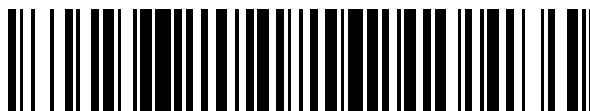


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 143**

51 Int. Cl.:

B28C 7/12 (2006.01)

B28C 5/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2013** **PCT/US2013/064587**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014** **WO14062507**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2013** **E 13846831 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017** **EP 2906400**

54 Título: **Detección de agua subrepticia para vehículos de distribución de hormigón**

30 Prioridad:

15.10.2012 US 201261713914 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

01.08.2017

73 Titular/es:

VERIFI LLC (100.0%)
62 Whittemore Avenue
Cambridge, MA 02140, US

72 Inventor/es:

JORDAN, RICHARD, K.;
ROBERTS, MARK, F. y
KOEHLER, ERIC, P.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 628 143 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detección de agua subrepticia para vehículos de distribución de hormigón

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la fabricación de hormigón, y más en concreto a un sistema y método para detectar y evidenciar adiciones de fluido previamente no documentadas al tambor de hormigonera de un vehículo de distribución.

10 Antecedentes de la invención

El hormigón se hace usando un aglomerante cementoso, agregados (por ejemplo, arena y grava), agua, y opcionalmente una o varias mezclas químicas para modificar el asentamiento (una propiedad reológica), la resistencia y/u otras propiedades. El asentamiento del hormigón puede incrementarse añadiendo agua. Sin embargo, demasiada agua puede dar lugar a una menor resistencia a la compresión en el hormigón resultante cuando endurezca.

Es conocido que el "asentamiento" del hormigón en camiones de distribución de mezcla preparada puede controlarse usando sensores para supervisar la energía requerida para girar el tambor de mezcla, por ejemplo supervisando el par aplicado al tambor midiendo la presión hidráulica y ajustando la fluidez añadiendo fluido al tambor de mezcla. Se describen ejemplos de sistemas dispensadores de fluido en la Patente de Estados Unidos 4.008.093 y 5.713.663.

Varios sistemas de supervisión automatizada de asentamiento que tienen capacidad de dispensación de fluido se describen a continuación a efectos de técnica anterior. El término "supervisión automatizada de asentamiento" se utilizará aquí para incluir sistemas que miden el hormigón en una base continua y modifican el asentamiento del hormigón mediante la dispensación de agua, mezcla química, o ambos.

En la Patente de Estados Unidos 4.356.723 (1982), Fay describe que la presión hidráulica requerida para girar el tambor de mezcla, medida a velocidad de rotación constante, proporciona una indicación del estado de asentamiento, y describe que éste se podría medir en el lugar de construcción cuando se vaya a descargar el hormigón. El operador podría añadir agua procedente de un depósito situado en el camión durante la carga, el tránsito o la distribución usando una válvula, y el asentamiento podría ajustarse en la distribución. Véase, por ejemplo, US '723, columna 4, líneas 3 y siguientes.

En la Patente de Estados Unidos 4.318.177, Rapp y colaboradores describen que la adición de agua a hormigón puede ser controlada mediante pruebas empíricas de coherencia alimentando inicialmente una cantidad de agua al lote reducido una cantidad equivalente al contenido de humedad de los agregados del lote al contenido de humedad intrínseco máximo, y a continuación añadir incrementalmente cantidades de agua medidas mientras midiendo la coherencia después de cada adición de agua, y almacenar estos valores con respecto a la respectiva receta y tamaño del lote.

En la Patente de Estados Unidos 4.544.275, Hudelmaier describe un sistema para cerrar automáticamente la válvula de suministro de agua en el camión de mezcla cuando el par de accionamiento aplicado al tambor de mezcla excede de un límite ajustable. En condiciones especiales, como un cambio de clima, el sistema también podría realizar la apertura de una válvula de suministro de agua para admitir una cantidad de agua limitada preseleccionada; véase, por ejemplo, Resumen de la patente '275.

En la Patente de Estados Unidos 5.713.663, Zandberg y colaboradores describen un camión de mezcla donde se supervisa el accionamiento hidráulico para girar el tambor de mezcla y se añade componente líquido al hormigón para aproximarse a una carga de par mínimo predeterminado en el accionamiento hidráulico. Se dispone un sensor de volumen de agua para medir la cantidad de agua añadida al hormigón. La prevención de adiciones de líquido excesivas también podría controlarse usando este aparato.

En US 5.752.768, Assh describe un sistema para calcular el asentamiento de hormigón en una mezcladora y para calcular la cantidad de agua requerida para cambiar el asentamiento actual a un asentamiento deseado para decidir cuánta agua añadir al hormigón para aumentar el asentamiento.

En US 6.484.079, Buckelew recalca la necesidad de supervisión y reporte automatizados del asentamiento del hormigón a una posición remota, tal como el centro de despachos, debido a errores del conductor u otras ocasiones en las que se añade agua de forma intencionada al hormigón y no se reporta. Por ejemplo, Buckelew indica que a veces el capataz del lugar de distribución puede pedir a menudo que se incorpore agua al hormigón para facilitar la colocación; a los conductores se les puede persuadir de que añadan agua antes del vertido y que no reporten la adición de agua (véase columna 2, líneas 11-24). Buckelew intenta resolver este problema proporcionando un sensor de estado y midiendo el asentamiento actual y comparándolo con un asentamiento de distribución, así como

un contador de agua para determinar la cantidad de agua añadida al hormigón. Los datos relativos a este estado de distribución podrían transmitirse al centro de despachos. Buckelew no proporciona un medio para determinar si la información de asentamiento indica un cambio en el contenido de fluido u otras variaciones del hormigón.

En US 8.082.431 (que es propiedad del cesionario común de la presente), Cooley y colaboradores describen un sistema de vehículo de distribución que tiene un sensor hidráulico acoplado al accionamiento hidráulico y configurado para detectar la presión hidráulica requerida para girar el tambor de mezcla y un sensor rotacional configurado para detectar la velocidad rotacional del tambor de mezcla. El sistema tiene válvulas de flujo y flujómetros para medir y controlar la adición de agua o mezcla química al hormigón.

En US 8.118.473 (que es propiedad del cesionario común de la presente), Compton y colaboradores describen un sistema de vehículo de distribución donde la detección de la velocidad rotacional del tambor de mezcla de hormigón se usa para cualificar un cálculo de asentamiento actual en base a la presión hidráulica requerida para girar el tambor de mezcla. Este sistema también tiene válvulas de flujo y medidores que podrían ser controlados por ordenador para medir y controlar la cantidad de agua añadida al tambor de mezcla para lograr un asentamiento deseado, y también puede obtener datos acerca del agua añadida manualmente al tambor de mezcla con una manguera conectada al suministro de agua del camión mediante un sensor de flujo separado o procedente de un sistema de estado (véase columna 5, líneas 9-22).

