



Informe de vigilancia: Simulación en fabricantes de maquinaria y obra pública

Documento generado por técnicos de la División de Tecnologías Multimedia del Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA) enmarcado en la **ORDEN de 29 de diciembre de 2014, del Consejero de Industria e Innovación, por la que se encomienda al Instituto Tecnológico de Aragón la realización de actuaciones para potenciar e impulsar el sector de tecnologías audiovisuales en Aragón.**



Material desarrollado por el Instituto Tecnológico de Aragón

Este obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)



Referencia / Cita:

“Riobó Iglesias, J., Aznar Relancio, S., Gracia Bandrés, M.A., Romero San Martín, D. – (2015) TecsMedia: Informe de vigilancia: Simulación en fabricantes de maquinaria y obra pública”

www.aragon.es
www.itainnova.es

Índice

01.	INTRODUCCIÓN	3
02.	PROYECTOS	4
02.1.	Proyecto RATIO	4
02.2.	Adaptación de software de RV a la PRL. Sectores minería, construcción e industria	5
02.3.	Proyecto Main con	6
02.4.	Proyecto ACCEPT	7
02.5.	Proyecto GAIAX	8
03.	PATENTES	10
03.1.	Us20140184643 (A1)	10
03.2.	US20150199106 (A1)	10
03.3.	US 8918246 (B2)	11
03.4.	ES2398156 (A1)	11
03.5.	ES2397728 (B1)	11
04.	REFERENCIAS	13
05.	ANEXOS	14

01. Introducción

La aplicación de las tecnologías de simulación y visualización inmersiva (Realidad Aumentada y Realidad Virtual) en entornos industriales es una práctica que se está empezando a poner de manifiesto en la actualidad.

En este informe de vigilancia se van a presentar algunos proyectos de I+D+i relevantes en el sector de fabricantes de maquinaria y obra pública. En este sector la construcción y minería son un ejemplo del potencial que estas tecnologías pueden adquirir en un futuro cercano y los proyectos que se presentan permiten vislumbrar cómo estas tecnologías se empiezan a utilizar por grandes Empresas como Volvo, Ferrovial, Dragados para mejorar la eficiencia en diversos procesos.

También se presentarán algunas patentes a modo indicativo del avance de este tipo de tecnologías. El empuje de estas tecnologías se ve reflejado por el incremento del número de solicitudes de patentes focalizadas en el sector de la maquinaria y obra pública que ha tenido lugar durante los últimos años.

02. Proyectos

El lanzamiento de proyectos de I+D es un indicador objetivo de las inquietudes que tienen las empresas en torno a una tecnología aplicable a sus productos. En muchas ocasiones, estos proyectos son punta de lanza del devenir futuro de las tecnologías sectoriales.

Normalmente, son las grandes empresas las que actúan como tractoras e impulsoras de una tecnología y, una vez éstas están más maduras se empiezan a hacer extensivas en la industria.

A continuación, se presentan algunos proyectos relevantes que están teniendo lugar y donde la Realidad Aumentada y Virtual son las tecnologías que se están adoptando para el desarrollo de las soluciones. Estos proyectos pertenecen al sector maquinaria y obra pública.

02.1. Proyecto RATIO

RATIO es un proyecto de I+D+i centrado en tecnologías de Realidad Aumentada para su uso en sistemas topográficos de medida (RATIO) en el colaboraron Dragados, Universitat de Valencia y Leica [1].

El objetivo del proyecto RATIO es el desarrollo de una plataforma novedosa de alta precisión y funcionamiento en tiempo real para la **realización de medidas topográficas y auscultación geométrica de estructuras**, a través del desarrollo e implementación de nuevas tecnologías como la Realidad Aumentada con el fin de mejorar las técnicas constructivas, garantizando la máxima calidad del producto ejecutado.

