

**Jornada Técnica organizada por la D.G. de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid**

# Innovaciones tecnológicas en el sector de maquinaria de movimiento de tierras

La maquinaria de movimiento de tierras está en constante evolución. Las nuevas patentes y mejoras que los fabricantes incorporan a sus equipos las hacen más fiables, seguras, productivas y menos contaminantes. Para presentar las últimas innovaciones tecnológicas incorporadas a este tipo de equipos, el pasado 9 de febrero se celebró una jornada técnica organizada por la D.G. de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid. La jornada tuvo lugar en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid y a ella asistieron casi un centenar de técnicos de canteras, minas y empresas de obras públicas.

La maquinaria de movimiento de tierras está en constante evolución. Las nuevas patentes y mejoras que los fabricantes incorporan a sus equipos las hacen más fiables, seguras, productivas y menos contaminantes. Por otra parte, los sistemas de gestión de flota hacen posible el control exhaustivo y eficiente de los equipos, siendo una herramienta, hoy en día, imprescindible. Se demandan altos rendimientos y un constante control y mantenimiento de los mismos que permita aumentar su vida útil en unas óptimas condiciones de funcionamiento.

En esta jornada, dirigida por José M<sup>a</sup> del Campo, profesor de la U.P. de Madrid, y organizada por la D.G. de Industria, Energía y Minas de la CCAA de Madrid, se han presentado diversos sistemas que están cambiando la visión de los equipos, y que responden a patrones de producción, eficiencia energética y adaptación a las nuevas normativas sobre emisión de gases, ruido, etc.

Con la colaboración de *Barloworld Finanzauto*, *Liebherr Ibérica*, *Sandvik Española*, *Ko-*


*matsu España*, y *Volmaquinaria de Construcción*, las jornadas fueron inauguradas por Carlos López Jimeno, director general de Industria, quien justificó la celebración de las mismas por la importancia de este tipo de maquinaria en la excavación, carga y transporte en las canteras, minas, construcción y obra civil.

Dirigida a directores y técnicos de canteras, minas, contratistas, administraciones, direcciones de obra y empresas del sector de movimientos de tierras, se contó con la asistencia de más de 150 personas, las cuales pudieron participar activamente en el turno de preguntas de la mesa redonda que clausuró la jornada.

### Desarrollo de la jornada

Tras la inauguración de la jornada, José M<sup>a</sup> del Campo, profesor de Maquinaria de la E.T. de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, fue el encargado de presentar a los ponentes y exponer un breve bosquejo de las innovaciones que han dado lugar a las actuales máquinas de movimiento de tierras, partiendo de la primera revolución industrial hasta nuestros días.

**Palabras clave:** CONTROL REMOTO, GESTIÓN, GUIADO, MAQUINARIA, MOTOR, MOVIMIENTO DE TIERRAS, PRODUCCIÓN, SUSPENSIÓN.

 **Francisco ESQUITINO, Geólogo**  
**Dtor. de INGEOPRES**

El movimiento de tierras, en su vertiente de excavación, carga y transporte, tiene sus inicios en la fuerza de tipo humana y animal que accionaba los carromatos para el transporte del material. Con la invención de la máquina de vapor por el español *Jerónimo de Ayanz* en 1606, modificada y patentada por *James Wats* en 1774, se inicia la primera *Revolución Industrial*, que supuso un avance en la forma de trabajo y en la productividad.

Con la introducción de los hidrocarburos, la automoción y la electricidad, se inicia la segunda *Revolución Industrial*, que –en el caso del movimiento de tierras–, vino acrecentada por la aparición de las orugas en 1901, que permitía disminuir la presión sobre el suelo de la maquinaria y el avance en prácticamente cualquier terreno. El desarrollo de la hidráulica permitió presentar en 1948 la primera excavadora hidráulica.

La tercera *Revolución Industrial*, en la que nos encontramos ahora, ha permitido las innovaciones actuales motivadas por exigencias legales y medioambientales, por ejemplo en



Carlos López Jimeno (centro), D.G. de Industria, Energía y Minas de la CCAA de Madrid fue el encargado de inaugurar la jornada.



