LOBA).

Con esta nueva gama Dicsa ofrece soluciones adaptadas a las necesidades de sus clientes y apuesta por productos con una mayor durabilidad en las aplicaciones más exigentes. Los modelos de mangueras 1SN, 2SN, 4SP y 4SH con la cubierta TrΔle Gold RockCover, con marcaje en relieve, están disponibles en stock, y el resto de mangueras de la marca TrΔle se pueden suministrar con esta cubierta bajo pedido.•

Distribuidora Internacional Carmen, S.A.- Dicsa
Tel. 976464108
info@dicsaes.com
www.dicsaes.com

Cañones de niebla

Equipo de eliminación de polvo autónomo

El cañón de niebla más completo dispone de todos los elementos necesarios para su funcionamiento de manera totalmente autónoma: generador, depósito, carro de transporte, grupo de presión y columna hidráulica. El alcance puede llegar a 60 m de distancia.

Zarzuela Filtración Industrial, S.L
Tel.: +34--916374511
zarzuela@jet.es
www.interempresas.net/P163617

GHH está de vuelta en España de la mano de Sinducor

Desde el pasado 1 de noviembre de 2017, Sinducor es el distribuidor exclusivo de los equipos GHH para España. La prestigiosa marca alemana GHH y Sinducor han llegado a un acuerdo de distribución en exclusiva para el mercado español. Con este acuerdo Sinducor refuerza su gama de productos para Minería y Túneles, y se convierte en uno de los principales suministradores de maquinaria en este campo.

GHH es parte del grupo alemán Schmidt Kranz Group, que es propietario de empresas como Perforator, MTS, Mine Master, Hazemag y la propia GHH. Es uno de los gigantes en el sector, y ha buscado en Sinducor un socio fiable capaz de comercializar y dar servicio a su gama para el mercado español.

La gama de productos de GHH abarca:

- Palas cargadoras de perfil bajo LHD's de 3,5 a 21 toneladas de capacidad de carga
- LHD's de ultra perfil bajo
- Palas LHD eléctricas de 10 a 20 toneladas
- Vehículos especiales para túnel y minería
- Camiones para minería y túnel de 15 a 63 toneladas

GHH fue uno de los pioneros en equipos mineros en España, y ahora se postula como uno de los principales suministradores a nivel mundial de estos equipos. Con una política de innovación constante, se está trabajando en campos como la automatización completa de los equipos, control remoto, equipos completamente eléctricos, y otros campos de innovación en donde GHH es número uno.

Sinducor, por su parte, une a sus marcas como Paus, CFT, Cifa, Fraccaroli o Betek, los equipos GHH, lo que hace de esta empresa una referencia para cualquier mina o túnel.•

Motores Sinducor, S.A.
Tel. 916756062 • sinducor@sinducor.es
www.sinducor.es

índice anunciantes

A. Bianchini Ingeniero, S.A. 63
Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos ..... **Interior Contraportada**
Dalper Maquinaria y Accesorios, S.L. 17
Distribuciones Pako de M.N., S.L. 69
Emico, S.A. 11
EPIROC ..... **Contraportada**
Geomex, S.L. 49
Getac Technology Corporation 73
Grupo Liebherr 4
Industrias Juferma, S.A. ..... **Portada**
Ischebeck Ibérica, S.L. 21
Maquinària i Serveis Bages, S.L. 81
Menard España, S.A. 3
Scania Ibérica 23
The DroneShow ..... **Interior Portada**

XUNTA DE GALICIA

CONCELLO DE SANTIAGO

Comprometidos con la sociedad

24, 25 y 26 octubre
Santiago de Compostela
2018
5 CONGRESO NACIONAL
ÁRIDOS

FEDERACIÓN DE ÁRIDOS | FdA

Patrocinadores

MAXAM Sinderya

KAUMAN

AENOR UNE

Biurrarena BYG SSAB

Información e inscripciones en
www.congresoaridos.com

Anuncio cerrado a fecha de 22 de febrero de 2018

Expositores

Preparados para el futuro

United. Inspired.

Descubre de todo lo que es capaz Epiroc

El rendimiento nos une, la innovación nos inspira y el compromiso nos impulsa para seguir avanzando. Cuente con nosotros para ofrecerle las soluciones que necesita hoy y los avances tecnológicos que le harán liderar el mañana.

www.epiroc.com

Epiroc

Part of the
Atlas Copco Group