Esta plataforma software va a permitir el aumento de la productividad en las obras, así como una mejora sustancial en el seguimiento de la calidad de los elementos construidos, sirviendo en primera instancia como auditor de detección de errores groseros y permitiendo la colocación espacial precisa del elemento proyectado, tanto para su ejecución como para su seguimiento en fases de auscultación posteriores, un tema de máximo impacto desde la perspectiva actual, en el que el mantenimiento de las infraestructuras ya construidas supone un sector clave en la actividad económica de las empresas.

Por tanto, el sistema que se pretende desarrollar en RATIO traerá como consecuencia una serie de mejoras que afectarán a la productividad y, por tanto, a la competitividad de las empresas de construcción que lo incorporen a sus actividades productivas:

- Minimización de tiempos en las labores de comprobación geométrica de la estructura monitorizada.

- Minimización de errores en tareas de replanteo dada la facilidad de manejo de la aplicación (interacción con puntos “visibles” de un elemento 3D y no con valores numéricos de coordenadas)
- Control visual instantáneo para la detección de errores groseros.
- Control interactivo de verificación de geometrías tridimensionales con medidas de alta precisión proporcionadas por estaciones totales topográficas de alta gama.

02.2. Adaptación de software de Realidad Virtual a la PRL. Sectores minería, construcción e industria

El objetivo general del presente proyecto [2] es el diseño y la adaptación de una serie de programas de software de realidad virtual sobre el manejo de **maquinaria móvil** a la metodología formativa de prevención de riesgos laborales en el **sector de movimiento de tierras**.

Esta aplicación del software a las **programaciones formativas de Operación y prevención de Riesgos Laborales** podrá ser utilizada para su divulgación y transferencia de la operatividad entre los actuales y futuros trabajadores y trabajadoras de los sectores que emplean la maquinaria móvil.

En programas específicos, la realidad aumentada (AR) presenta una visión directa o indirecta de un entorno físico en el mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que superpone los datos informáticos al mundo real.

Los objetivos específicos que pretende este proyecto son:

- Integración en una programación formativa del software de simulación y de realidad virtual o aumentada que permita conocer correctamente las labores propias de este tipo de maquinaria.
- Desarrollar una primera programación integrada de PRL con el Software de realidad virtual que permita la enseñanza y producción en una máquina móvil con seguridad.
- Desarrollar una metodología de enseñanza estandarizada para el ámbito de la maquinaria móvil de movimiento de objetos, que permita planificar y ejecutar con mayor seguridad y eficacia las labores de movimientos de objetos y traslación.
- Integrar una triple funcionalidad: Producción, Formación y Seguridad en los sectores de aplicación de maquinaria.

02.3. Proyecto Main con

Este proyecto tiene por objeto diseñar y aplicar un **sistema de entrenamiento en mantenimiento de maquinaria** de primer nivel basado en la novedosa tecnología de realidad aumentada, que permita una mejora de aquellas competencias básicas de los operadores de maquinaria de movimiento de tierras, relacionadas con el mantenimiento seguro de su máquina, y no únicamente con su operación.

Dada la importante presencia de la maquinaria en la construcción, un aspecto vital para la seguridad y salud general en las obras de construcción, así como para mantener los adecuados niveles de productividad, es el correcto y adecuado mantenimiento de toda la maquinaria existente.

Existen cuatro tipos o niveles de mantenimiento; preventivo, correctivo, predictivo y proactivo. Si bien los niveles más avanzados deben ser realizados por personal altamente especializado, en el caso particular del mantenimiento preventivo es responsabilidad del operador, que debe realizar una serie de operaciones de mantenimiento básico de la máquina.



El sistema pretende mejorar la formación de los operadores en el mantenimiento de sus máquinas mediante el uso de la Realidad Aumentada, para ello, se dispondrá de un sistema que permitirá seleccionar las operaciones de mantenimiento a realizar mediante un menú fácil de utilizar para el operador.