En 12/993.844, Berman describe un aparato de control de mezcla de hormigón con un sensor montado en la superficie interior de un tambor de hormigonera y configurado para supervisar el esfuerzo o la presión, que podrían estar relacionados con el asentamiento de hormigón. El sistema incluye además un medidor de flujo de líquido. Berman también describe un método de determinar la cantidad de agua necesaria para regular el asentamiento actual al asentamiento deseado y luego añadir dicha cantidad de agua.

En US 13/500.643, Beaupre y colaboradores describen una sonda reológica a montar dentro de un tambor de mezcla rotativo y configurada para detectar la velocidad y fuerza del tambor, y usar los datos recogidos de la sonda para determinar el asentamiento y otras propiedades reológicas del hormigón.

Resumen de la invención

Los autores de la presente invención han descubierto que, a pesar del uso de sistemas de control automatizado del asentamiento en vehículos de distribución de mezcla de hormigón, incluyendo los que llevan a bordo depósitos de agua conectados a unos flujómetros a bordo y una válvula a bordo que, a su vez, están conectados a unidades de procesamiento por ordenador (CPUs) a bordo, los conductores de camión todavía introducen con demasiada frecuencia agua procedente de fuentes no documentados a la mezcla de hormigón contenida en el tambor de mezcla de hormigón, en gran parte en detrimento potencial del producto de hormigón que por ello podría padecer una reducción de la resistencia a la compresión no tenida en cuenta o prevista por el productor de mezcla preparada y sus clientes.

Los autores de la presente invención observan que los conductores de camiones hormigonera pueden introducir agua a la mezcla con una manguera de agua en la planta de mezcla preparada. Esto se realiza por varias razones conocidas por el conductor, por ejemplo aumentar el asentamiento y facilitar la carga de potencia en el accionamiento hidráulico que hace girar el tambor de mezcla, para no pagar el agua a bordo y/o las reservas de mezcla química, para acelerar el vertido, la colocación y el acabado del hormigón en el lugar de distribución, o de hecho por todas estas razones. Puede añadirse agua no documentada desde cualquier número de fuentes, tal como de mangueras de agua en gasolineras, lugares de descanso, restaurantes y lugares de distribución.

Es muy probable que las adiciones de agua subrepticia tengan lugar en la distribución para acelerar el vertido de hormigón y para que los operarios "acaben" la superficie más rápidamente. En cualquier caso, esto soslaya las válvulas, los flujómetros, u otros sensores de equipo a bordo que indican a la CPU el hecho y la magnitud de las adiciones de fluido al hormigón.

Los autores de la presente invención denominan las adiciones de fluido no documentadas antes descritas como adiciones de fluido "subrepticias", que por lo general se hacen añadiendo agua más bien que las mezclas químicas más caras. El término "fluido subrepticio" en el sentido en que se usa aquí incluirá cualquier fluido introducido a hormigón al objeto de incrementar su asentamiento, pero no añadido a través de un dispositivo medidor, tal como una bomba o flujómetro, configurado para determinar la cantidad de agua añadida al tambor de mezcla. Las adiciones de fluido subrepticio pueden incluir así adiciones de "agua subrepticia" y/o "mezcla subrepticia". Los autores de la presente invención utilizan el concepto de "asentamiento" por razones de conveniencia, pero se entenderá que éste quiere decir las propiedades reológicas relacionadas tales como flujo de asentamiento, tensión de fluencia, flujo DIN, etc, que quedan igualmente afectadas por adiciones de fluido subrepticio. Igualmente, aunque se conocen sistemas de supervisión automatizada de asentamiento para controlar el asentamiento que implican correlacionar el asentamiento de hormigón medido con un cono de asentamiento estándar con la fuerza (por ejemplo, hidráulica) usada para girar el tambor de mezcla, el término "sistema de supervisión automatizada de asentamiento" en el sentido en que se usa aquí puede incluir otros dispositivos para supervisar la reología del

hormigón. Por ejemplo, es posible supervisar en una base continua los cambios de la fuerza ejercida en una sonda colocada dentro del tambor de mezcla de hormigón.

Las adiciones de agua subrepticia pueden perturbar severamente las expectativas del productor de mezcla preparada y de los clientes de que el hormigón distribuido alcance ciertos objetivos de resistencia. Aunque los sistemas de supervisión automatizada de asentamiento disponibles en el mercado proporcionan la capacidad de supervisar las adiciones de agua desde un depósito a bordo usando flujómetros, válvulas, u otros dispositivos que están conectados a la CPU, la capacidad de detectar fluidos subrepticios no ha existido realmente porque los conductores pueden evitar los sistemas automatizados para distribuir hormigón que ha sido debilitado por adiciones no documentadas.

Debido a la relación crítica entre relación agua-cemento y resistencia a la compresión, las especificaciones del hormigón establecen de ordinario una relación máxima de agua-cemento y requieren que un inspector presente en el lugar de trabajo confirme que no se ha añadido al hormigón más de una cantidad máxima de agua. El inspector comprueba el ticket del lote, que indica la cantidad de agua y cemento añadidos en la planta de lote, así como los datos de los flujómetros a bordo del camión. Si la suma de agua añadida desde todas las fuentes documentadas hace que se supere la relación máxima de agua-cemento, el inspector rechazará la carga de hormigón. Esto da lugar a un costo significativo para el productor de hormigón en términos de tiempo y materiales perdidos. Las horas de pago o trabajo de un conductor dado pueden reducirse si se rechazan demasiadas cargas. Por lo tanto, si los conductores desean aumentar el asentamiento para cumplir un requisito de asentamiento, sienten la tentación de añadir agua de una manera que no sea documentada por las válvulas o los flujómetros instalados a bordo.

Otro reto al registrar exactamente todas las adiciones de agua ha sido que los camiones hormigonera tienen típicamente una manguera para lavar el exterior del camión y la canaleta de dispensación. Si se instala un flujómetro en esta manguera, no será posible distinguir si el conductor usó esta manguera para lavar el exterior del camión o la canaleta, o si el conductor usó la manguera para añadir agua al tambor.

La presente invención se refiere a un método y sistema nuevos para determinar la cantidad de agua añadida al hormigón en el tambor de mezcla de un vehículo de distribución de hormigón, incluyendo en particular las adiciones de fluido subrepticio. Los sistemas y métodos preferidos de la invención permiten cuantificar y registrar la cantidad de fluido subrepticio. La CPU del sistema de supervisión automatizada de asentamiento está programada para detectar cuándo un aumento de asentamiento dado excede de un aumento de asentamiento mínimo predeterminado, para confirmar que dicho fluido no se añadió por o mediante la operación del sistema de supervisión automatizada de asentamiento (donde la CPU no detecta que un flujómetro, sensor, válvula u otro dispositivo a bordo no fue activado para distribuir agua o mezcla al hormigón), y calcular la cantidad de fluido subrepticio añadido al tambor de mezcla de hormigón.

Los sistemas y métodos preferidos de la invención la capacidad de determinar las cantidades totales de fluido subrepticio añadido, y, con respecto a la cantidad de fluido añadido por el sistema de supervisión automatizada de asentamiento, pueden calcular la cantidad total de fluidos (agua y mezcla química, autorizadas o supervisadas o no por el sistema) incorporada al tambor de mezcla de hormigón.

