



# SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

## COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

**Radicado: 16060206**  
**Recibo: 17-78429**  
**Fecha: 28/09/2017**

**CAROLINA MERCEDES DAZA MONTALVO**  
**CC: 66.783.790**  
**Pago PSE No: 116234**  
**CUS: 284689849**

Patente PCT  
COMPOSICIÓN DE CEMENTO NOVEDOSA QUE COMPRENDE NANOPARTÍCULAS Y UN MÉTODO PARA CEMENTAR UNA FORMACIÓN SUBTERRÁNEA

### Detalle del pago

| Id.   | Rentístico  | Concepto y Servicio                                                         | Cant. | Val. Unit. | Subtotal   |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|------------|------------|
| 1     | 50005-01-01 | Solicitud examen de patentabilidad Patente de Invención (DESCUENTO INTERNET | 1     | \$ 996,000 | \$ 996,000 |
| TOTAL |             |                                                                             |       |            | \$ 996,000 |

Sede Centro: Carrera 13 No.27-00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá D.C. - Colombia

Web: [www.sic.gov.co](http://www.sic.gov.co) e-mail: [contactenos@sic.gov.co](mailto:contactenos@sic.gov.co) Conmutador: (571)5870000 Contact Center: (571)5920400

**COMPOSICIÓN DE CEMENTO NOVEDOSA QUE COMPRENDE  
NANOPARTÍCULAS Y UN MÉTODO PARA CEMENTAR UNA FORMACIÓN  
SUBTERRÁNEA  
ANTECEDENTES**

La cementación es una operación de pozo común. Por ejemplo, se pueden usar composiciones de cemento hidráulico en operaciones de cementación en las que se cementa una sarta de tubería, tal como una tubería de revestimiento o tubería de revestimiento corta, en un pozo. La sarta de tubería que se cementa aísla diferentes zonas del pozo entre sí y con respecto a la superficie. Se pueden usar composiciones de cemento hidráulico en la cementación primaria de la tubería de revestimiento o en operaciones de terminación. También es posible utilizar composiciones de cemento hidráulico en operaciones de intervención tales como en el taponamiento de zonas muy permeables o fracturas en zonas que pueden producir demasiada agua, taponamiento de grietas u orificios en sartas de tubería y similares.

Cementación y composiciones de cemento hidráulico

A la hora de realizar la cementación, se bombea una composición de cemento hidráulico como un fluido (típicamente en forma de suspensión o lechada) en una ubicación deseada en el pozo. Por ejemplo, a la hora de cementar una tubería de revestimiento o tubería de revestimiento corta, se bombea la composición de cemento hidráulico hacia el interior del espacio anular entre las superficies exteriores de una sarta de tubería y el agujero (es decir, la pared del pozo). Se le da tiempo a la composición de cemento para que fragüe en el espacio anular y así forme un revestimiento anular de cemento endurecido, sustancialmente impermeable. El cemento endurecido sostiene y coloca la sarta de tubería en el pozo y une las superficies exteriores de la sarta de tubería a las paredes del pozo.

El cemento hidráulico es un material que al mezclarse con agua se endurece o

fragúa con el paso del tiempo debido a una reacción química con el agua. Dado que esta es una reacción química con el agua, el cemento hidráulico es capaz de fraguar incluso en el agua. El cemento hidráulico, el agua y cualquier otro componente se mezclan para formar una composición de cemento hidráulico en el estado inicial de una suspensión, que debería ser un fluido durante un tiempo suficiente antes de fraguar para bombear la composición al pozo y colocarla en una ubicación deseada en el interior del pozo.

Los cementos convencionales pueden ser menos efectivos en entornos hostiles, particularmente al usar agua de mar o salobre, tales como formaciones subterráneas que consisten en pérdidas totales. Además, la calidad de la silicalita también puede reducir la eficacia del cemento. Por lo tanto, es necesario identificar una suspensión de cemento que sea útil en aplicaciones de pérdida de circulación, se pueda mezclar fácilmente y pueda afrontar entornos hostiles.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Las figuras que siguen se incluyen para ilustrar determinados aspectos de la presente invención y no deben considerarse como modalidades exclusivas. La materia descrita es pasible de modificaciones, alteraciones y equivalentes considerables en cuanto a forma y función, tal como se dará cuenta el experto en la técnica con el beneficio de la presente descripción.

La Fig. 1 muestra un ejemplo ilustrativo de un aparato útil para cementar un pozo con las composiciones de cemento de la invención.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

La presente invención se refiere por lo general al uso de composiciones de cemento en operaciones subterráneas y, más específicamente, a composiciones de cemento para aplicaciones de pérdida de circulación en condiciones hostiles y métodos de uso de estas composiciones en diversas operaciones subterráneas.

Un uso novedoso de arcilla sintética y nanomateriales los utilizará en composiciones de cemento para aplicaciones de pérdida de circulación. En un ejemplo de modalidad, un método de cementación de una formación subterránea comprende proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 40 % en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a alrededor de  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento). En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1% a alrededor de 3% en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1% a alrededor de 150% bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas

modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

La invención también se dirige a composiciones de cemento. En un ejemplo de modalidad, una composición de cemento de pozo comprende: materiales de cemento; fluidos de base acuosa; nanopartículas; arcilla sintética; y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a alrededor de  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento). En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1% a alrededor de 3% en peso de agua. Además,

en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1% a alrededor de 150% bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

La invención también se dirige a un sistema de cementación de pozos. En una modalidad, un sistema de cementación comprende un aparato configurado para: proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0% en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor

de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a alrededor de  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento). En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1 % a alrededor de 3 % en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1 % a alrededor de 150 % bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de

sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

### Nanomateriales

Los materiales con nanoestructura útiles en la presente invención incluyen la nanosílice, el nanocarbonato, la nanoalúmina y cualquier combinación de estos. Algunos ejemplos de modalidades de las composiciones de cemento comprenden nanosílice. La nanosílice puede describirse como nanosílice particulada. Es decir, la nanosílice puede ser de naturaleza particulada y no, por ejemplo, una sílice coloidal o una suspensión de sílice en solución. En efecto, en una modalidad, la nanosílice particulada puede agregarse a la composición de cemento como un polvo de nanosílice seco. De manera general, la nanosílice particulada puede definirse como nanosílice que tiene un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 100 nanómetros ("nm"). Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 1 nm a alrededor de 100 nm. En determinados ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 50 nm. Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 5 nm a alrededor de 50 nm. En determinados ejemplos de modalidades adicionales, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 30 nm. Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 5 nm a alrededor de 30 nm. Sin embargo, debería observarse que la nanosílice particulada puede utilizarse en combinación con partículas de sílice de diferentes tamaños de acuerdo con las modalidades de la presente. Por ejemplo, se puede incluir una cantidad de partículas de sílice con tamaños de partícula mayores que 100 nm en una composición de cemento de acuerdo con modalidades de la presente.