Una vez seleccionada la operación de mantenimiento a realizar de entre una lista predeterminada, al situarse delante de la zona de la máquina a tratar, adecuadamente referenciada, y haciendo uso de un dispositivo portátil, se destacaran en falso color los elementos sobre los que deberá actuar el operador, mediante instrucciones y pautas sencillas y animaciones en pantalla se irán indicando paso por paso, tanto en texto por pantalla, como esta misma información ofrecida en modo audio, con posibilidad de repetición si es requerido por el operador. Junto con las instrucciones paso a paso se ofrecerán consignas de seguridad y salud laboral relacionados con los riesgos inmediatos de la tarea,

y otras de carácter más general, que incluyan la necesidad de orden y limpieza, así como el adecuado tratamiento de los residuos del mantenimiento.

02.4. Proyecto ACCEPT (Assistant for Quality Check during Construction Execution Processes for Energy-efficient buildings)

El proyecto ACCEPT [3] es un proyecto que pretende garantizar el uso adecuado de los **componentes y materiales durante el proceso de construcción con la ayuda de gafas inteligentes o smart glasses** (Optical Head Mounted Displays, como las Google Glass o las Epson Moverio) que recogen datos y los hacen disponibles a través de un sitio de información de la obra (wiki) capaz de proporcionar las directrices necesarias para mejorar el rendimiento térmico, acústico y energético de los edificios.

Las Smart Glasses son las encargadas de proporcionar a los trabajadores las directrices e información cuando sea necesario y de la forma menos intrusiva posible. Esto se determinará por parte del responsable de obra que coordinará las actividades de trabajo generales.

La solución también permitirá personalizar las herramientas para una obra determinada, con unos componentes y materiales específicos y con diferentes contratistas que estén ejecutando el trabajo. De esta manera es posible no sólo reducir al mínimo la pérdida de eficiencia debido a los puentes térmicos o mala estanqueidad del aire, sino también **aumentar la eficiencia global, la fiabilidad y la productividad de los procesos de construcción.**

Los datos relevantes se agregarán de forma pasiva al sitio de la obra (similar a una wiki) por medio de los trabajadores que llevan gafas inteligentes, así como por parte del responsable de obra que añadirá información de los diferentes sensores accedidos a través de un teléfono móvil. Además, la solución permite realizar anotaciones visuales que se adjuntan a los diferentes objetos que pueden ser compartidos entre los distintos trabajadores.

Los datos se procesan en la nube con métodos de auto-inspección para determinar las características importantes, así como para controlar el progreso coordinado de las diferentes partes que cooperan en el proceso constructivo. De esta manera se ofrece una sofisticada herramienta para el control de calidad durante el proceso que garantiza que el rendimiento energético en la etapa de puesta en marcha se corresponda con el esperado según la fase de diseño.

Los objetivos principales del proyecto ACCEPT son los siguientes:

- Mejorar el rendimiento final: térmico, acústico y energético de los edificios, proporcionando herramientas de control de calidad sofisticadas, que se utilizarán de forma activa o pasivamente por los diferentes stakeholders que participan en el proceso de construcción.
- Reducir la diferencia de la eficiencia energética en las fases de diseño y puesta en marcha, proporcionando las directrices necesarias para aplicar las herramientas de control de calidad mencionadas anteriormente.

- Proporcionar directrices y metodologías durante el proceso de construcción mediante la transferencia de conocimiento entre los diferentes actores, stakeholders, que intervienen en el proceso de construcción.
- El aumento de la eficiencia, la fiabilidad y la productividad de los procesos constructivos.

Desde la perspectiva del usuario, el proyecto ACCEPT se centra en los siguientes resultados principales:

- La aplicación Construction Operator Assistant App (CoOpApp) que se ejecuta las smart glasses y que recoge los datos de forma pasiva y proporciona, de forma activa, unas directrices para ayudar al trabajador durante el proceso de construcción.
- Un portal de administración, Site Manager App (SiMaApp), que se ejecuta en un dispositivo móvil, y que permite coordinar de forma remota el proceso de trabajo, así como recopilar datos adicionales sobre el terreno por medio de los diferentes sensores.
- Un dashboard web e interactivo que permite monitorizar y asegurar la calidad de la solución.