Estos valores pueden ser visualizados después en la pantalla de un ordenador o teléfono o en papel (véase por ejemplo, la figura 2). El sistema de supervisión automatizada de asentamiento puede estar programado, como otro ejemplo, para disparar una alarma (por ejemplo, en la estación de despachos, ordenador personal del cliente), y, como otro ejemplo, para registrar los datos en una posición accesible por CPU en el camión o en el centro de despachos. Preferiblemente, estas capacidades están incorporadas al sistema de control automatizado de asentamiento controlado por CPU.

Un proceso ejemplar de la invención para detectar la adición de fluido a hormigón contenido dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución incluye: (A) supervisar cambios en una propiedad reológica de una mezcla de hormigón contenida dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución en una base continua por medio de una unidad de procesado por ordenador (a continuación "CPU"); (B) detectar cuándo un cambio en la propiedad reológica supervisada de una mezcla de hormigón excede de un valor de cambio reológico mínimo predeterminado que ha sido introducido o hecho accesible a dicha CPU; (C) determinar, por cada cambio reológico detectado superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado, si tal cambio reológico superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado es debido a adición de fluido no supervisada por dicha CPU y se mantiene más de un período de tiempo mínimo predeterminado y/o un número mínimo predeterminado de rotaciones de tambor, o ambos (a continuación condición de "fluido subrepticio"); y (D) reportar la aparición de una condición de fluido subrepticio determinada en (C) o evitar o restringir de otro modo más adiciones de fluido por al menos una de las modalidades siguientes: (i) iniciar una alarma audible, una alarma visual, o ambas; (ii) proporcionar una indicación de la cantidad del fluido subrepticio añadido al tambor de mezcla; (iii) proporcionar una indicación de las cantidades totales de fluido incluyendo dicho fluido subrepticio añadido en el tambor de mezcla; y/o (iv) evitar o limitar más adiciones de fluido al tambor de mezcla usando una válvula, un flujómetro o depósitos de fluido en dicho vehículo de distribución.

Como se ha mencionado previamente, una propiedad reológica ejemplar es el asentamiento, y los sistemas de supervisión automatizada de asentamiento en uso actual son capaces de medir el cambio reológico como un aumento del asentamiento, cuando se añade agua o mezcla plastificante al tambor de mezcla, y así el aumento de asentamiento y el valor de cambio de asentamiento mínimo predeterminado se reflejarían como un número positivo. Esto sería similar al caso de flujo de asentamiento y flujo DIN; pero la tensión de fluencia se reflejaría en términos de un valor negativo porque refleja la resistencia al flujo más bien que la susceptibilidad al flujo.

En métodos y sistemas ejemplares adicionales de la presente invención, el paso (C) incluye además determinar si tal cambio reológico sostenido es debido a una condición de falsa alarma, tal como basculamiento del tambor de mezcla (que podría sesgar temporalmente la supervisión reológica) o tal como donde el sistema de supervisión automatizada de asentamiento detecta una condición de escape en el vehículo de distribución (tal como una válvula defectuosa).

Ventajas y características adicionales de la invención se describen con más detalle a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas y las características adicionales de la presente invención pueden entenderse más fácilmente cuando la descripción detallada siguiente de realizaciones preferidas se considera en unión con los dibujos anexos donde:

La figura 1 es una ilustración gráfica de un método ejemplar (así como de la operación de un sistema ejemplar) de la presente invención donde se hacen adiciones documentadas de fluido mediante una válvula supervisada a hormigón contenido en un tambor de mezcla, y también en forma de adición de fluido “subrepticio” (por ejemplo, agua), y el asentamiento resultante del hormigón (a lo largo de eje vertical, en pulgadas) es supervisado durante un segmento del proceso de mezcla que se mide en términos de rotaciones del tambor de mezcla (a lo largo del eje horizontal).

Y la figura 2 ilustra un método ejemplar (así como la operación de un sistema ejemplar) de la presente invención donde el agua subrepticia es reportada en la pantalla electrónica de un dispositivo de mano como el que podría usar un inspector o contratista situado en el lugar de trabajo.

Descripción detallada de realizaciones ejemplares

El término “hormigón” en el sentido en que se usa aquí se entenderá referido a materiales incluyendo un aglutinante de cemento (por ejemplo, cemento Portland opcionalmente con materiales cementosos suplementarios como ceniza voladora, escoria granulada de alto horno, piedra caliza, u otros materiales puzolánicos), agua, y agregados (por ejemplo, arena, grava o piedras y sus mezclas), que forman una construcción endurecida o estructura de ingeniería civil cuando curan. El hormigón puede contener opcionalmente una o varias mezclas químicas, que pueden incluir agentes reductores de agua (así llamados porque permiten cortar el agua requerida manteniendo al mismo tiempo la plasticidad), agentes reductores de agua de rango medio, agentes reductores de agua de rango alto (a menudo llamados “superplastificantes”), agentes modificadores de la viscosidad, inhibidores de la corrosión, mezclas reductoras de encogimiento, aceleradores de fraguado, retardantes de fraguado, arrastradores de aire, extractores de aire, mejoradores de resistencia, pigmentos, colorantes, fibras para control de encogimiento plástico o refuerzo estructural, y análogos.

Como se ha mencionado previamente en las referencias de la técnica anterior, la industria del hormigón ha comenzado a desplegar vehículos de distribución (camiones de mezcla) que tienen sistemas de supervisión automatizada de asentamiento. El término “sistema de supervisión automatizada de asentamientos” o “supervisión de asentamiento” en el sentido en que se usa aquí significa e incluye al menos una unidad de procesamiento por ordenador (CPU) que está conectada eléctricamente o de forma inalámbrica a sensores, tal como sensores hidráulicos y/o eléctricos para medir la energía para girar el tambor de mezcla, sensores de velocidad para medir la velocidad de rotación del tambor, sensores de temperatura para supervisar la temperatura atmosférica así como la temperatura de mezcla, válvulas, flujómetros y otros dispositivos. La CPU también está conectada eléctricamente o de forma inalámbrica a varios equipos a bordo del vehículo tal como accionadores para operar válvulas, flujómetros, bombas de distribución (para fluidos como agua, mezclas químicas), y análogos.

Los tambores de mezcla de hormigón ejemplares contemplados para uso en la presente invención incluyen los que van montados habitualmente para rotación en camiones de distribución de mezcla preparada o en mezcladoras estacionarias que pueden encontrarse en las plantas de mezcla. Tales tambores de mezcla tienen una superficie de pared circunferencial interior sobre la que va montada al menos una cuchilla de mezcla en la superficie interior de modo que gire junto con el tambor de mezcla y sirve para mezclar la mezcla de hormigón, incluyendo los agregados contenidos dentro de la mezcla. Se considera que un número de realizaciones ejemplares de la invención se pueden llevar a la práctica usando equipo de supervisión automatizada de mezcla de hormigón disponible en el mercado con ligeras modificaciones como será evidente a la luz de la invención aquí descrita. Tal equipo de supervisión de mezcla de hormigón se puede obtener en el mercado bajo la denominación comercial VERIFI® de Verifi LLC, West Chester, Ohio, y Cambridge, Massachusetts.