La Jornada técnica sobre innovaciones en maquinaria contó con la presencia de más de 150 técnicos interesados en este campo.



**José Mª del Campo, director de la Jornada y Profesor de la UPM, en su intervención.**

cuanto a emisiones de gases de los motores que accionan las máquinas, y que junto a la mayor productividad y fiabilidad de las mismas se traducen en mayor ergonomía (visibilidad y confortabilidad en cabinas); nuevos motores menos contaminantes; estructuras FOP, FOG y ROP; o tecnologías híbridas de accionamiento, entre otras innovaciones.

### • SISTEMAS DE GUIADO Y CONTROL DE MAQUINARIA EN PROYECTOS DE OBRA CIVIL.

Carlos Falleti, del Centro de Asesoramiento y Formación de *Barloworld Finanzauto*, S.A. –distribuidor para España y Portugal de los equipos *Caterpillar*–, fue el primer ponente de la jornada y, en su introducción, se refirió a que en la actualidad la mayoría de los trabajos de movimiento de tierras se siguen realizando con métodos tradicionales los cuales requieren de una parte importante del tiempo total de trabajo para su preparación.

La aplicación de las nuevas tecnologías aplicadas a los productos *Cat*, ya disponibles y, de hecho, ya trabajando en muchas partes de España, permiten realizar los mismos trabajos obteniendo: eficiencia energética, mayores rendimientos, menores tiempos de finalización, menor desgaste de máquinas, mejor calidad del producto final, menor requerimiento de mano de obra, y mayor seguridad en obra.

Esto se consigue mediante los sistemas **AccuGrade** de guiado de maquinaria, que son



**Carlos Falleti del Centro de Asesoramiento y Formación de Barloworld Finanzauto.**



**El sistema AccuGrade, desarrollado por Caterpillar permite el guiado automático de las máquinas en la ejecución de procesos, como la excavación y pavimentación de una carretera.**

sistemas que permiten realizar de forma automática procesos manuales o realizar el guiado de un proceso manual.

Las ventajas de los equipos de guiado **AccuGrade** suponen: ciclos más rápidos de trabajo; menos repasos, menos estacas, menos comprobaciones, menor personal en obra, prevención de accidentes laborales; mejor aprovechamiento del material; costes más bajos de operación; mayor rentabilidad; y gran retorno de la inversión.

Los sistemas de guiado se clasifican en **sistemas 2D**, en los que el plano de trabajo es una superficie en dos dimensiones, y **sistemas 3D** en los que el plano de trabajo es una superficie tridimensional. Dentro de los primeros cabe citar el **sistema peraltador** para motoniveladoras que conserva una pendiente transversal definida por el usuario. Consiste en una pantalla colocada en cabina y una serie de sensores de pendiente. Este sistema reduce la fatiga del operador con menos movimientos y mayor precisión. Es recomendable para trabajos de mantenimiento de pequeñas carreteras y caminos, realización de taludes, cunetas, limpiar pistas en minas y canteras, etc.

El **sistema sónico** utiliza sondas sonoras para medir la distancia y calcular la elevación. Se utiliza en combinación con el peraltador: con el sensor sónico se controla la altura de la hoja y con el peraltador la pendiente. No se necesitan elementos exteriores. Las aplicaciones más comunes del sistema sónico, son: el mantenimiento de peraltes y de carreteras, terraplenes, cunetas, etc.

El **sistema láser** para motoniveladoras, dozers y excavadoras: realiza planos horizontales o inclinados con pendiente única o doble pendiente; sistemas de doble o simple mástil, y con la posibilidad de combinar con sensores, o de pasar a un sistema 3D y reutilizar componentes.