Este proyecto está compuesto por una serie de socios relevantes en el sector de la construcción entre los que se encuentran: Ferroviaria Agroman, Ascora, Answer Technologies, etc.

02.5. Proyecto GAIAX

El proyecto GAIAX, referencias: [4] y [5], es uno de los proyectos más ambiciosos en los que está embarcado VOLVO CE en el medio plazo (año 2030). Con este proyecto **VOLVO CE** pretende dar un salto cualitativo en el concepto actual de maquinaria. En origen el proyecto plantea el diseño de una mini-excavadora que englobe el concepto de amigable con el usuario.



Entre las incorporaciones tecnológicas que se plantean en el proyecto GAIAX se encuentra la **incorporación de la realidad aumentada** como máximo exponente de la amigabilidad máquina usuario. En esta línea se está trabajando para poder realizar operaciones de manera remota de tal manera que la máquina pueda ser utilizada en situaciones más “peligrosas” para el operario sin que éste sea expuesto al mismo y mediante dispositivos de ge localización de la máquina **detectar posibles obstáculos** que se pueda encontrar la máquina en función de la actuación.

03. Patentes

03.1. Us20140184643 (A1)

Método para la coordinación de maquinaria así como del personal de obra en el sitio de trabajo. El método comprende:

- Entrada al sistema es el posicionamiento de los operarios/trabajadores y de la maquinaria mediante un sistema específico tipo display donde recibir información del entorno
- Una base de datos donde se encuentra toda la información concerniente al lugar de trabajo
- Generación de información de realidad aumentada que aparecerá en el display
- Actualización de la información del lugar de trabajo en la base de datos y regeneración de la información que permite generar la realidad aumentada en la base de datos. Dentro de esa información que alimenta la base de datos y que la actualiza en tiempo real se englobarían: zonas de acceso prohibido, restringido, entradas y salidas, y cualquier otra actividad que tenga lugar en el lugar de trabajo que pueda afectar al resto de maquinaria que esté trabajando en la zona.
- Como dispositivos de recepción de información y visualización por parte del operario se plantean el uso de HMD o heads-up displays

03.2. US20150199106 (A1)

Protección de un sistema display para uso en entornos de trabajo compuesto por una pantalla donde proyectar la información, un sensor de posicionamiento y orientación asociado al sistema display y un controlador encargado de:

- Determinar la posición y orientación relativa del display respecto a la zona de trabajo
- Generar las señales de control necesarias para que el operario pueda controlar la máquina por control remoto sin la obligatoriedad de que éste se encuentre en el interior de la misma.
- Generar las imágenes de realidad aumentada en función de los datos de entrada que posee (posicionamiento e inclinación)
- Como sistema display se plantea el uso de dispositivos tipo gafas (HMD) o heads-up donde poder proyectar la información de realidad aumentada y que ésta sea consultada por el operario.

- Se plantea también la proyección de mapas virtuales de la zona de trabajo sobre el dispositivo donde poder presentar información sobre el propio lugar de trabajo.

03.3. US 8918246 (B2)

Máquina de construcción que está compuesta por un display donde un mostrar el trabajo implementado, un controlador configurado para para la generación superpuesta de imágenes. Además el controlador almacenará datos relacionados con proporciones geométricas del trabajo a realizar y usarlas para la generación la superposición aumentada.

La máquina planteada posee un sensor de realimentación de información que permita la determinación de la posición relativa máquina-zona de trabajo y se envíe al controlador citado.