Los camiones hormigonera están equipados de ordinario con depósitos de agua conectados por una línea de manguera dirigida a la abertura del tambor. De esta manera, puede dispensarse agua al tambor a la presión del aire del depósito o con una bomba. Tales dispositivos de dispensación desde depósito se describen en la Patente de Estados Unidos 4.544.275, la Patente de Estados Unidos 7.842.096 y la Solicitud de Patente de Estados Unidos número de serie 11/955.737, por ejemplo. Cuando tales depósitos de mezcla están presentes, el depósito está conectado típicamente a la misma línea de manguera usada para descargar agua al tambor. La mezcla química puede ser dispensada a la línea de agua a la presión del aire o por el depósito a la bomba. Esto se ejemplifica en la Patente de Estados Unidos 7.730.903. Alternativamente, pueden dispensarse mezclas químicas y agua usando diferentes líneas que van al tambor de mezcla.

Los sistemas y métodos ejemplares incluyen así el uso de una unidad de procesamiento por ordenador (CPU) en combinación con un sensor hidráulico para medir la presión hidráulica requerida para girar el tambor de hormigonera, un sensor de velocidad para medir la velocidad de rotación del tambor de mezcla, y preferiblemente estos dos sensores, ajustando automáticamente el sistema una propiedad reológica del hormigón (por ejemplo, asentamiento, flujo de asentamiento, tensión de fluencia o resistencia a flujo, tixotropía u otra propiedad reológica), introduciendo una mezcla química líquida y/o agua a través del sistema. Como se ha mencionado en la sección Resumen, aunque la presente invención se centra en el "asentamiento" como la propiedad reológica que se supervisa y ajusta, será evidente a los expertos en vista de la presente descripción que el término "asentamiento" puede usarse de forma intercambiable con otras propiedades reológicas, tal como flujo de asentamiento, tensión de fluencia, flujo DIN y otras características reológicas.

Los sistemas ejemplares de vehículos de distribución descritos por Cooley y colaboradores en la Patente de Estados Unidos 8.082.431 y por Compton y colaboradores en la Patente de Estados Unidos 8.118.473 (ambas propiedad del cesionario común de la presente) contenían sistemas controlados por CPU para supervisión y control automatizados de asentamiento, donde se supervisan la presión hidráulica necesaria para girar el tambor y la velocidad rotacional del tambor de mezcla, y válvulas de flujo y medidores son controlados por la CPU para controlar el agua añadida al tambor de mezcla para alcanzar el asentamiento deseado. Compton y colaboradores indican que el agua añadida manualmente al tambor con una manguera conectada a un depósito de agua a bordo también podía supervisarse mediante un sensor de flujo (medidor) separado. Sistemas como los descritos por Cooley y colaboradores y Compton y colaboradores pueden modificarse según la presente invención para realizar también supervisión de las adiciones de "agua subrepticia" no documentadas previamente.

Los autores de la presente invención consideran que otros varios sistemas y modificaciones de supervisión de asentamiento propiedad del cesionario común de la presente pueden emplearse ventajosamente en unión con el método y sistema de detección de agua subrepticia de la presente invención, incluyendo los sistemas de las Patentes de Estados Unidos citadas números 8.020.431 y 8.118.473; el sistema de supervisión de tixotropía descrito en US número de serie 12/933.947 (Publ. N° 2011/0029134 A1); el sistema de supervisión de asentamiento que emplea el proceso de transformada de Fourier rápida descrito en US número de serie 13/260.391 (Publ. N° 2012/0020180 A1); el sistema de supervisión de asentamiento de flujo horizontal descrito en US número de serie 13/258.104 (Publ. N° 2012/0016523 A1); el sistema de supervisión de asentamiento en base a perfiles de dosis nominales como el descrito en US número de serie 12/821.451 (Publ. N° 2011/0320040 A1); y el sistema de supervisión de asentamiento que emplea dispensación de fluido como el descrito en US número de serie 13/076.687 (todavía no publicada a la fecha de presentación de la presente solicitud).

Es conocido que los algoritmos o las relaciones entre la cantidad de agua y/o mezcla química medidos y su efecto correspondiente en el incremento del asentamiento de un hormigón dado pueden conocerse y establecerse usando sistemas comerciales de supervisión automatizada de asentamiento. Un sistema de supervisión y control automatizados del asentamiento y que realizan dichas funciones se puede obtener en el mercado de Verifi LLC, West Chester, Ohio (y Cambridge, Massachusetts), bajo la denominación VERIFI®.

Como se ilustra en la figura 1, el asentamiento de una mezcla de hormigón contenida en un tambor de mezcla en un vehículo de distribución (por ejemplo, camión) conteniendo un sistema de supervisión automatizada de asentamiento (por ejemplo, el sistema de control VERIFI®) supervisa el asentamiento del hormigón en el tambor de mezcla en una base continua. Por "continuo" se entiende que el sistema puede medir el asentamiento a intervalos periódicos en el tiempo o a un cierto número de rotaciones de tambor. Por ejemplo, en la 78ª rotación del tambor, el agua (en la cantidad de aproximadamente 1,5 galones por yarda cúbica de hormigón) se muestra añadida por el conductor desde un depósito de agua a bordo a través de una válvula y medidor a bordo que están conectados a la unidad de procesamiento por ordenador (CPU), y la válvula se cierra después en la 91ª rotación de mezcla del tambor. El asentamiento siguiente del hormigón continúa aumentando después del cierre de la válvula. A la 100ª rotación del tambor, el asentamiento habrá aumentado aproximadamente 1,5 pulgadas (de aproximadamente 3,75 a 5,25 pulgadas). La apertura de la válvula a la 78ª rotación del tambor y el cierre de la válvula a la 91ª rotación del tambor son supervisados por la CPU a bordo, de tal manera que el sistema de control automatizado de asentamiento registra el aumento de asentamiento y puede atribuir la cantidad de agua medida por un flujómetro conectado en la misma línea de agua que se controló por la válvula (cuya apertura y cierre son controlados y supervisados por la CPU).

La figura 1 también ilustra cómo los métodos y sistemas de la presente invención realizan la supervisión, y la posible documentación (o alarma, evidencia, u otra indicación) del agua que es “introducida de forma subrepticia” a la mezcla de hormigón por un conductor que intenta evitar el sistema de control automatizado de asentamiento a bordo del camión añadiendo agua procedente de una fuente de agua no supervisada a través de las válvulas o los flujómetros (u otros sensores) a bordo. Por ejemplo, el conductor podría emplear una manguera de agua que no esté conectada a una válvula o flujómetro u otro sensor conectado a la CPU a bordo. Esto se representa en la figura 1 entre aproximadamente las rotaciones 105-130 del tambor en las que el conductor ha añadido un galón de agua por yarda cúbica de hormigón al tambor de mezcla. El sistema de supervisión automatizada de asentamiento no habrá registrado ninguna señal de la válvula de flujo de agua o medidor, registrando al mismo tiempo el aumento del asentamiento entre las 105 rotaciones del tambor (donde el asentamiento es aproximadamente 5,25 pulgadas) y las 130 rotaciones del tambor (donde el asentamiento es aproximadamente 6,5 pulgadas).