Por su parte, los **sistemas 3D**, aplicables a motoniveladoras, dozers, excavadoras y compactadores, se caracterizan por: el diseño de la obra se transfiere a las máquinas; reemplaza estacas y cuerdas con datos digitales; y permite a los operadores nivelar con una precisión muy

alta, sin necesidad de estacas. Además, permiten cargar diseños digitales en el ordenador del operador; el receptor 3D de la máquina calcula la posición exacta de la hoja; y el ordenador del operador compara la posición actual con la superficie de diseño y calcula el corte o relleno.

un ejemplo de sistema 3D es la **tecnología GPS**, basada en el sistema satelital geostacionario *Navstar-GPS* (USA). (También puede utilizarse el sistema *Glonass* como complemento). Se necesita una estación base en tierra para triangular y conseguir la precisión adecuada. Esta tecnología tiene la posibilidad de utilizar 1 o 2 mástiles, y es muy útil para movimiento de tierras. Se compone de: un receptor *GPS*, un ordenador y una radio. El sistema integra una serie de sensores que son la base de partida para sistemas 3D en excavadoras hidráulicas de ruedas o cadenas, con indicaciones de *Alcance*, *Profundidad* y *Pendiente* (combinado con sistema láser). Soporta múltiples tipos de cazos, y soporta distintos brazos articulados.

En definitiva **AccuGrade** está diseñado para una gran variedad de aplicaciones de construcción, desde grandes movimientos de tierra que requieren altos índices de producción a trabajos de excavación con tolerancias muy estrictas. El sistema de tres dimensiones es ideal para trabajos de zanqueo, acabado de taludes y diseños complejos en 3D, como balsas de retención, taludes y excavación de gran volumen. Con el sensor de inclinación del cucharón, los operadores reciben información sobre la posición del cucharón cuando excavan en un plano inclinado perpendicular al eje de la pluma.

• **La instalación ARO de segunda generación**  
Actualmente las nuevas excavadoras hidráulicas *Cat* integran una instalación **ARO**. Este sistema está diseñado e integrado a la máquina para crear un sistema de control que permita al operador realizar excavaciones de gran precisión con un control incomparable, aumentando la producción y disminuyendo costes de operación. Para optimizar sus prestaciones y fiabilidad, el sistema **AccuGrade** está diseña-



do e integrado en los sistemas y mandos de la propia máquina.

En compactación, el sistema 3D en la actualidad existe una gran variedad de métodos para realizar la medición del grado compactación, pero la mayoría se realiza de manera puntual lo que no garantiza una compactación homogénea del área deseada. Con la utilización de los métodos convencionales, menos del 1% del área total puede ser verificada. La compactación con el uso del **Accugrade** proporciona un mapa completo del área compactación.

La medición de la zona compactada se realiza mediante el display de **AccuGrade**, que realiza las mediciones mediante un parámetro denominado **CCV (Caterpillar Compaction Value)** para guiar al operador de la máquina.

En resumen, la compactación mediante **Caterpillar AccuGrade** permite un sistema de mapeado intercambiable con otros equipos Caterpillar; niveles de compactación sobre el 100% de la superficie; determina cuando la compactación alcanza las especificaciones requeridas; y alerta al operador de áreas problemáticas de compactación.

Finalmente, el sistema de **Estación Total** para motoniveladoras, dozers y excavadoras, es un sistema de alta precisión que utiliza un sensor avanzado de seguimiento (**Estación total**) para seguir y monitorizar la hoja. Está recomendado para motoniveladoras en sistema 3D, para refino por su precisión inferior a 1 cm.

### • Control de maquinaria: Sistema Product Link de Caterpillar

El sistema **Product Link** de **Caterpillar** envía información del sistema de la máquina a través del nuevo **software vision-link** al PC del usuario, que dispone de: interfaz de usuario mejorada y mayores posibilidades. El nuevo **hardware** se compone de: transmisión vía red telefonía móvil, distintas opciones de antena, incremento de operatividad y mayor alcance global.