03.4. ES2398156 (A1)

Sistema de seguimiento de obras en construcción, que emplea la tecnología denominada realidad aumentada (R.A.) basada en la superposición en una pantalla de información audiovisual diversa previamente generada (imágenes, textos, videos, modelos 3D, planos) sobre una imagen real, fija o video, obtenida de la zona a visualizar, que se caracteriza porque comprende:

- una cámara que toma de imágenes o vídeo de la obra en construcción, situada:
 - sobre la grúa de la obra, desde donde se obtiene una imagen lo cenital, cuando se pretende trabajar en planta (posición de pilares, alineación de muros, huecos);
 - a pie de calle o desde edificios colindantes si son las fachadas los elementos del edificio que queremos supervisar y comprobar (posición de huecos, distancia entre forjados);
 - integrada o conectada a un equipo móvil (tablet-PC o Smartphone) , para la toma de imágenes en tiempo real, cuando se trate de analizar la tabiquería, o diversas instalaciones del interior del edificio en construcción;
- un software que emplea tecnología de realidad aumentada, asociado a una base de datos en la que se incluyen los diseños y planos creados con aplicaciones de dibujo tipo CAD (formato DXF) , que superpone dichos planos sobre las imágenes reales de la obra que se han tomado; y
- un equipo de presentación de la imagen real sobre la que se representa superpuesto el dibujo de la instalación o elemento constructivo seleccionado, a fin de efectuar el seguimiento de la evolución del edificio.

03.5. ES2397728 (B1)

Sistema de ayuda al mantenimiento preventivo y reparación de maquinaria remota e in-situ, que emplea la tecnología denominada realidad 5 aumentada (R.A.) basada en la superposición en una pantalla de información audiovisual diversa previamente generada (imágenes, textos, videos, modelos 3D, planos)

sobre una imagen real, fija o video, la máquina a reparar, que se caracteriza porque comprende un terminal informático, fijo o móvil, que incorpora una cámara y una conexión con la red, en el que se ha implementado una aplicación que incluye: un Editor de Procedimientos mediante el cual se crean registros de información relativa a cada máquina, que se vinculan por medio de unas marcas identificativas, que se imprimen y se adhieren durante el proceso de edición sobre la máquina en cuestión, para identificar la misma o cada zona o dispositivo de ella; dichos registros incluyen archivos adjuntos, tipo texto, videos, fotografías, representaciones en 3D sobre una imagen con una biblioteca básica de elementos 3D que simulan herramientas, o explican algún proceso a realizar sobre la máquina; un software de reconocimiento del tipo y modelo concreto de la máquina a reparar, a través de una imagen captada de al menos una de las marcas identificativas previamente colocadas en ella; una base de datos en la que se incluyen los registros creados mediante el Editor de Procedimientos, así como otros en los que se incluye información general de la máquina, suministrada por el propio fabricante o mantenedor; un software que emplea tecnología de realidad aumentada, que suministra al terminal móvil del usuario los datos seleccionados o imágenes o planos superpuestos sobre las imágenes reales de la máquina en tiempo real.

Sistema de ayuda al mantenimiento preventivo y reparación de maquinaria, según la reivindicación 1, caracterizado porque el interfaz de presentación de la imagen o video, es un equipo móvil, en el que se implementa la aplicación de realidad aumentada, de forma que en el mismo equipo se efectúa la captación de la imagen o video de la máquina y la presentación simultánea y directamente sobre la misma imagen de otras imágenes que representan esquemas, planos, zonas a tener en cuenta a :5 revisar, o demás información relativa al mantenimiento de la misma.

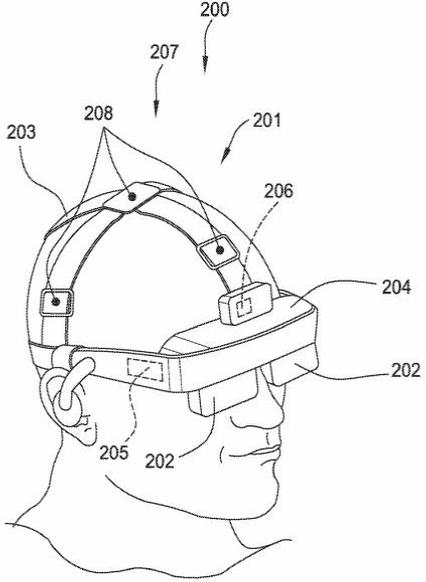
Sistema de ayuda al mantenimiento preventivo y reparación de maquinaria, según la reivindicación 1, caracterizado porque la información de realidad aumentada que recibe el usuario en un elemento de interfaz fija o móvil sobre la maquinaria. También se envía a través de la red, en tiempo real, a otros puntos de conexión a fin del personal cualificado para dirigir o realizar un trabajo específico de mantenimiento o reparación pueda colaborar en la reparación de forma remota.