Se contempla un proceso ejemplar de la invención para detectar la adición de fluido, incluyendo la adición de “fluido subrepticio”, a la mezcla de hormigón en un tambor de mezcla de vehículo de distribución. Esto incluye: (A) supervisar cambios en una propiedad reológica de una mezcla de hormigón (que puede seleccionarse a partir de asentamiento, flujo de asentamiento, flujo DIN, y tensión de fluencia) contenida dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución en una base continua por medio de una unidad de procesamiento por ordenador (CPU); (B) detectar cuándo un cambio en la propiedad reológica supervisada de una mezcla de hormigón excede de un valor de cambio reológico mínimo predeterminado que ha sido introducido o hecho accesible a dicha CPU; (C) determinar, por cada cambio reológico detectado superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado, si el cambio reológico superior al valor de cambio reológico mínimo predeterminado se debe a adición de fluido no supervisada por dicha CPU (o, en otros términos, el fluido no es supervisado por la válvula, el flujómetro, la bomba u otros sensores de equipo conectados al sistema CPU) y se mantiene más de un período de tiempo mínimo predeterminado, un número mínimo predeterminado de rotaciones de tambor, o por encima de ambos (a continuación condición de “fluido subrepticio”); y (D) reportar la aparición de una condición de fluido subrepticio determinada en (C) o evitar o restringir de otro modo adiciones de fluido adicionales al tambor de mezcla, empleando al menos una de las siguientes modalidades: (i) iniciar una alarma audible, una alarma visual, o ambas; (ii) proporcionar una indicación de la cantidad del fluido subrepticio añadido al tambor de mezcla; (iii) proporcionar una indicación de las cantidades totales de fluido incluyendo dicho fluido subrepticio añadido en el tambor de mezcla; y/o (iv) evitar o limitar adiciones adicionales de fluido al tambor de mezcla usando la válvula, el flujómetro o los depósitos de fluido en dicho vehículo de distribución.

Debido a la disponibilidad de sistemas de supervisión de asentamiento que pueden ser modificados para llevar a cabo la presente invención como será evidente a los expertos en vista de estas descripciones, una propiedad reológica ejemplar es el asentamiento. Los sistemas de supervisión automatizada de asentamiento, tal como los sistemas de supervisión de asentamiento VERIFI®, pueden ser modificados para medir el cambio reológico como un aumento del asentamiento, cuando se añade agua o mezcla plastificante al tambor de mezcla, y así el aumento de asentamiento y el valor de cambio de asentamiento mínimo predeterminado se reflejarán como números positivos. En la descripción siguiente, el asentamiento se usará como una propiedad reológica ejemplar para conveniencia de la explicación.

En el paso (A) del método antes descrito, la supervisión del asentamiento de una mezcla de hormigón contenida dentro del tambor de mezcla de camión de distribución puede ser realizada en una base continua por la unidad de procesamiento por ordenador (CPU) y almacenar los valores de historia de asentamiento supervisado en una posición accesible por CPU (dispositivo de memoria de almacenamiento). La CPU y los dispositivos de almacenamiento pueden estar situados en el camión o en una posición remota y se puede acceder a ellos de forma inalámbrica. El asentamiento de hormigón en el tambor de mezcla puede ser supervisado y controlado por la CPU y los perfiles de asentamiento pueden almacenarse en una memoria accesible por CPU, por ejemplo se describe en las Patentes de Estados Unidos números 8.020.431 y 8.118.473.

Los depósitos conteniendo aditivos fluidos (por ejemplo, agua y/o mezclas químicas), flujómetro(s) u otros sensores para medir el volumen de fluido dispensado del depósito, y una válvula para abrir y cerrar la línea para alimentar fluido al tambor de mezcla, están montados en el vehículo de distribución y pueden estar conectados eléctrica y/o electrónicamente a una CPU en el camión o en el centro de despachos. Alternativamente puede desplegarse otro equipo de dispensación de fluido y de supervisión de flujo, tal como una fuente de aire a presión para expulsar fluidos de los depósitos que contiene fluido a través de válvulas al tambor de mezcla de hormigón.

Los sistemas y métodos preferidos de la invención implican el uso de un sensor para supervisar la energía hidráulica o potencia requerida para girar el tambor de mezcla así como un sensor para medir la velocidad rotacional del tambor de mezcla y el número de rotaciones. Las ventajas de usar tanto un sensor hidráulico como un sensor rotacional se han descrito en las patentes de Cooley y colaboradores y Compton y colaboradores, y se realizan en sistemas de control Verifi® que están disponibles en el mercado.

En el paso (B), que describe que los cambios del asentamiento de hormigón (u otra propiedad reológica) son supervisados de forma continua durante el período de tiempo relevante y que los datos son almacenados en una

posición accesible a la CPU, los datos pueden ser almacenados en dispositivos de memoria situados en el camión de distribución y/o pueden ser transmitidos al centro de despachos u otra posición remota. Ésta podría también incluir, como otro ejemplo, el ordenador personal del gerente del cliente de mezcla preparada que se ocupe de que el hormigón sea distribuido sin ponerlo en peligro por adiciones de agua no documentadas.

En el paso (C), el método ejemplar de la invención permite que la CPU detecte cuándo el asentamiento de hormigón aumenta por encima de un valor de aumento de asentamiento mínimo predeterminado, que es preferiblemente 0,25 pulgada. El valor de asentamiento mínimo predeterminado puede ponerse a un nivel más alto (por ejemplo, 0,3 pulgada, 0,4 pulgada, etc) a voluntad. La determinación de si ha tenido lugar una adición de fluido subrepticio implicará que el sistema CPU confirme que cuando el cambio de asentamiento (u otra reología) llegue o exceda del valor de cambio mínimo predeterminado, que este cambio no se deba a fluido introducido al tambor de mezcla de hormigón usando una válvula, flujómetro, bomba, u otro equipo del vehículo de distribución, y así el sistema determinará que la adición de fluido es atribuible a una fuente distinta de los depósitos del camión. Los sistemas de supervisión de asentamiento disponibles en el mercado, por ejemplo, tienen sensores en dicho equipo para que la CPU pueda determinar si se añadió fluido procedente del sistema.