El **Product link** representa una gran ventaja tanto para el cliente de flotas como para el que esta a distancia de la obra. Mediante el uso del sistema se puede obtener:

- Una mejor **Gerencia de Flota**, ya que visualiza el consumo de los equipos y posición mediante funciones de mapa muy intuitivas, y localización y delimitación del lugar de trabajo con especificación del equipo.
- Un mejor **rendimiento** del operador, mediante la visualización de los tiempos de ralentí de las máquinas, su tiempo de operación, horas de encendido y apagado; ya que relata y compara la utilización de los equipos, proporcionando un informe de la flota que facilita la toma de decisiones en la gerencia de los equipos, y reasigna equipos donde pueden tener una mejor productividad.

- Reduce los abusos sobre el equipo, visualizando las alertas activas de la máquina, los tiempos de mantenimiento; aumento del rendimiento en horas de trabajo mediante el **CSA**, donde puede visualizar las horas operativas del equipo y su desplazamiento en obra.

### • MOTORES DIESEL LIEBHERR: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SERIE.

**Jesús Fernández**, responsable de Formación de la división de Movimiento de Tierras de **Liebherr Ibérica, S.A.**, tipificó y analizó en su ponencia la Normativa de emisión de gases de los motores diesel y la estrategia de **Liebherr** para cumplir la próxima normativa **Tier III B** (europea) y **Tier IV** (americana).

Tras una breve descripción del grupo de empresas **Liebherr**, que abarca muchas áreas sin depender íntegramente de la maquinaria de construcción, con fábricas en Europa y EEUU, y con fuerte presencia en nuestro país, con filiales de comercialización de equipos de construcción en Guadalajara y Madrid, y fábrica de torres grúas y plantas de hormigón en Pamplona; expuso la normativa y estrategia de **Liebherr**.

La compañía alemana diseña y fabrica sus propios componentes hidráulicos y motores diesel para sus equipos de construcción. Una de las fábricas más importantes del grupo, está ubicada en la localidad Suiza de **Bulle (Liebherr Machines Bulle)**, y es la encargada de la fabricación y suministro de los motores de combustión montados en los productos **Liebherr**. También se fabrican los distintos componentes hidráulicos para dichos productos.

Sobre la **Normativa de emisión de gases** indicó que las nuevas tecnologías permiten realizar los mismos trabajos respetando el medio ambiente a todos los niveles y mejorando la productividad. El cumplimiento de la normativa sobre la emisión de gases nocivos a la atmósfera provoca que los fabricantes cada vez investiguen más en las nuevas tecnologías.

Actualmente, y desde el año 2006, los motores superiores a 130 kW están bajo la normativa de emisión de gases **Tier 3**, para lo que fue necesario reducir los óxidos nitrosos en 33%; en abril de 2011 entrará en vigor la normativa **Tier 3b** para los motores superiores a 130 kW, y en el 2012 entrarán también los motores entre 56 kW y 130 kW. Para el paso de la normativa **Tier III A** al **Tier III B** en los motores de rango 130 Kw a 560 Kw es necesario reducir los NOx en un 50 % y en 90 % las partículas de Hollín.

En el rango de motores superiores a los 130 kW fue necesario reducir los NOx en 33 % para cumplir la normativa **Tier 3a**, para ello se utilizaron sistemas de inyección de alta presión. En el caso de los motores **Liebherr**, fueron provistos de sistemas **common rail**, sistemas de bombas unitarias con gestión electrónica



**Jesús Fernández habló sobre los motores diesel Liebherr y la estrategia para cumplir la normativa sobre emisión de gases.**

ca y el sistema **AGR** o recirculación de gases.

El paso de la normativa de **Tier 3a** a **Tier 3b** se utilizan los sistemas de inyección de alta presión mas la recirculación de gases y se incluye el filtro de partículas **DPF**.

Actualmente, en **Liebherr** para los motores que cumplen la normativa **Tier 3b**, utilizan el sistema **SCR**, un sistema de inyección a alta presión diseñado y fabricado por **Liebherr** en su fábrica de motores ubicada en **Bulle**.