04. Referencias

- [1] [Proyecto Ratio](#), Innovación en tecnologías de Realidad Aumentada para su uso en sistemas topográficos de medida (RATIO). Entidades colaboradoras: Dragados S.A, Leica España.
- [2] [Proyecto para la adaptación del software de Realidad Virtual a la PRL](#). Escuela de Operación y Mantenimiento de Maquinaria de Obra Pública, Minería, Elevación y Transporte. Ayuntamiento de Ermua.
- [3] [Proyecto Accept](#). Assistant for Quality Check during Construction Execution Processes for Energy-efficient buildings
- [4] [Proyecto GAIAX](#). GAIAX concept compact excavator. Volvo CE.
- [5] [Proyecto GAIAX](#). Volvo construction equipment.

05. Anexos

REALIDAD AUMENTADA / VIRTUAL

Nº PUBLICACIÓN (AÑO PRIORIDAD)	TÍTULO	SOLICITANTES	DIBUJO / ESQUEMA	RESUMEN
US20150199106(A1) (2014)	Augmented reality display system	CATERPILLAR INC		<p>A display system for use at a work site includes a display device having a display screen and a pose sensor system. A controller determines the position and orientation of the display device relative to the work site based upon the pose sensor system, generates machine control signals to control movement of a machine without an operator at the machine controlling the movement the machine, generates an augmented reality image based upon the machine control signals and the position and orientation of the display device, and renders the augmented reality image on the display screen.</p>

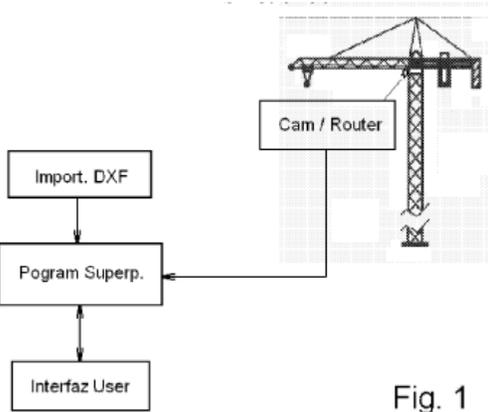
REALIDAD AUMENTADA / VIRTUAL

Nº PUBLICACIÓN (AÑO PRIORIDAD)	TÍTULO	SOLICITANTES	DIBUJO / ESQUEMA	RESUMEN
US20140184643 (A1) (2012)	Augmented Reality Worksite	CATERPILLAR INC		<p>A system and method for coordinating machines and personnel about a physical worksite maintains worksite information associated with the physical worksite in a database. A position of an operator display device in the physical worksite is determined and augmentation content is generated from the stored worksite information associated with the determined position. The augmentation content can be displayed on an operator display device through which the physical worksite is also visible. The operator display device may be a heads-up display, a head mounted display or, in some embodiments, an off-board display device.</p>