La nanosílice particulada que se utiliza en las modalidades de la presente, la cual puede incluir dióxido de silicio, puede tener un impacto en determinadas

características físicas de los cementos resultantes. Por ejemplo, en relación con la inclusión de sílice coloidal o partículas de sílice más grandes en una suspensión de cemento, la inclusión de nanosílice particulada en la suspensión de cemento puede proporcionar propiedades mecánicas mejoradas, tales como resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo de Young y coeficiente de Poisson. Además, la nanosílice particulada también puede incluirse en la composición de cemento como un acelerador del fraguado para acelerar el tiempo de fraguado de la composición de cemento resultante. Por consiguiente, una composición de cemento de acuerdo con modalidades de la presente puede comprender una cantidad suficiente de nanosílice particulada para proporcionar las características deseadas en un cemento resultante, en ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad en el intervalo de alrededor de 0,1 a alrededor de 5 gps. En ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad en el intervalo de alrededor de 0,5 a alrededor de 3,0 gps. Si bien las nanopartículas pueden incluir nanosílice, debería comprenderse que la composición de cemento puede comprender menos de alrededor de 25% de sílice bwc, de acuerdo con modalidades de la presente invención. Puede ser conveniente utilizar otros tipos de nanomateriales, de acuerdo con modalidades de la presente invención. Los ejemplos de esas nanopartículas incluyen nanoalúmina, nanocarbonato y combinaciones de estos. En determinados ejemplos de modalidades, las nanopartículas pueden ser de naturaleza particulada y no, por ejemplo, una nanopartícula coloidal o una suspensión de la nanopartícula en solución. Además, si bien la discusión que antecede se dirige al uso de nanosílice particulada en métodos de cementación de pozos, los expertos en la técnica apreciarán que la técnica de la presente también abarca el uso de nanopartículas en cualquiera de una variedad de tratamientos subterráneos diferentes.

#### Fluidos de base acuosa

Un fluido de base acuosa en las composiciones de cemento de la invención se encuentra presente en una cantidad suficiente para crear una suspensión que se

pueda bombear para la introducción en el interior del pozo. En algunas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas. El agua puede ser agua dulce, agua salobre, agua salada o cualquier combinación de estas. En determinadas modalidades, el agua puede estar presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 95% en peso de la composición de cemento, de alrededor de 28% a alrededor de 90% en peso de la composición de cemento, o de alrededor de 36% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento.

#### Arcilla sintética

En las composiciones de cemento de la invención se encuentran presentes arcillas sintéticas. Los ejemplos de arcillas sintéticas adecuadas incluyen, de modo no taxativo, silicatos en capas. En algunas modalidades, los cementos de la presente invención no incluyen la incorporación de una arcilla natural. En determinadas modalidades, las arcillas sintéticas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de 0,1 a alrededor de 3,0 % en peso.

#### Modificadores tixotrópicos

En las composiciones de cemento de la invención se encuentran presentes modificadores tixotrópicos. Los ejemplos de modificadores tixotrópicos adecuados incluyen sílice de gran área superficial finamente dividida, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. Un aditivo de cemento líquido hecho a partir de silicio finamente dividido y con gran área superficial, conocido comercialmente como Microblock, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. Un aditivo de cemento que incrementa el volumen, disminuye la densidad y suministra una acción detergente, se conoce comercialmente como Econolite, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, que también puede impartir tixotropía a una suspensión de cemento. Un aditivo de cemento de peso ligero útil como modificador tixotrópico, es una suspensión ácida cíclica coloidal que contiene partículas de ácido silícico, que por lo general presentan un tamaño de partícula menos de alrededor de 20 nm, conocido

comercialmente como GasCon 469, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. En determinadas modalidades, los modificadores tixotrópicos se encuentran presente en la cantidad de alrededor de 0,1 % a alrededor de 150 % bwc.

#### Material de cemento

Puede utilizarse una variedad de cementos en la presente invención, incluidos los cementos compuestos por calcio, aluminio, silicio, oxígeno, y/o azufre, los cuales pueden fraguarse y endurecerse mediante reacción con agua. Esos cementos hidráulicos incluyen cementos de Pórtland, cementos de yeso, cementos con alto contenido de alúmina, cementos de escoria, cementos con alto contenido de óxido de magnesio, cementos de esquisto, cementos ácidos/básicos, cementos de ceniza volante, sistemas de cemento de zeolita, sistemas de cemento de polvo de horno, cementos microfinos, metacaolín, piedra pómez y sus combinaciones. En algunas modalidades, los cementos de Pórtland del API adecuados provienen de las Clases A, C, H y G.

#### Densidad de la suspensión

En determinadas modalidades, las composiciones de cemento tienen una densidad de suspensión que se puede bombear para la introducción en el interior del pozo. En ejemplos de modalidades, la densidad de la composición de cemento en suspensión es de alrededor de 838 (kg/m<sup>3</sup>) a alrededor de 2397 (kg/m<sup>3</sup>), de alrededor de 958.6 (kg/m<sup>3</sup>) a alrededor de 2157 (kg/m<sup>3</sup>) o de alrededor de 1078 (kg/m<sup>3</sup>) a alrededor 2037 (kg/m<sup>3</sup>).

#### Aditivos de cemento

Las composiciones de cemento de la invención pueden contener aditivos. En determinadas modalidades, los aditivos comprenden al menos resinas, látex, estabilizadores, sílice, puzolanas, microesferas, superabsorbentes acuosos, agentes viscosificantes, agentes de suspensión, agentes dispersantes, sales, acelerantes, tensioactivos, retardantes, desespumantes, agentes de prevención de

sedimentación, materiales espesantes, agentes de control de pérdida de fluidos, elastómeros, esquisto vitrificado, aditivos de control de migración de gas, agentes de acondicionamiento de formaciones y/o combinaciones de estos.

Los ejemplos de composiciones de cemento que se describen en la presente pueden afectar directa o indirectamente a uno o más componentes o equipos relacionados con la preparación, el suministro, la recaptura, el reciclaje, la reutilización y/o el desecho de las composiciones de cemento descritas. Por ejemplo, y con referencia a la FIG. 1, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a uno o más componentes o equipos asociados con un ejemplo de montaje de perforación de pozo 100, de acuerdo con una o más modalidades. Debería observarse que si bien la FIG. 1 representa, de manera general, un montaje de perforación terrestre, los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que los principios descritos en la presente pueden aplicarse igualmente a operaciones de perforación submarina que emplean plataformas y equipos de perforación flotantes o marítimos, sin apartarse del alcance de la descripción.

Tal como se ilustra, el montaje de perforación 100 puede incluir una plataforma de perforación 102 en la cual se apoya una torre de perforación 104 que tiene un aparejo móvil 106 para levantar y bajar una sarta de perforación 108. La sarta de perforación 108 puede incluir, de modo no taxativo, una columna de perforación y tubería flexible, tal como es de conocimiento general para los expertos en la técnica. La sarta de perforación 108 se apoya sobre un vástago de perforación 110, a medida que este desciende a través de una mesa rotatoria 112. Una barrena de perforación 114 se encuentra acoplada al extremo distal de la sarta de perforación 108 y es accionada ya sea por un motor en el fondo del pozo y/o mediante la rotación de la sarta de perforación 108 desde la superficie del pozo. A medida que la barrena 114 gira, crea un agujero 116 que penetra varias formaciones subterráneas 118.