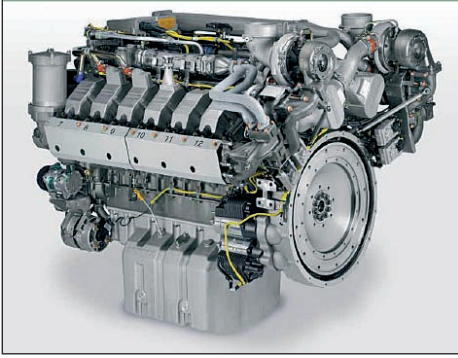
Los motores fabricados antes del 2011, venían provistos de un sistema de inyección **common rail** suministrado por la también empresa alemana **Bosch**. El motivo por el cual **Liebherr** desarrolla su propio sistema de inyección –al igual que casi el 80% de los componentes hidráulicos de sus máquinas–, es debido a conseguir la meta de que todos los productos **Liebherr** lleven la totalidad de componentes fabricados por ellos mismos.

También mejora el diseño de los anteriores sistema de inyección a alta presión al no disponer de un rail común para todos los inyectores del sistema, ya que un fallo o anomalía en uno de los inyectores afectaría por igual al resto de inyectores de la línea.

El sistema **CRS Liebherr** cuenta con un acumulador o rail independiente provisto de una válvula anti retorno o dämpfer que no solo protege el sistema en caso de rotura si no que establece que cada acumulador sea independiente, no reflejándose así cualquier avería en los demás inyectores de la línea.

En cuanto al sistema de recirculación de gases de escape tiene dos misiones fundamentales: reducir los gases contaminados procedentes de la combustión de la mezcla; y bajar las temperaturas de la combustión. El filtro de partículas diesel es un sistema para separar la materia en forma de partículas de los gases de escape producidos por los motores diesel.

Por último, El paso de la normativa **Tier 3b** y **Tier 4** en los motores de rango 75 a 560 kW, que se hará real en el año 2014, es necesario reducir los NOx en un 80%. Para ello es necesario incluir a los sistemas de inyección a alta



**Motor diesel Liebherr de 560 kW que cumple la normativa EPA y Tier 4i.**

presión + el sistema AGR de recirculación de gases y el filtro de partículas DPF, otro catalizador en la misma línea de escape y mediante un aditivo *Adblue* realizar la reducción catalítica selectiva. El uso del aditivo *Adblue* permite que el filtro de partículas con sistema SCR (Reducción catalítica selectiva), aparte de separar el carbono de los gases de escape (hollín) convierte los hidrocarburos y Nox en vapor de agua y Nitrógeno en cantidades ínfimas.

### • CONTROL DE OPERACIÓN REMOTA EN ENTORNO DE RIESGOS

Enrique Mota, ingeniero de minas y director técnico de la división de Minería y Construcción de Sandvik Española, S.A., se refirió en su ponencia a la seguridad en los equipos mineros, indicando que el objetivo de Sandvik es reducir a cero la siniestralidad laboral, en cualquier lugar donde estén situados sus equipos, incluida su propia organización.

Tras una breve introducción presentando a Sandvik Minería y Construcción como un área de negocio del grupo Sandvik y proveedor líder mundial de maquinaria (perforación, carga y transporte, excavación mecánica, manipulación de materiales, sistemas de transporte), herramientas de carburo cementados, servicio y soluciones técnicas para las industrias de la minería y la construcción. En España y Portugal, el grupo cuenta con una filial propia, con instalaciones en San Fernando de Henares (Madrid), y Lisboa y Oporto (Portugal).

En su ponencia presentó el sistema *AutoMine-Lite*, desarrollado por Sandvik M&C, para el control remoto de las operaciones mineras de carga, exponiendo las tecnologías alternativas existentes:

- Control Radio Remoto (*Radio Remote Control - RRC*) en visión directa.
- Control Radio Remoto Video asistido.
- Operación Teleremota.
- Semiautomática con tecnología *AutoMine-Lite* desarrollada por Sandvik

En la primera –RRC en visión directa–, la cargadora permanece en línea de visión direc-

ta dentro del frente de carga. Cuando la cargadora abandona el frente de carga el operador sube a ella y la conduce manualmente hasta el punto de descarga y vuelve.