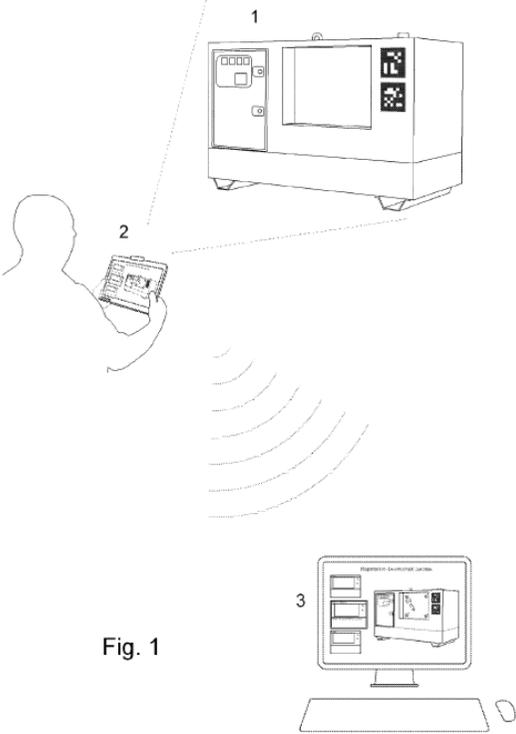
REALIDAD AUMENTADA / VIRTUAL

Nº PUBLICACIÓN (AÑO PRIORIDAD)	TÍTULO	SOLICITANTES	DIBUJO / ESQUEMA	RESUMEN
US8918246 (B2) (2012)	Augmented Reality Implement Control	CATERPILLAR INC		<p>The disclosed strategy and method assists in controlling a machine equipped with a work implement for performing work at a worksite. The work implement can be positioned around the worksite such that the implement is obstructed from view through an operator display device through which the worksite is visible. A controller or the like determines the position of the work implement and generates an augmented overlay. The augmented overlay is displayed on the operator display device superimposed over the worksite indicating the position of the work implement.</p>

REALIDAD AUMENTADA / VIRTUAL

Nº PUBLICACIÓN (AÑO PRIORIDAD)	TÍTULO	SOLICITANTES	DIBUJO / ESQUEMA	RESUMEN
ES2398156 (A1) (2010)	Sistema de seguimiento en obras de construcción	DRAGADOS	 <p style="text-align: right;">Fig. 1</p>	<p>Sistema de seguimiento de obras en construcción, que emplea la tecnología denominada realidad aumentada (R.A.) basada en la superposición en una pantalla de información audiovisual diversa previamente generada (imágenes, textos, videos, modelos 3D, planos) sobre una imagen real, fija o video, obtenida de la zona a visualizar, que comprende: - una cámara que toma de imágenes o vídeo de la obra en construcción; - un software que emplea tecnología de realidad aumentada, asociado a una base de datos en la que se incluyen los diseños y planos creados con aplicaciones de dibujo tipo CAD (formato DXF), que superpone dichos planos sobre las imágenes reales de la obra que se han tomado; y un equipo de presentación de la imagen real sobre la que se representa superpuesto el dibujo de la instalación o elemento constructivo seleccionado, a fin de efectuar el seguimiento de la evolución del edificio.</p>

REALIDAD AUMENTADA / VIRTUAL

Nº PUBLICACIÓN (AÑO PRIORIDAD)	TÍTULO	SOLICITANTES	DIBUJO / ESQUEMA	RESUMEN
ES2397728 (B1) (2010)	Sistema de ayuda al mantenimiento preventivo y de reparación de maquinaria remota e in situ	DRAGADOS	 <p>Fig. 1</p>	<p>Sistema de ayuda al mantenimiento preventivo y reparación de maquinaria remota e in-situ, que emplea la tecnología denominada realidad aumentada (R.A.) que comprende un terminal informático, que incorpora una cámara y una conexión con la red, en el que se ha implementado una aplicación que incluye: - un Editor de Procedimientos que permite crear registros de información relativos a cada máquina, que se vinculan por medio de unas marcas identificativas, que se imprimen y se adhieren durante el proceso de edición sobre la máquina en cuestión; - un software de reconocimiento del tipo y modelo concreto de la máquina a reparar, a través de una imagen captada de la misma; una base de datos en la que se incluyen los registros creados mediante el Editor de Procedimientos, así como otros en los que se incluye información general de la máquina; - un software que emplea tecnología de realidad aumentada, que suministra al terminal del usuario los datos seleccionados o imágenes o planos superpuestos sobre las imágenes reales de la máquina en tiempo real.</p>