Una bomba 120 (por ejemplo, una bomba de lodo) hace circular el fluido de perforación 122 a través de una tubería de alimentación 124 y hacia el vástago de perforación 110, que transporta el fluido de perforación 122 hacia el fondo del pozo

a través del interior de la sarta de perforación 108 y a través de uno o más orificios en la barrena de perforación 114. Luego, se hace circular el fluido de perforación 122 nuevamente hacia la superficie a través de un espacio anular 126 definido entre la sarta de perforación 108 y las paredes del agujero 116. En la superficie, el fluido de perforación 122 usado o que se vuelve a circular sale del espacio anular 126 y se puede transportar hacia una o más unidades de procesamiento de fluidos 128 a través de una línea de flujo interconectada 130. Después de atravesar la o las unidades de procesamiento de fluidos 128, un fluido de perforación 122 "limpio" se deposita en una pileta de retención 132 cercana (es decir, una pileta de lodo). Si bien se ilustran dispuestas en la salida del pozo 116 a través del espacio anular 126, los expertos en la técnica se darán cuenta fácilmente que la o las unidades de procesamiento de fluidos 128 pueden disponerse en cualquier otra ubicación en el montaje de perforación 100 para facilitar su funcionamiento adecuado, sin apartarse del alcance de la descripción.

Pueden agregarse una o más de las composiciones de cemento descritas al fluido de perforación 122 a través de una tolva de mezcla 134 acoplada de manera comunicativa o de otro modo en comunicación fluida con la pileta de retención 132. La tolva de mezcla 134 puede incluir, de modo no taxativo, mezcladores y equipos de mezcla relacionados conocidos por los expertos en la técnica. En otras modalidades, sin embargo, las composiciones de cemento descritas se pueden agregar al fluido de perforación 122 en cualquier otra ubicación en el montaje de perforación 100. En al menos una modalidad, por ejemplo, puede haber más de una pileta de retención 132, tal como múltiples piletas de retención 132 en serie. Además, la pileta de retención 132 puede representar uno o más centros y/o unidades de almacenamiento de fluido, donde las composiciones de cemento descritas se pueden almacenar, reacondicionar y/o regular hasta agregarse al fluido de perforación 122.

Tal como se mencionó anteriormente, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a los componentes y equipos del montaje de perforación 100. Por ejemplo, las composiciones de cemento descritas pueden

afectar directa o indirectamente a la o las unidades de procesamiento de fluidos 128, que pueden incluir, de modo no taxativo, un agitador (por ejemplo, agitador de esquierto), una centrifugadora, un hidrociclón, un separador (incluidos los separadores magnéticos y eléctricos), un separador de limo, un desarenador, un separador, un filtro (por ejemplo, filtros de tierra diatomácea), un intercambiador de calor y/o cualquier equipo de reciclaje de fluido. Las unidades de procesamiento de fluidos 128 pueden incluir además uno o más sensores, calibradores, bombas, compresores y similares usados para almacenar, monitorear, regular y/o reacondicionar los ejemplos de composiciones de cemento.

Las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a la bomba 120, que incluye de forma representativa cualquier conducto, tubería, remolque, estructura tubular y/o tubo que se use para transportar de forma fluidica las composiciones de cemento hacia el interior del pozo, cualquier bomba, compresor o motor (por ejemplo, en la parte superior o en el fondo del pozo) que se use para poner las composiciones de cemento en movimiento, cualquier válvula o junta relacionada que se use para regular la presión o velocidad de flujo de las composiciones de cemento, así como cualquier sensor (es decir, de presión, temperatura, velocidad de flujo, etc.), calibrador y/o combinaciones de estos, y similares. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a la tolva de mezcla 134 y la pileta de retención 132 y sus distintas variantes.

Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a los distintos equipos y herramientas del fondo del pozo que pueden entrar en contacto con las composiciones de cemento tales como, de modo no taxativo, la sarta de perforación 108, flotadores, portamechas, motores de lodo, motores de fondo de pozo y/o bombas asociadas a la sarta de perforación 108 y herramientas de MWD/LWD y equipos de telemetría relacionados, sensores o sensores distribuidos asociados a la sarta de perforación 108. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a cualquier intercambiador de calor, válvula y dispositivo de accionamiento de fondo

de pozo correspondiente, cierres de herramientas, obturadores y otros dispositivos o componentes de aislamiento del pozo y similares asociados al pozo 116. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a la barrena de perforación 114, que puede incluir, de modo no taxativo, barrenas de conos giratorios, barrenas de PDC, barrenas de diamante natural, abrehoyos, escariadores, barrenas de extracción de núcleos, etc.

Si bien no se ilustran específicamente en la presente, las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a cualquier equipo de suministro o transporte que se use para transportar las composiciones de cemento al montaje de perforación 100 tal como, por ejemplo, cualquier recipiente de transporte, conducto, tubería, remolque, tubular y/o cañería que se use para mover de forma fluidica las composiciones de cemento de una ubicación a otra, cualquier bomba, compresor o motor que se use para poner en movimiento las composiciones de cemento, cualquier válvula o junta relacionada que se use para regular la presión o velocidad de flujo de las composiciones de cemento y cualquier sensor (es decir, presión y temperatura), calibradores y/o combinaciones de estos, y similares.

Habiéndose descrito la invención en líneas generales, se proporcionan los siguientes ejemplos como modalidades particulares de la invención y a los efectos de demostrar su puesta en práctica y sus ventajas. Se comprende que los ejemplos se proporcionan a modo ilustrativo y no se pretende que limiten de forma alguna la memoria descriptiva ni las reivindicaciones que siguen.

## EJEMPLOS

### Preparación de las suspensiones

Se prepararon catorce suspensiones de cemento diferentes (Suspensión 1 - Suspensión 14). Las suspensiones se prepararon mediante la hidratación de la arcilla en agua a 4000 rpm en un mezclador de Waring y mediante la posterior incorporación de cemento, cemento de micromatriz, nanosílice, Microblock™ y

Econolite™ al agua de mezcla para formar la suspensión respectiva. Luego se evaluaron las suspensiones para determinar diversas propiedades físicas de las diferentes suspensiones. Todas las pruebas se realizar mediante el uso de API RP-10B -2, julio de 2010.

TABLA 1: Diseños de suspensiones con reología y resistencia de gel

| Material                  | Suspensión 1 | Suspensión 2 | Suspensión 3 | Suspensión 4 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cemento de clase G        | 100          | 100          | 100          | 100          |
| % pp de Laponite™ EP      | 1            | 2            | 2            | 2            |
| Nanosílice gps            | -            | -            | 1            | -            |
| Microblock™ gps           | -            | -            | -            | 10           |
| Agua gps                  | 35,4         | 35,5         | 35,73        | 48,53        |
|                           |              |              |              |              |
| Reología en FYSA          | 110°F        | 110°F        | 110°F        | 110°F        |
| 3                         | 2            | 5            | 19           | 32           |
| 6                         | 3            | 7            | 20           | 34           |
| 100                       | 10           | 13           | 24           | 48           |
| 200                       | 12           | 17           | 27           | 54           |
| 300                       | 18           | 21           | 30           | 64           |
| 10 s gel<br>0.049 kg/m2   | 3            | 7            | 19           | 34           |
| 10 min gel<br>0.049 kg/m2 | 18           | 34           | 41           | 54           |

(A) Efecto del contenido de cloruro en agua sobre la propiedad de la suspensión

Para determinar el efecto del contenido de cloruro presente en el agua sobre los cementos, se elaboró una mezcla de cemento que incluía el silicato en capas Laponite™ EP de acuerdo con la Tabla 2. Los resultados, incluida la resistencia de gel, se resumen en la Tabla 3.