La *RRC Video Asistida* es similar a la operación *RCC con visión directa* pero con videocámaras en la cargadora y un pequeño monitor en el mando de control remoto. Carga desde tajos abiertos cuando la distancia a la pila de escombro es mayor o se opera detrás de una esquina.

En la operación *teleremota* las videocámaras están montadas en la cargadora, y el operador ubicado en un vehículo o contenedor. El operador maneja la cargadora usando las imágenes de video para el ciclo completo de carga, transporte y descarga. Usualmente está integrada con una barrera de seguridad para aislar el área.

Finalmente, la operación de carga *Semi-automática con AutoMine-Lite* utiliza videocámaras y sistema de navegación montadas en la cargadora. El operador situado en un vehículo o contenedor ejecuta el ciclo semiautomatizado: el operador carga el cazo utilizando imágenes de video (operación tele-remota), y la traslación y descarga automatizada. La operación se realiza con empleo de sistema de seguridad/ barrera para aislar el área.

El *Automine-Lite* se caracteriza por:

- Automatización de una sola cargadora
- Ciclo Semiautomatizado: traslación autónoma, descarga autónoma, y carga de cazo teleoperada.
- Puesto del operador ergonómico
- Monitorización de condiciones de trabajo y producción
- Aislamiento del área de producción
- Rápida instalación y puesta en marcha.
- Totalmente integrado con el sistema de control de la cargadora.

A continuación, describió el sistema *AutoMine-Lite*, basándose en cuatro conceptos: puesto del operador, sistema de comunicación, sistema de seguridad, y automatización a bordo.

Con el *Automine-Lite* la operación es segura ya que el área de producción está totalmente aislada, lo que reduce la exposición/interacción entre personal y equipos móviles. El operador puede estar seguro de que el área completa está bajo su control y responsabilidad, y no necesita preocuparse de que personal o equipos no autorizados penetren en el área de producción. El sistema de seguridad aísla el área de desplazamiento autónomo: cada acceso al área autónoma debe ser seguro, siendo seleccionable de 1 a 5 barreras de acceso.

La secuencia específica de Arranque obliga a la inspección obligatoria del área antes de iniciarse la operación autónoma. Controles de acceso a zona autónoma mediante:



**Enrique Mota, de Sandvik, habló del control de carga en minería.**

- Indicación de estado de la zona restringida.
- Detección de acceso no autorizado
- Prevención de salida de la cargadora debido a error del operador.

La cargadora automática se detiene en caso de invasión del área restringida. El sistema de seguridad está diseñado según el estándar de seguridad EN/AS62061.

En cuanto a la comunicación, *AutoMine-Lite* utiliza el sistema *MineLAN* que proporciona comunicación en banda ancha y tiempo real de señal de video, audio y datos entre los equipos y el puesto del operador. Se puede hacer una preconfiguración de 1 a 20 puntos de acceso con antenas. La arquitectura para *MineLAN* y Sistema de Seguridad cumple IEEE 802.11g.

A su vez, el puesto del operador integra controles e Interfaz de usuario para el operador del sistema, mediante: controles de Teleoperación, pantalla de Video, sistema de Supervisión, y sistema de Seguridad; además de imagen de video y audio en tiempo real desde el equipo.

El entorno de trabajo del operador es limpio y confortable, con un puesto de operación ergonómico, ya que la operación remota tradicional requiere destreza y concentración constante en el ciclo completo contribuyendo a la fatiga del operador. El mando remoto tradicional *RRC* requiere subir y bajar frecuentemente del equipo, mientras que con *AutoMine-Lite: Monitorizar* versus conducir, ya que las etapas repetitivas del proceso (traslación y descarga) están automatizadas; el operador se puede centrar en la etapa más crítica del proceso, la carga del cazo, y, por tanto, menos fatiga.