En otros métodos y sistemas ejemplares de la presente invención, el paso (C) incluye además determinar si tal cambio reológico sostenido es debido a una condición de falsa alarma, tal como basculamiento del tambor de mezcla (que podría sesgar temporalmente la supervisión reológica) o donde el sistema de supervisión automatizada de asentamiento detectó una condición de escape en el vehículo de distribución (tal como una válvula defectuosa). El basculamiento del tambor de mezcla puede ser detectado usando el sensor apropiado en el vehículo de distribución, y conectando dicho sensor a la CPU de modo que una historia del ángulo de basculamiento del vehículo pueda ser registrado en una memoria accesible por la CPU.

La CPU puede programarse para determinar, por cada aumento de asentamiento medido que se detecte que excede del valor de asentamiento mínimo predeterminado, si el aumento se mantiene durante un período de tiempo preseleccionado o más de un número preseleccionado de rotaciones del tambor de mezcla. Así, si la CPU determina que el asentamiento de hormigón aumenta por encima del valor de asentamiento mínimo predeterminado (por ejemplo, 0,25 pulgada), entonces la CPU debe determinar si este aumento de asentamiento se mantiene, preferiblemente, durante al menos 5 rotaciones del tambor de mezcla, y más preferiblemente durante al menos 10 rotaciones del tambor de mezcla. Alternativamente, la CPU puede determinar si un aumento de asentamiento por encima del valor de asentamiento mínimo predeterminado dura más de un mínimo de 60 segundos; y, más preferiblemente, más de 45 segundos; y, muy preferiblemente, más de 30 segundos.

Los autores de la presente invención consideran que las rotaciones de tambor o los períodos de tiempo mínimos permiten que un sistema de supervisión automatizada de asentamiento filtre los efectos de una falsa lectura de aumento de asentamiento, tal como cuando el vehículo de distribución choca con un obstáculo en la carretera que podría temporalmente bloquear el sistema de supervisión de asentamiento. También se contempla que la CPU pueda estar programada para detectar ambas condiciones, es decir, tanto cuando se detecte que el asentamiento excede del predeterminado para el período de tiempo preseleccionado como más del número preseleccionado de rotaciones del tambor de mezcla.

En realizaciones ejemplares, la CPU está programada para calcular la cantidad de fluido añadido al tambor de mezcla de hormigón que no fue supervisada o dispensada por la operación de la CPU, o, en otros términos, no supervisada por el equipo del camión (por ejemplo, válvula, flujómetro, bomba, depósito, u otro equipo en el camión de distribución). En su supervisión continua del valor de asentamiento del hormigón, la CPU está programada para determinar cuándo el asentamiento deja de aumentar, de modo que se puede determinar el cambio de asentamiento total debido a la adición de agua. Así, con respecto al proceso ilustrado en la figura 1, la CPU determina que un aumento de asentamiento comienza en la 105ª rotación del tambor y termina aproximadamente en la 130ª rotación del tambor; y así la cantidad de agua añadida al hormigón se puede calcular determinando el aumento total de asentamiento y calcular según relaciones preestablecidas correspondientes entre adición de agua y cambio de asentamiento.

Otros métodos y sistemas ejemplares de la invención permiten que la CPU pueda disparar alarmas, guardar (registrar) los datos que evidencien la adición "subrepticia" de fluido, y proporcione de otro modo varios medios de documentación y prueba para realizar alarma, registro, visualización gráfica, impresión, ticket, u otras manifestaciones de evidencia de que se ha producido una adición de fluido subrepticio. Cualquiera de estas manifestaciones puede ser usada para presentar al conductor pruebas de un intento de alterar el comportamiento consistente en adiciones de agua subrepticias o inadvertidas que pueden dañar el hormigón. La CPU también puede estar programada para restringir o limitar las adiciones de agua adicionales realizadas mediante dispositivos a bordo, incluyendo una válvula o válvulas para añadir agua y/u otros fluidos al hormigón.

Así, por ejemplo, la CPU puede disparar alarmas que pueden incluir alarmas de una naturaleza audible o visual. Por ejemplo, la alarma podría ir montada en el lado del camión, o podría producirse de otro modo en el centro de despachos de hormigón (planta de mezcla u otra oficina). Preferiblemente, la CPU calcula la cantidad total de fluido subrepticio (agua) detectado y añadido al sistema, y más preferiblemente indica esta cantidad junto con la cantidad

total de agua, si fue supervisada por el sistema de control de asentamiento automatizado o dispensada a partir de fuentes no documentadas, en una pantalla de ordenador u ordenador personal, o impresas de otro modo en forma de un documento en papel, "ticket," o incluso un "ticket" electrónico que se visualice en una pantalla o monitor (por ejemplo, ordenador personal, dispositivo de mano tal como un teléfono móvil del tamaño de la palma de la mano u otro dispositivo). La CPU también puede estar programada para restringir o limitar las cantidades adicionales de agua u otro líquido de depósitos a bordo del vehículo de distribución de hormigón.

El máximo de agua que puede añadirse en el camión puede obtenerse del software en la planta de hormigón. El software tiene la relación máxima de agua-cemento o el máximo contenido de agua, así como la cantidad real de agua que se añadió en la planta de hormigón. La diferencia de estos dos valores es la cantidad máxima de agua que puede añadirse después de procesado por lotes y antes de la terminación de la distribución.

De hecho, se prefiere que la CPU del sistema de supervisión automatizada de asentamiento esté programada para realizar cualquier número de estas características, como prefieran el productor de mezcla preparada o su representante. En un sistema o método ejemplar de la invención, la CPU podría estar programada para generar un gráfico, en papel o en pantalla de monitor, similar a la figura 1 donde el nivel de asentamiento de hormigón se presente en función de las rotaciones de tambor (como se representa en la figura 1) o en función del tiempo o la posición geográfica (donde el sistema es equipado con capacidades de posicionamiento global) y cada aumento de asentamiento se acote de tal manera que el inicio de la pendiente designe si una válvula, flujómetro u otro sensor de flujo a bordo está abierto (confirmando que la adición de fluido estaba autorizada o supervisada de otro modo por el sistema) o cerrado (confirmando que la adición de fluido no estaba autorizada o supervisada y por ello era una adición "subrepticia").

En métodos y sistemas ejemplares adicionales de la invención, la CPU podría estar conectada al sistema eléctrico del camión para activar la bocina del vehículo como alarma audible y activar las luces de aviso (intermitentes parpadeando) como la alarma visual. Ésta sería una forma reprimir la acción subrepticia de añadir agua de los conductores de camiones o capataces en los lugares de construcción. Por ejemplo, un arquitecto o representante del cliente de mezcla preparada será fácilmente capaz de observar un camión de distribución de mezcla de hormigón en el lugar con la bocina y las luces activadas mientras intenta llevar a cabo una distribución, y serían capaces de generar un informe de estado, ticket, u otro registro de la CPU para confirmar que se hicieron adiciones de agua subrepticia y para determinar la cantidad total de agua añadida al hormigón, además de la cantidad de agua subrepticia añadida, y tomar las decisiones apropiadas acerca de si el hormigón tiene que ser devuelto al centro de despachos, usado o modificado. El conocimiento de la cantidad total de agua añadida (documentada así como las adiciones subrepticias de fluido) permitirá que el sistema de supervisión automatizada de asentamiento determine si el hormigón será capaz de alcanzar al perfil de resistencia deseado.