TABLA 2: Diseño de suspensión de Laponite EP

| Material                       | Suspensión 5 |
|--------------------------------|--------------|
| % bwc de cemento de clase G    | 100          |
| % bwc de cemento Micro Matrix™ | 20           |
| % pp de Laponite™ EP           | 1,5          |
| Nanosílice gps                 | 1,5          |
| Microblock™ gps                | 4            |
| Econolite™ líquido gps         | 0,5          |
| Agua gps                       | 47,71        |

TABLA 3: Efecto del contenido de cloruro en agua sobre la reología y la resistencia de gel

| FFYSA<br>rpm | Suspensión 5 |      |                              |      |             |      |
|--------------|--------------|------|------------------------------|------|-------------|------|
|              | Agua dulce   |      | 2000 ppm de agua con cloruro |      | Agua de mar |      |
|              | 26°C         | 48°C | 26°C                         | 48°C | 26°C        | 48°C |
| 300          | 70           | 65   | 70                           | 75   | 55          | 50   |
| 200          | 55           | 60   | 55                           | 60   | 50          | 40   |
| 100          | 50           | 55   | 50                           | 60   | 50          | 45   |
| 60           | 43           | 45   | 45                           | 45   | 40          | 30   |
| 30           | 40           | 40   | 43                           | 45   | 35          | 25   |
| 6            | 35           | 30   | 35                           | 35   | 35          | 20   |
| 3            | 35           | 30   | 35                           | 35   | 35          | 20   |
| 10 s gel     | 35           | 30   | 38                           | 42   | 57          | 20   |
| 10 min gel   | 70           | 90   | 85                           | 100  | 125         | 70   |

El Laponite™ EP muestra un buen registro de resistencia de gel en agua dulce y en agua de mar.

(B) Diseños de suspensiones adicionales con Laponite™ EP

La Tabla 4 a continuación resume diferentes muestras de suspensiones que incluyen Laponite EP y agua dulce. La Tabla 5 muestra las propiedades reológicas.

TABLA 4: Diferentes diseños de suspensiones de Laponite™ EP

| Material                       | Suspensión 6 | Suspensión 7 | Suspensión 8 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| % bwc de cemento de clase G    | 100          | 100          | 100          |
| % bwc de cemento Micro Matrix™ | 10           | 13           | 13           |
| % bwc de silicalita™           | 40           | 50           | 30           |
| Nanosílice gps                 | 1,5          | 1,5          | 1,5          |
| % bww de Laponite™ EP          | 1,5          | 1,5          | 1,5          |
| % bwc de SA-1015™              | 0,1          | 0,1          | 0,1          |
| % bwc de metacaolín            | -            | -            | 20           |
| Agua dulce gps                 | 51,7         | 46,1         | 47           |

TABLA 5: Reología en FYSA

|        | Suspensión 6 | Suspensión 7 | Suspensión 8 |
|--------|--------------|--------------|--------------|
| F1 Bob | 87°C         | 87°C         | 87°C         |
| 3      | 14           | 6            | 7            |
| 6      | 15           | 7            | 8            |
| 100    | 40           | 21           | 19           |
| 200    | 48           | 28           | 22           |
| 300    | 52           | 29           | 23           |

TABLA 6: Diferentes diseños de suspensiones de Laponite™ EP en agua dulce y agua salada

| Material                    | Suspensión 9 | Suspensión 10 | Suspensión 11 | Suspensión 12 | Suspensión 13 | Suspensión 14 |
|-----------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| % bwc de cemento de clase G | 100          | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |

|                                |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| % bwc de cemento Micro Matrix™ | 10  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  |
| % bwc de silica-lita™          | 40  | -   | -   | -   | -   | -   |
| Nanosílice gps                 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| % bww de Laponite™ EP          | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| % bwc de metacaelín            | -   | 50  | 50  | -   | -   | -   |
| % bwc de escoria de GGBF       | -   | -   | -   | 50  | -   | -   |
| % bwc de GasCon™ 469           | -   | -   | -   | -   | 5   | -   |
| Microblock™ gps                | -   | -   | -   | -   | -   | 4   |

|                 |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| Agua dulce gps  | 51,7 | 48,5 | -    | -    | -    | -    |
| Agua salada gps | -    | -    | 56,4 | 57,2 | 36,0 | 43,8 |

TABLA 7: Reología y resistencia de gel en FYSA

|            | Suspensión 9 | Suspensión 10 | Suspensión 11    | Suspensión 12 |       | Suspensión 13 |                  | Suspensión 14 |      |
|------------|--------------|---------------|------------------|---------------|-------|---------------|------------------|---------------|------|
| FYSA       | 87°C         | 87°C          | 87°C             | 26 °C         | 87 °C | 26 °C         | 87°C             | 26 °C         | 87°C |
| 3          | 34           | 25            | 10               | 12            | 3     | 17            | 24               | 15            | 7    |
| 6          | 32           | 22            | 9                | 13            | 4     | 18            | 19               | 13            | 5    |
| 100        | 39           | 27            | 11               | 15            | 6     | 25            | 17               | 21            | 9    |
| 200        | 40           | 33            | 12               | 18            | 8     | 29            | 18               | 22            | 14   |
| 300        | 39           | 37            | 16               | 21            | 13    | 30            | 21               | 25            | 18   |
| 10 s gel   | 34           | 13            | 15               | 10            | 6     | 17            | 10               | 14            | 10   |
| 10 min gel | 294          | 240           | 300 <sup>+</sup> | 91            | 26    | 27            | 300 <sup>+</sup> | 70            | 32   |

Econolite™ es un aditivo de cemento para aumentar el volumen y disminuir la densidad, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. La escoria GGBF es escoria molida, granulada y de horno alto. El cemento Micro Matrix™ es un cemento ultrafino, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, y útil para la cementación en los casos en que se requiere la penetración de grietas pequeñas. SA-1015™ es un aditivo de cemento que actúa como un agente de suspensión, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. El aditivo de cemento Silicalite™ está hecho de una sílice de gran área superficial finamente dividida, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, y puede impartir tixotropía a algunas suspensiones de cemento.

Tal como se observó en los ejemplos anteriores, los cementos de la presente invención tienen propiedades reológicas y tixotrópicas mejoradas. Los cementos resultantes tienen un contenido sólido bajo, dependen del cizallamiento y son eficaces en un intervalo amplio de temperaturas.

Si bien se han mostrado y descrito modalidades preferidas de la invención, el experto en la técnica puede realizar modificaciones a estas sin apartarse del espíritu y los principios de la invención. Las modalidades descritas en la presente son meramente ilustrativas y no se pretende que sean taxativas. Son posibles muchas variaciones y modificaciones de la invención descrita en la presente y estas quedan comprendidas dentro del alcance de la invención. Se pretende que el uso del término «opcionalmente» con respecto a cualquier elemento de una reivindicación indique que el elemento objeto es necesario o, de manera alternativa, no es necesario. Se pretende que ambas alternativas queden comprendidas dentro del alcance de la reivindicación.