En cuanto al equipamiento a bordo, *AutoMine-Lite* dispone de sistema de Navegación *InfraFREE* con: ordenador de navegación; escáneres Láser, Gyro; y sistema de navegación a bordo, funciones de control automáticos y traslación. Terminal móvil *MineLAN*, con terminal móvil, y antenas; así como sistema de Video y Audio, con cámaras y micrófono.



**En la operación de carga semi-automatizada con Automine-Lite, el operador está situado en un vehículo o container.**

Las características del *asistente de teleoperación* son en cuanto a visualización: posición relativa del equipo respecto al túnel en tiempo real (Mapa 2D visto en planta); posición de brazo y cazo; y alarma si el equipo se desplaza muy próximo a la pared. Los beneficios son: carga más sencilla, posicionamiento de brazo y cazo para carga; carga más rápida y ciclo más rápido; mayor vida de los neumáticos; menor consumo de combustible; mejor factor de llenado del cazo; menos riesgo de colisiones con paredes del trazado en operación teleremota; menos daños al equipo y mayor disponibilidad; mejor información del operador; y el palista no solo debe confiar en la imagen de video durante la teleoperación.

El sistema *AutoMine-Lite* representa, por tanto, costes de mantenimiento reducidos ya que: el mayor coste de componentes en carga a distancia proviene de los daños; reducción de daños en cargadora gracias al sistema, y por tanto, mayor vida útil de la cargadora, ya que típicamente las cargadoras semiautomáticas alcanzan más horas de motor antes de su reconstrucción. Esto da lugar a una productividad incrementada, ya que: la carga remota es a menudo el  *cuello de botella*  en el ciclo de producción, y por tanto, la reducción del ciclo de carga implica una mejora significativa de la producción en una mina. Frente al RRC, el *AutoMine* supone: ciclos de carga más rápidos, ya que no hay subidas y bajadas del equipo; y un llenado del cazo más eficiente por la excelente visibilidad con imagen de video y mayor factor de llenado del cazo.

Comparado con el control teleremoto, *Automine* supone: ciclos de carga más rápidos, mayor velocidad de traslación (No limitada a la primera o segunda velocidad), descarga automatizada, y tiempo más corto de volteo.

### • **SISTEMAS DE SUSPENSIÓN HIDRÁULICA FS EN LOS DÚMPERES ARTICULADOS VOLVO**

Alfredo Martínez, jefe de Marketing de *Volmaquinaria Construcción España*, expuso el sistema de suspensión hidráulica de los dúmpers articulados **Volvo A35E FS** y **A40E FS**. Para ello, hizo una introducción a la legislación sobre vibraciones indicando que, desde julio de 2005, está vigente una nueva legislación a aplicar a toda la comunidad europea.

Estas nuevas normas se debían cumplir entre 2005 y 2010 en todos los países de la comunidad. El objetivo de la legislación es asegurar la salud y seguridad de los trabajadores y dar un nivel mínimo de protección a todos los trabajadores de la UE. No hay una responsabi-





**Alfredo Martínez presentó la suspensión hidráulica FS en los dumpers de la Serie E.**

lidad directa para el fabricante de maquinaria de movimiento de tierras para seguir esa legislación, esta responsabilidad recae en el empleador.

El sistema FS de Volvo da la posibilidad de incrementar la productividad, el rendimiento y cumpliendo las normas actuales; siendo un sistema de suspensión hidráulica para dúmperes articulados que es capaz de aumentar la eficiencia hasta en un 40%, y también reduce significativamente las vibraciones de los operadores.

La suspensión nueva reemplaza a la tradicional suspensión mecánica con cilindros hidráulicos aplicados a las seis ruedas. El régimen hidráulico cuenta con avanzados controles electrónicos que permiten al vehículo realizar el mismo rendimiento, independientemente de si está lleno o vacío, o cuando se maneja lentamente o a la velocidad máxima. Durante las pruebas en terreno desigual, donde un dúmper con suspensión tradicionalmente sólo puede tener una velocidad cómoda de 16 km/h, un dúmper equipado con suspensión FS podría fácilmente mantener una velocidad de 52 km/h, es decir tres veces más rápido. El nuevo sistema de suspensión hidráulica ha sido validado muy positivamente por los operadores.