En métodos y sistemas ejemplares adicionales de la invención, donde la CPU detecta un aumento de asentamiento superior a un aumento de asentamiento mínimo preestablecido, y determina que el aumento de asentamiento se mantiene más del período de tiempo preseleccionado y/o por encima de un número preseleccionado de rotaciones del tambor de mezcla, la CPU está programada para confirmar que la adición de fluido no fue realizada por la CPU o por medio de válvula, flujómetro, bomba, u otro equipo a bordo del vehículo de distribución de hormigón (y esto da origen a la conclusión de que se añadió un "fluido subrepticio"); y la CPU también puede estar programada para determinar si el aumento de asentamiento medido que excede de la cantidad incrementada mínimo predeterminada medida es debido a factores distintos de las adiciones de fluido subrepticio (agua), tal como el basculamiento del tambor de mezcla, y, si se determina que el aumento de asentamiento medido es debido a factores extraños tal como el basculamiento del tambor de mezcla, la CPU está programada para omitir los datos de aumento de asentamiento procedentes del cálculo de la adición de fluido subrepticio (agua).

Otro factor que produce un aumento de asentamiento sin la adición de fluido es un aumento del contenido de aire arrastrado. Esto puede resolverse efectuando una medición del contenido de aire, peso unitario, o volumen de hormigón en el tambor de mezcla del camión (véase por ejemplo, US número de serie 13/512.466 y PCT/US2010/028207) y determinar si el aumento del asentamiento puede ser atribuido a un aumento del contenido de aire del hormigón.

Los métodos y sistemas ejemplares adicionales de la invención implican programar la CPU para determinar si el fluido añadido es agua o agente químico o una combinación de ambos; y, si es una combinación, la CPU puede estar programada para determinar las respectivas cantidades de agua y agente químico añadido. Esto se puede hacer porque el perfil de asentamiento a las rotaciones de tambor sería conocido, respectivamente, para agua y para una mezcla química dada, y estos perfiles de asentamiento se almacenarían en una memoria accesible por CPU o en posiciones de almacenamiento. El comportamiento de aumento del asentamiento producido por los superplastificantes, por ejemplo, crearía probablemente una pendiente mucho menor en el aumento del asentamiento y tendría lugar a más revoluciones del tambor en comparación con el comportamiento de aumento del asentamiento del agua. Así, si un conductor intentase manipular subrepticamente el tambor de mezcla usando adiciones tanto de superplastificante como de agua, la CPU puede estar programada para analizar el aumento de asentamiento a las rotaciones de tambor y volver a calcular las cantidades relevantes de agua subrepticia y plastificante añadido añadidos en base a la información almacenada de perfil de asentamiento en la memoria

accesible por CPU o en las posiciones de almacenamiento. Este cálculo de adición de fluido subrepticio sería más fácil, por ejemplo, si el conductor intentase a añadir agua subrepticia al mismo tiempo que el sistema de control automatizado de asentamiento estuviese introduciendo un superplastificante u otro aditivo de mejora reológica en el tambor de mezcla. La CPU puede estar programada para restar el efecto de la adición de fluido autorizada por la CPU para calcular la cantidad de agua subrepticia añadida.

El sistema y el método ejemplares también podrían distinguir entre adiciones de agua y mezcla química midiendo y analizando el efecto de la adición en reología. Por ejemplo, para un cambio de asentamiento dado, el agua tiene un efecto mayor en la viscosidad plástica que el impartido por un superplastificante.

Los sistemas ejemplares de la invención para detectar adiciones de fluido subrepticio incluyen por lo tanto: un sensor hidráulico que supervisa el dispositivo hidráulico para girar un tambor de mezcla de hormigón en un vehículo de distribución de hormigón, un sensor para supervisar la velocidad de rotación del tambor de mezcla en un vehículo de distribución de hormigón, flujómetro o sensor y válvula para supervisar la adición de fluido al tambor de mezcla de un vehículo de distribución de hormigón, una unidad de procesado por ordenador (CPU) conectada eléctrica o electrónicamente al sensor hidráulico, un sensor de velocidad rotacional, flujómetro(s) o sensor(es) y válvulas (con el fin de medir el hecho y la magnitud o el volumen de los fluidos introducidos en el tambor de mezcla de hormigón) así como posiciones de memoria (a bordo o remotas) accesibles para la CPU para almacenar y recuperar datos y programas de software efectivos para que la CPU ordene al sistema la realización de los pasos A a D como se ha descrito anteriormente y como se reivindica aquí más adelante.

Un sistema ejemplar de la invención para detectar la adición de fluido a hormigón contenido dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución incluye: un sistema de supervisión automatizada de reología efectivo para supervisar cambios en una propiedad reológica de una mezcla de hormigón contenida dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución en una base continua por medio de una unidad de procesado por ordenador (a continuación "CPU") (seleccionándose dicha propiedad reológica de entre asentamiento, flujo de asentamiento, flujo DIN, y tensión de fluencia); estando programada dicha CPU para detectar cuándo existe un cambio de propiedad reológica supervisada de una mezcla de hormigón debido a una adición de fluido al tambor de mezcla de vehículo de distribución, por encima de un valor de cambio reológico mínimo predeterminado; estando programada además dicha CPU para determinar por cada cambio reológico detectado por encima de dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado si tal cambio reológico superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado se mantiene más de un período de tiempo mínimo predeterminado y/o un número mínimo predeterminado de rotaciones de tambor, o ambos (a continuación condición de "fluido subrepticio"); y estando programada dicha CPU para reportar la aparición de una condición de fluido subrepticio, usando al menos una de las modalidades siguientes: (i) iniciar una alarma audible, una alarma visual o visualización, o ambas; (ii) proporcionar una indicación de la cantidad del agua subrepticia añadida al tambor de mezcla; (iii) proporcionar una indicación de cantidades totales de fluido incluyendo dicho fluido subrepticio añadido en el tambor de mezcla; y/o (iv) evitar o limitar más adiciones de fluido usando una válvula, flujómetro, o depósitos de fluido en dicho vehículo de distribución al tambor de mezcla.