Muchas otras modificaciones, equivalentes y alternativas serán evidentes para los expertos en la técnica una vez que se tenga en cuenta la descripción anterior en su totalidad. Se pretende que las siguientes reivindicaciones comprendan todas las modificaciones, equivalentes y alternativas mencionadas, cuando corresponda.

P-11285

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  
**DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

E. S. D.

Re: Expediente No. **16-060.206**

Solicitud de patente a nombre de **HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC.**

Yo, CAROLINA DAZA MONTALVO identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, piso 3, obrando como apoderada de la sociedad HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC., domiciliada en Texas, Estados Unidos de América, solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. **8290** notificado el 12 de junio de 2017, relacionado con concepto técnico de fondo, y teniendo en cuenta la solicitud de prórroga por treinta (30) días presentada el 5 de septiembre de 2017, atentamente me permito informar que, con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, se realizan las siguientes modificaciones:

**1. Reivindicaciones**

En relación con las objeciones sobre la falta de claridad de las reivindicaciones, presento junto con este memorial un nuevo capítulo reivindicatorio, el cual consta de siete (7) reivindicaciones, y que reemplaza completamente el presentado anteriormente. Específicamente, se realizaron las siguientes modificaciones:

- 1.1 No se incluye la antigua reivindicación 2.
- 1.2 Se reemplazaron algunos de los términos considerados como generales.
- 1.3 Se eliminó el término “*al menos*” considerado como indefinido y/o impreciso.
- 1.4 Se corrigió la falsa dependencia de la antigua reivindicación 8.
- 1.5 Se especificó el equivalente de las unidades m<sup>3</sup>/saco.

En cuanto a estas modificaciones, me permito decir que las mismas no amplían de ninguna manera la materia objeto de la presente solicitud y se realizaron con el ánimo

---

de superar las objeciones de claridad, novedad y nivel inventivo planteadas por el examinador en su concepto técnico.

## **2. Pago de tasas**

Considerando que el presente memorial se presenta junto con modificaciones a las reivindicaciones, se adjunta recibo por concepto de examen de patentabilidad, según lo establecido en la Resolución 3719 de 2016.

En relación con el número de reivindicaciones, atentamente nos permitimos decir que no se adjunta tasa por concepto de reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo capítulo reivindicatorio tiene menor número de reivindicaciones que el anteriormente presentado y en esencia es el mismo objeto, pero definido con mayor claridad.

## **3. Claridad de la solicitud**

El solicitante manifiesta que mediante la presentación del nuevo capítulo reivindicatorio quedan subsanadas la totalidad de las objeciones, de modo tal que las nuevas reivindicaciones proporcionan claridad y concisión a la invención descrita, siguiendo las recomendaciones realizadas por el examinador en su concepto técnico.

3.1 Como primera medida se informa que el nuevo capítulo reivindicatorio no incluye la antigua reivindicación 2. Las características técnicas reclamadas en dicha reivindicación han sido incluidas en la antigua reivindicación 1.

3.2 En cuanto a los términos “*fluido base acuosa*”, “*modificador tixotrópico*”, “*arcilla sintética*”, “*materiales sólidos*”, “*resinas*”, “*látex*”, “*estabilizadores*”, “*microsfers*”, “*superabsorbentes acuosos*”, “*agentes viscosificantes*”, “*agentes de suspensión*”, “*agentes dispersantes*”, “*sales*”, “*acelerantes*”, “*tensioactivos*”, “*retardantes*”, “*desespumantes*”, “*agentes de prevención de sedimentación*”, “*materiales espesantes*”, “*agentes de control de pérdida de fluidos*”, “*elastómeros*”, “*esquisto vitrificado*”, “*aditivos de control de migración*”, “*agentes de acondicionamiento de formaciones*”, “*curado*”, “*proporcionar*”, “*introducir*” y “*curar*” considerados como generales, se aclara que:

- Los términos “*curado*” y “*curar*” han sido reemplazados por “*fraguado*” y “*fraguar*”, los cuales son ampliamente entendidos por una persona versada en la técnica.
- El término “*fluido base acuosa*” es claramente definido cuando se menciona “*fluido de base acuosa que se selecciona de al menos uno de agua dulce, agua salobre, agua salada y/o combinaciones de estas*”.

- El término “*modificador tixotrópico*” es claramente definido cuando se menciona “*un modificador tixotrópico, se selecciona entre sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos*”.
- Una persona versada en la técnica entiende fácilmente que el término “*materiales sólidos*” hace referencia a “*al material de cemento, las nanopartículas, la arcilla sintética y el modificador tixotrópico*”.
- Teniendo en cuenta que los principales componentes de la composición de cemento corresponden a “*material de cemento*”, “*fluido de base acuosa*”, “*nanopartículas*”, “*arcilla sintética*” y “*modificador tixotrópico*” como se divulga en la reivindicación 1, mientras que las “*resinas*”, “*látex*”, “*estabilizadores*”, “*microsféricas*”, “*superabsorbentes acuosos*”, “*agentes viscosificantes*”, “*agentes de suspensión*”, “*agentes dispersantes*”, “*sales*”, “*acelerantes*”, “*tensioactivos*”, “*retardantes*”, “*desespumantes*”, “*agentes de prevención de sedimentación*”, “*materiales espesantes*”, “*agentes de control de pérdida de fluidos*”, “*elastómeros*”, “*esquisto vitrificado*”, “*aditivos de control de migración*” y “*agentes de acondicionamiento de formaciones*” corresponden a componentes auxiliares de la composición de cemento, no es necesario definir dichos componentes auxiliares dado que su restricción sería limitar innecesariamente la materia a proteger en la presente solicitud.
- Los términos “*arcilla sintética*”, “*proporcionar*” e “*introducir*” son fácilmente entendidos por una persona versada en la técnica a la luz de sus conocimientos estándar.

3.3 En relación con los términos “*al menos*” y “*alto contenido*” considerados como indefinidos y/o imprecisos, se informa que:

- El término “*al menos*” ha sido eliminado del capítulo reivindicatorio.
- Los términos “*cementos con alto contenido de alúmina*” y “*cementos con alto contenido de óxido de magnesio*” son fácilmente entendidos por un experto en la técnica a la luz de sus conocimientos estándar; quien sabe por ejemplo que un “*cemento con alto contenido de alúmina*” se refiere a “*cementos refractarios en los que el contenido de alúmina es igual o superior al 70%, el contenido de CaO es de 28% o menos*”<sup>1</sup>.

3.4 Adicionalmente, se informa que se ha corregido la falsa dependencia que contenía la antigua reivindicación 8 en relación la inexistente reivindicación 15.

3.5 Además, se informa que se ha especificado el equivalente en “*m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento*” de los valores reportados en “*m<sup>3</sup>/saco*” considerando que “*saco*” es una unidad de

<sup>1</sup> [http://www.almatis.com/media/3986/high-calcium-aluminate-cements\\_and\\_chemical\\_binders.pdf](http://www.almatis.com/media/3986/high-calcium-aluminate-cements_and_chemical_binders.pdf). Página 3

---

medida del cemento portland<sup>2</sup> y “1 saco” corresponde a “0.10571721050064 m<sup>3</sup>”<sup>3</sup>.