Finalizó su exposición con un informe de una prueba sobre un **A40E FS**, realizado en nuestro país en 2009 en una obra del AVE en Castilla, para un ciclo de trabajo de movimiento de tierras en la traza (distancia 1900 m). La flota estaba constituida por: 1 excavadora de 70 t, 3 dúmperes rígidos de 52 t, y 1 **A40E FS** (3.300 h). La excavadora con un cazo de 4,5 m<sup>3</sup>, realizó la carga de los dumpers rígidos en un tiempo medio de 2min 2s, y la del dumper articulado en 1 min 38s. La zona de carga era un suelo irregular sin compactar. Hay una máquina auxiliar acondicionando el terreno. La distancia de transporte era de 1900 m, sobre un suelo firme con irregularidades (baldones, baches, piedras, etc.).



**En la suspensión FS, esta es realizada por un cilindro hidráulico en cada una de las ruedas.**

El tiempo de ciclo de transporte para el **A40E FS** fue de 7 min 10s (Transporte +carga) con una carga media de 41 t. Para el dumper rígido el ciclo era de 7 min 45s, transportando 52 t de material. En cuanto al recorrido del transporte, dadas las condiciones de la obra no era posible realizar adelantamientos, por tanto, los tiempos de ciclo medidos resultaron similares. Sin embargo, se pudo comprobar sobre el terreno: La diferencia de velocidad punta: dúmper rígido era de 26 km/h, la del **A40E FS** de 39 km/h, presentando este mayor confort y mayor maniobrabilidad principalmente en la zona de descarga.

El análisis del consumo en un día de trabajo del **A40E FS** frente al dúmper rígido de 50 t, dió un valor de 0,098 l/t para el primero y 0,160 l/t para el segundo. La conclusión general del **A40E FS** frente al dúmper rígido :

- Mayor productividad: más ciclos/h y mayor disponibilidad
- Mayor disponibilidad: apto en obras con terreno en buenas y malas condiciones.
- Combinación perfecta con excavadora 70 t (5 pases).
- Menor coste: de propiedad, combustible, ruedas, tec. por tonelada; además reduce la necesidad de máquinas auxiliares (además del coste de las mismas, interfieren en la producción).
- Menor consumo y menos emisiones.
- Mayor confort para el operador, al cumplir con la Directiva Europea de vibraciones corporales.

#### • CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE MONITORIZACIÓN REMOTA

Sara Loureiro, ingeniero de Producto y Aplicaciones de *Komatsu España, S.A.* fue la última de los ponentes y se refirió en su exposición a



**Sara Loureiro habló sobre el sistema Komtrax de los equipos Komatsu.**

los sistemas de monitorización remota para el control y gestión de la maquinaria de movimiento de tierras, el cual permite controlar el estado de la máquina directamente desde un ordenador; supervisa y recoge datos técnicos y de funcionamiento de: motor, controlador de la transmisión, y otros componentes principales (ej.: báscula en dúmperes, consumos, ciclos, etc.).

En su exposición se centró en los sistemas **Komtrax** y **Komtrax Plus**, desarrollados por Komatsu y de aplicación en la mayoría de sus máquinas. Estos sistemas presentan diferentes niveles de control de flota según tipo de máquina.



**El sistema Komtrax exclusivo de Komatsu, permite el control de la flota de maquinaria, tanto en su localización como en su operación.**

Los beneficios para el usuario del sistema **Komtrax** son: la localización y seguridad de la máquina (está localizada en cada momento y puede bloquearse de forma remota); el control de operaciones (mediante informes mensuales de trabajo y desplazamiento), el consumo y producción (porcentajes de modos de trabajo de la máquina, consumos de combustible, etc.); así como el mantenimiento predictivo y la programación de las reparaciones (alarmas de aviso, estadillos de mantenimiento, datos anómalos de temperatura, presión, etc.).