Los sistemas preferidos de la invención son dispositivos de supervisión automatizada de asentamiento que proporcionan una alarma visual o visualización de adición de agua subrepticia detectada, tal como el que ejemplifica en la figura 2 la pantalla ilustrada de un dispositivo de mano.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para detectar adición de fluido a hormigón contenido dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución, incluyendo:
 - (A) supervisar cambios en una propiedad reológica de una mezcla de hormigón contenida dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución en una base continua por medio de una unidad de procesado por ordenador (a continuación "CPU");
 - (B) detectar cuándo un cambio en la propiedad reológica supervisada de una mezcla de hormigón excede de un valor de cambio reológico mínimo predeterminado que ha sido introducido en dicha CPU o es accesible para ella;
 - (C) determinar, para cada cambio reológico detectado superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado, si tal cambio reológico superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado es debido a adición de fluido no supervisada por dicha CPU y se mantiene más de un período de tiempo mínimo predeterminado y/o número mínimo predeterminado de rotaciones de tambor, o ambos (a continuación condición de "fluido subrepticio"); y
 - (D) reportar la aparición de una condición de fluido subrepticio determinada en (C) o de otro modo evitando o restringiendo más adiciones de fluido por al menos una de las siguientes modalidades: (i) iniciar una alarma audible, una alarma visual, o ambas; (ii) proporcionar una indicación de la cantidad del fluido subrepticio añadido al tambor de mezcla; (iii) proporcionar una indicación de las cantidades totales de fluido incluyendo dicho fluido subrepticio añadido en el tambor de mezcla; y/o (iv) evitar o limitar más adiciones de fluido al tambor de mezcla usando una válvula, un flujómetro o depósitos de fluido en dicho vehículo de distribución.
2. El proceso de la reivindicación 1, donde dicha propiedad reológica se selecciona de asentamiento, flujo de asentamiento, flujo DIN, y tensión de fluencia.
3. El proceso de la reivindicación 2, donde dicha propiedad reológica es asentamiento, y dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado es un número positivo.
4. El proceso de la reivindicación 1, donde, después de que un cambio reológico que supera dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado se ha mantenido durante más de un período de tiempo mínimo predeterminado o un número mínimo predeterminado de rotaciones de tambor, el paso (C) incluye además determinar si tal cambio reológico sostenido es debido a una condición de falsa alarma.
5. El proceso de la reivindicación 4, donde dicha condición de falsa alarma es producida por el basculamiento del tambor de mezcla.
6. El proceso de la reivindicación 1 incluyendo además determinar si el fluido subrepticio es agua, mezcla química, o una combinación de las mismas.
7. El proceso de la reivindicación 6 incluyendo además calcular las respectivas cantidades de agua y/o mezcla química añadidas al tambor de mezcla.
8. El proceso de la reivindicación 1, donde dicha reología supervisada es asentamiento, flujo de asentamiento, tensión de fluencia o resistencia al flujo, o tixotropía.
9. El proceso de la reivindicación 1, donde dicho cambio reológico es supervisado usando al menos un sensor para medir la presión hidráulica usada para girar dicho tambor de mezcla.
10. El proceso de la reivindicación 1, donde dicho cambio reológico es supervisado usando un sensor colocado en el tambor de mezcla.
11. Un sistema para detectar la adición de fluido a hormigón contenido dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución, incluyendo: un sistema de supervisión automatizada de reología efectivo para supervisar cambios en una propiedad reológica de una mezcla de hormigón contenida dentro de un tambor de mezcla de vehículo de distribución en una base continua por medio de una unidad de procesado por ordenador (a continuación "CPU"); estando programada dicha CPU para detectar cuándo existe un cambio de propiedad reológica supervisada de una mezcla de hormigón debido a la adición de fluido no supervisada por dicha CPU y supera un valor de cambio reológico mínimo predeterminado; estando programada además dicha CPU para determinar con respecto a cada cambio reológico detectado superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado si tal cambio reológico superior a dicho valor de cambio reológico mínimo predeterminado se mantiene durante más de un período de tiempo mínimo predeterminado y/o un número mínimo predeterminado de rotaciones de tambor, o ambos (a continuación condición de "fluido subrepticio"); y estando programada dicha CPU para reportar la aparición de una condición de fluido subrepticio, usando al menos una de las siguientes modalidades: (i) iniciar una alarma audible,

una alarma o pantalla visual, o ambas; (ii) proporcionar una indicación de la cantidad del agua subrepticia añadida al tambor de mezcla; (iii) proporcionar una indicación de las cantidades totales de fluido incluyendo dicho fluido subrepticio añadido en el tambor de mezcla; y/o (iv) evitar o limitar más adiciones de fluido al tambor de mezcla usando una válvula, un flujómetro o depósitos de fluido en dicho vehículo de distribución.

- 5
12. El sistema de la reivindicación 11, donde dicho sistema de supervisión automatizada de reología es efectivo para supervisar los cambios de asentamiento y para proporcionar una alarma visual o pantalla de la adición de agua subrepticia detectada.

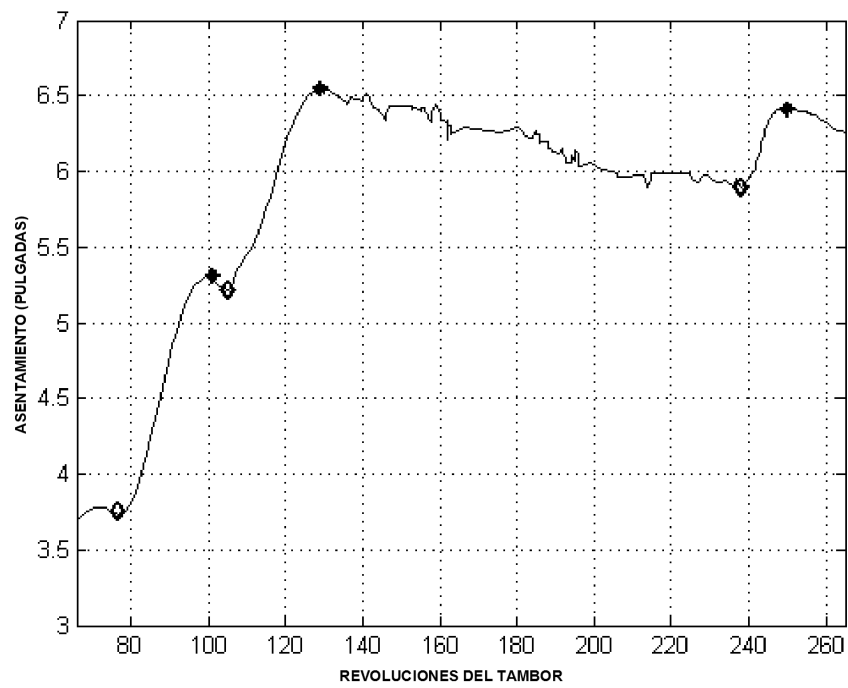


Fig. 1

HISTORIA DE ADICIONES POR CAMIÓN	
7:48 AM	
AGUA (gal/yd ³)	0,8
MEZCLA (oz/yd ³)	0
ASENTAMIENTO ANTES DE ADICIÓN	4,2
REVOLUCIONES ANTES DE ADICIÓN	43
TAMAÑO DE CARGA (yd)	8,0
RAZÓN	ASENTAMIENTO POR DEBAJO DEL DESEADO
8:01 AM	
AGUA (gal/yd ³)	0,5
MEZCLA (oz/yd ³)	0
ASENTAMIENTO ANTES DE ADICIÓN	4,9
REVOLUCIONES ANTES DE ADICIÓN	102
TAMAÑO DE CARGA (yd)	8,0
RAZÓN	AGUA SUBREPTICIA
8:07 AM	

Fig. 2