- 3.6 Su Despacho ha indicado que el método divulgado en la antigua reivindicación 8 no enseña sus condiciones técnicas. En dicho respecto se reitera que el método descrito se define en tres etapas secuenciales, tal y como lo establece nuestra legislación. No se introducen condiciones de operación, en vista de que las temperaturas y presiones pueden *variar de pozo en pozo*, lo cual es ampliamente conocido por una persona versada en la técnica.

En consecuencia, nos permitimos indicar que el presente capítulo reivindicatorio, que incluye siete (7) reivindicaciones, se ajusta a las disposiciones del artículo 30 de la Decisión 486/00.

#### 4. Descripción

Adicionalmente, se informa que se presenta un nuevo capítulo descriptivo en el cual se ha especificado el equivalente en “m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento” de los valores reportados en “m<sup>3</sup>/saco” considerando que “saco” es una unidad de medida del cemento portland<sup>2</sup> y “1 saco” corresponde a “0.10571721050064 m<sup>3</sup>”<sup>3</sup>. En cuanto a la unidad “gal/saco” se informa que ésta no es incluida en el capítulo descriptivo.

#### 5. Novedad y Nivel Inventivo

El examinador establece en su concepto técnico la falta de novedad de la antigua reivindicación 8 y la falta de nivel inventivo de las antiguas reivindicaciones 1 y 3 a 8 a la luz de las enseñanzas técnicas descritas en el documento US20120192768 (D1).

En este sentido, me permito decir que el artículo 16 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina establece que la invención se considera nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica. Si de acuerdo con el espíritu de la norma legal indicada, la invención no se considera como nueva si está “comprendida” en el estado de la técnica, dicha norma se está refiriendo, naturalmente, a la totalidad del invento y no a alguno o a algunos de los componentes.

Así, para que la invención pierda su calidad de novedosa, es claro que ella, TODA ELLA, ha de estar contenida en el “conjunto de conocimientos existentes que son aplicables al proceso industrial” como define el estado de la técnica el Tribunal de justicia del Acuerdo de Cartagena (Proceso No. 6-IP-89, sentencia de 31 de octubre de 1989, publicada en

---

<sup>2</sup> <http://www.glossary.oilfield.slb.com/en/Terms/s/sack.aspx>

<sup>3</sup> [http://www.smartconversion.com/unit\\_conversion/Volume\\_conversion\\_table.aspx](http://www.smartconversion.com/unit_conversion/Volume_conversion_table.aspx)

---

Jurisprudencia del Tribunal de Justicia del Acuerdo de Cartagena, Tomo 11, BID-INTAL, Buenos Aires, 1994, página 60).

Aplicando lo anterior al caso concreto, para que las razones que aduce ese Despacho para desvirtuar la novedad fuesen ciertas, sería forzoso que se demostrara que la invención de mi mandante esté comprendida en el estado de la técnica, específicamente en el documento D1, de forma TOTAL, lo cual no sucede con la materia reclamada en el nuevo capítulo reivindicatorio.

En cuanto al nivel inventivo, me permito indicar que el artículo 18 de la Decisión 486 establece que *“Se considerará que una invención tiene nivel inventivo, si para una persona del oficio normalmente versada en la materia técnica correspondiente, esa invención no hubiese resultado obvia ni se hubiese derivado de manera evidente del estado de la técnica”*.

Lo anterior significa que el análisis de nivel inventivo **NO** es una comparación de los objetos de las anterioridades y la solicitud en estudio. El análisis de nivel inventivo **debe demostrar** la obviedad de la invención y establecer cómo ésta no contiene un salto cualitativo, que demuestre su altura inventiva, teniendo en cuenta que se hace **necesario demostrar** que la invención analizada carece de nivel inventivo y hubiese sido obvia para una persona versada en la materia.

Considerando las anteriores definiciones y teniendo en cuenta las modificaciones realizadas al capítulo reivindicatorio, principalmente la inclusión en la antigua reivindicación 1 de las características técnicas divulgadas en la antigua reivindicación 2, considerada como novedosa e inventiva de acuerdo con el oficio que se contesta, es deseo del solicitante manifestar que las nuevas reivindicaciones son nuevas e inventivas en relación con el documento citado D1.

De esta manera, es claro que las nuevas reivindicaciones 1 a 7 cumplen con los requisitos de novedad y nivel inventivo, tal como se define en los artículos 16 y 18 de la Decisión 486 y como se explica detalladamente en el Manual Andino y la Guía para Examinadores de la Superintendencia de Industria y Comercio.

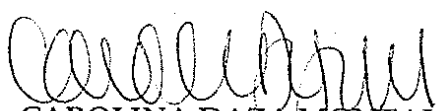
Habiendo atendido cabalmente las objeciones presentadas por ese despacho, atentamente solicitamos se conceda el privilegio de patente de invención a la solicitud en estudio o si el señor examinador considera que subsisten razones para objetar la presente invención, rogamos expedir otro examen de fondo con los debidos motivos y razones que sustenten su objeción con el fin de que nuestro mandante tenga la posibilidad de exponer sus argumentos con base en la interpretación de los artículos 45 de la Decisión 486 -el cual otorga la facultad al examinador para emitir los exámenes de fondo- y 42 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso

---

Administrativo que señala que: “*habiéndose dado oportunidad a los interesados para expresar sus opiniones, y con base en las pruebas e informes disponibles, se tomará la decisión, que será motivada. La decisión resolverá todas las peticiones que hayan sido oportunamente planteadas dentro de la actuación por el peticionario y por los terceros reconocidos*”, (el subrayado es nuestro).

En consecuencia, solicitamos a ese Despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional.

Señor Director,



CAROLINA DAZA MONTALVO

C.C. 66.783.790 de Palmira Valle

TP-141563 CSJ

[notificaciones@clarkemodet.com.co](mailto:notificaciones@clarkemodet.com.co)

---

**ANEXOS**

- Nuevo capítulo reivindicatorio conformado por siete (7) reivindicaciones.
- Nuevo capítulo descriptivo.
- Comprobante de pago de tasa de nuevo examen de patentabilidad.

## **REIVINDICACIONES**

1. Una composición de cemento que comprende:
  - material de cemento que se selecciona de cementos de Pórtland, cementos de yeso, cementos con alto contenido de alúmina, cementos de escoria, cementos con alto contenido de óxido de magnesio, cementos de esquisto, cementos ácidos/básicos, cementos de ceniza volante, sistemas de cemento de zeolita, sistemas de cemento de polvo de horno, cementos microfinos, metacaolín, piedra pómez y/o combinaciones de estos;
  - fluido de base acuosa que se selecciona de agua dulce, agua salobre, agua salada y/o combinaciones de estas, y se encuentra presente en la composición de cemento en una cantidad de 20% a 80% en peso de cemento;
  - nanopartículas que se seleccionan de nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos, y se encuentran presentes en una cantidad de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento);
  - arcilla sintética; y
  - un modificador tixotrópico, se selecciona entre sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos, y se encuentra presente en una cantidad de 0,1% a 150% bwc,en donde los materiales sólidos constituyen de 10% en peso a 20% en peso del peso total de la composición de cemento.
2. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde las nanopartículas tienen un diámetro de 2 a 100 micrómetros.
3. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de 0,1% a 3,0% en peso de agua.
4. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde no se agrega arcilla natural a la composición de cemento.
5. La composición de cemento de la reivindicación 1, que adicionalmente comprende resinas, látex, estabilizadores, sílice, puzolanas, microesferas,

superabsorbentes acuosos, agentes viscosificantes, agentes de suspensión, agentes dispersantes, sales, acelerantes, tensioactivos, retardantes, desespumantes, agentes de prevención de sedimentación, materiales espesantes, agentes de control de pérdida de fluidos, elastómeros, esquisto vitrificado, aditivos de control de migración de gas, agentes de acondicionamiento de formaciones y/o combinaciones de estos.

6. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde la densidad del cemento antes del fraguado es de 840 kg/m<sup>3</sup> a 1440 kg/m<sup>3</sup>.
7. Un método de cementación de una formación subterránea que comprende:
  - proporcionar la composición de la reivindicación 1;
  - introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y
  - fraguar la composición de cemento.

**COMPOSICIÓN DE CEMENTO NOVEDOSA QUE COMPRENDE  
NANOPARTÍCULAS Y UN MÉTODO PARA CEMENTAR UNA FORMACIÓN  
SUBTERRÁNEA  
ANTECEDENTES**

La cementación es una operación de pozo común. Por ejemplo, se pueden usar composiciones de cemento hidráulico en operaciones de cementación en las que se cementa una sarta de tubería, tal como una tubería de revestimiento o tubería de revestimiento corta, en un pozo. La sarta de tubería que se cementa aísla diferentes zonas del pozo entre sí y con respecto a la superficie. Se pueden usar composiciones de cemento hidráulico en la cementación primaria de la tubería de revestimiento o en operaciones de terminación. También es posible utilizar composiciones de cemento hidráulico en operaciones de intervención tales como en el taponamiento de zonas muy permeables o fracturas en zonas que pueden producir demasiada agua, taponamiento de grietas u orificios en sartas de tubería y similares.

**Cementación y composiciones de cemento hidráulico**

A la hora de realizar la cementación, se bombea una composición de cemento hidráulico como un fluido (típicamente en forma de suspensión o lechada) en una ubicación deseada en el pozo. Por ejemplo, a la hora de cementar una tubería de revestimiento o tubería de revestimiento corta, se bombea la composición de cemento hidráulico hacia el interior del espacio anular entre las superficies exteriores de una sarta de tubería y el agujero (es decir, la pared del pozo). Se le da tiempo a la composición de cemento para que fragüe en el espacio anular y así forme un revestimiento anular de cemento endurecido, sustancialmente impermeable. El cemento endurecido sostiene y coloca la sarta de tubería en el pozo y une las superficies exteriores de la sarta de tubería a las paredes del pozo.

El cemento hidráulico es un material que al mezclarse con agua se endurece o

fragúa con el paso del tiempo debido a una reacción química con el agua. Dado que esta es una reacción química con el agua, el cemento hidráulico es capaz de fraguar incluso en el agua. El cemento hidráulico, el agua y cualquier otro componente se mezclan para formar una composición de cemento hidráulico en el estado inicial de una suspensión, que debería ser un fluido durante un tiempo suficiente antes de fraguar para bombear la composición al pozo y colocarla en una ubicación deseada en el interior del pozo.

Los cementos convencionales pueden ser menos efectivos en entornos hostiles, particularmente al usar agua de mar o salobre, tales como formaciones subterráneas que consisten en pérdidas totales. Además, la calidad de la silicalita también puede reducir la eficacia del cemento. Por lo tanto, es necesario identificar una suspensión de cemento que sea útil en aplicaciones de pérdida de circulación, se pueda mezclar fácilmente y pueda afrontar entornos hostiles.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Las figuras que siguen se incluyen para ilustrar determinados aspectos de la presente invención y no deben considerarse como modalidades exclusivas. La materia descrita es pasible de modificaciones, alteraciones y equivalentes considerables en cuanto a forma y función, tal como se dará cuenta el experto en la técnica con el beneficio de la presente descripción.

La Fig. 1 muestra un ejemplo ilustrativo de un aparato útil para cementar un pozo con las composiciones de cemento de la invención.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

La presente invención se refiere por lo general al uso de composiciones de cemento en operaciones subterráneas y, más específicamente, a composiciones de cemento para aplicaciones de pérdida de circulación en condiciones hostiles y métodos de uso de estas composiciones en diversas operaciones subterráneas.

Un uso novedoso de arcilla sintética y nanomateriales los utilizará en composiciones de cemento para aplicaciones de pérdida de circulación. En un ejemplo de modalidad, un método de cementación de una formación subterránea comprende proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 40 % en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a alrededor de  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento). En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1% a alrededor de 3% en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1% a alrededor de 150% bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas

modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

La invención también se dirige a composiciones de cemento. En un ejemplo de modalidad, una composición de cemento de pozo comprende: materiales de cemento; fluidos de base acuosa; nanopartículas; arcilla sintética; y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0 % en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a alrededor de  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento). En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1% a alrededor de 3% en peso de agua. Además,

en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1% a alrededor de 150% bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

La invención también se dirige a un sistema de cementación de pozos. En una modalidad, un sistema de cementación comprende un aparato configurado para: proporcionar una composición de cemento que comprende material de cemento, fluido de base acuosa, nanopartículas, arcilla sintética y un modificador tixotrópico, donde los materiales sólidos constituyen de alrededor de 0% en peso a alrededor de 40% en peso del peso total de la composición de cemento; introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y permitir que la composición de cemento fragüe en la formación subterránea. En un ejemplo de modalidad, el cemento resultante tiene un contenido de material sólido de alrededor

de 10% en peso a alrededor de 20% en peso del peso total del cemento. En algunas modalidades, las propiedades reológicas de la composición de cemento dependen de la velocidad de cizallamiento. La viscosidad del fluido no newtoniano disminuye con un aumento en la velocidad de cizallamiento. En diversas modalidades, las nanopartículas comprenden al menos nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos. En ejemplos de modalidades, las nanopartículas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a alrededor de  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco de cemento ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento). En determinadas modalidades, las nanopartículas tienen un diámetro de alrededor de 2 a alrededor de 100 micrómetros. En algunas modalidades, la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de alrededor de 0,1 % a alrededor de 3 % en peso de agua. Además, en una modalidad, prácticamente no se agrega arcilla natural a la composición de cemento. En ejemplos de modalidades, el modificador tixotrópico puede seleccionarse entre sílice de gran área superficial, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. En algunas modalidades, el modificador tixotrópico se encuentra presente en alrededor de 1 % a alrededor de 150 % bwc. En numerosas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas, y también puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento. En diversas modalidades, los materiales de cemento comprende al menos cementos de Pórtland; cementos de yeso; cementos con alto contenido de alúmina; cementos de escoria; cementos con alto contenido de óxido de magnesio; cementos de esquisto; cementos ácidos/básicos; cementos de ceniza volante; sistemas de cemento de zeolita; sistemas de cemento de polvo de horno; cementos microfinos; metacaolín; piedra pómez; y/o combinaciones de estos. En otras modalidades, la composición de cemento puede comprender además al menos resinas; látex; estabilizadores; sílice; puzolanas; microesferas; superabsorbentes acuosos; agentes viscosificantes; agentes de suspensión; agentes dispersantes; sales; acelerantes; tensioactivos; retardantes; desespumantes; agentes de prevención de

sedimentación; materiales espesantes; agentes de control de pérdida de fluidos; elastómeros; esquisto vitrificado; aditivos de control de migración de gas; agentes de acondicionamiento de formaciones; y/o combinaciones de estos.

### Nanomateriales

Los materiales con nanoestructura útiles en la presente invención incluyen la nanosílice, el nanocarbonato, la nanoalúmina y cualquier combinación de estos. Algunos ejemplos de modalidades de las composiciones de cemento comprenden nanosílice. La nanosílice puede describirse como nanosílice particulada. Es decir, la nanosílice puede ser de naturaleza particulada y no, por ejemplo, una sílice coloidal o una suspensión de sílice en solución. En efecto, en una modalidad, la nanosílice particulada puede agregarse a la composición de cemento como un polvo de nanosílice seco. De manera general, la nanosílice particulada puede definirse como nanosílice que tiene un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 100 nanómetros ("nm"). Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 1 nm a alrededor de 100 nm. En determinados ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 50 nm. Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 5 nm a alrededor de 50 nm. En determinados ejemplos de modalidades adicionales, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula menor o igual a alrededor de 30 nm. Por ejemplo, la nanosílice particulada puede tener un tamaño de partícula en el intervalo de alrededor de 5 nm a alrededor de 30 nm. Sin embargo, debería observarse que la nanosílice particulada puede utilizarse en combinación con partículas de sílice de diferentes tamaños de acuerdo con las modalidades de la presente. Por ejemplo, se puede incluir una cantidad de partículas de sílice con tamaños de partícula mayores que 100 nm en una composición de cemento de acuerdo con modalidades de la presente.

La nanosílice particulada que se utiliza en las modalidades de la presente, la cual puede incluir dióxido de silicio, puede tener un impacto en determinadas

características físicas de los cementos resultantes. Por ejemplo, en relación con la inclusión de sílice coloidal o partículas de sílice más grandes en una suspensión de cemento, la inclusión de nanosílice particulada en la suspensión de cemento puede proporcionar propiedades mecánicas mejoradas, tales como resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, módulo de Young y coeficiente de Poisson. Además, la nanosílice particulada también puede incluirse en la composición de cemento como un acelerador del fraguado para acelerar el tiempo de fraguado de la composición de cemento resultante. Por consiguiente, una composición de cemento de acuerdo con modalidades de la presente puede comprender una cantidad suficiente de nanosílice particulada para proporcionar las características deseadas en un cemento resultante, en ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad en el intervalo de alrededor de 0,1 a alrededor de 5 gps. En ejemplos de modalidades, la nanosílice particulada puede encontrarse presente en la composición de cemento en una cantidad en el intervalo de alrededor de 0,5 a alrededor de 3,0 gps. Si bien las nanopartículas pueden incluir nanosílice, debería comprenderse que la composición de cemento puede comprender menos de alrededor de 25% de sílice bwc, de acuerdo con modalidades de la presente invención. Puede ser conveniente utilizar otros tipos de nanomateriales, de acuerdo con modalidades de la presente invención. Los ejemplos de esas nanopartículas incluyen nanoalúmina, nanocarbonato y combinaciones de estos. En determinados ejemplos de modalidades, las nanopartículas pueden ser de naturaleza particulada y no, por ejemplo, una nanopartícula coloidal o una suspensión de la nanopartícula en solución. Además, si bien la discusión que antecede se dirige al uso de nanosílice particulada en métodos de cementación de pozos, los expertos en la técnica apreciarán que la técnica de la presente también abarca el uso de nanopartículas en cualquiera de una variedad de tratamientos subterráneos diferentes.

#### Fluidos de base acuosa

Un fluido de base acuosa en las composiciones de cemento de la invención se encuentra presente en una cantidad suficiente para crear una suspensión que se

pueda bombear para la introducción en el interior del pozo. En algunas modalidades, el fluido de base acuosa comprende al menos agua dulce; agua salobre; agua salada; y/o combinaciones de estas. El agua puede ser agua dulce, agua salobre, agua salada o cualquier combinación de estas. En determinadas modalidades, el agua puede estar presente en la composición de cemento en una cantidad de alrededor de 20% a alrededor de 95% en peso de la composición de cemento, de alrededor de 28% a alrededor de 90% en peso de la composición de cemento, o de alrededor de 36% a alrededor de 80% en peso de la composición de cemento.

#### Arcilla sintética

En las composiciones de cemento de la invención se encuentran presentes arcillas sintéticas. Los ejemplos de arcillas sintéticas adecuadas incluyen, de modo no taxativo, silicatos en capas. En algunas modalidades, los cementos de la presente invención no incluyen la incorporación de una arcilla natural. En determinadas modalidades, las arcillas sintéticas se encuentran presentes en una cantidad de alrededor de 0,1 a alrededor de 3,0 % en peso.

#### Modificadores tixotrópicos

En las composiciones de cemento de la invención se encuentran presentes modificadores tixotrópicos. Los ejemplos de modificadores tixotrópicos adecuados incluyen sílice de gran área superficial finamente dividida, sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos. Un aditivo de cemento líquido hecho a partir de silicio finamente dividido y con gran área superficial, conocido comercialmente como Microblock, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. Un aditivo de cemento que incrementa el volumen, disminuye la densidad y suministra una acción detergente, se conoce comercialmente como Econolite, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, que también puede impartir tixotropía a una suspensión de cemento. Un aditivo de cemento de peso ligero útil como modificador tixotrópico, es una suspensión ácida cíclica coloidal que contiene partículas de ácido silícico, que por lo general presentan un tamaño de partícula menos de alrededor de 20 nm, conocido

comercialmente como GasCon 469, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. En determinadas modalidades, los modificadores tixotrópicos se encuentran presente en la cantidad de alrededor de 0,1 % a alrededor de 150 % bwc.

#### Material de cemento

Puede utilizarse una variedad de cementos en la presente invención, incluidos los cementos compuestos por calcio, aluminio, silicio, oxígeno, y/o azufre, los cuales pueden fraguarse y endurecerse mediante reacción con agua. Esos cementos hidráulicos incluyen cementos de Pórtland, cementos de yeso, cementos con alto contenido de alúmina, cementos de escoria, cementos con alto contenido de óxido de magnesio, cementos de esquisto, cementos ácidos/básicos, cementos de ceniza volante, sistemas de cemento de zeolita, sistemas de cemento de polvo de horno, cementos microfinos, metacaolín, piedra pómez y sus combinaciones. En algunas modalidades, los cementos de Pórtland del API adecuados provienen de las Clases A, C, H y G.

#### Densidad de la suspensión

En determinadas modalidades, las composiciones de cemento tienen una densidad de suspensión que se puede bombear para la introducción en el interior del pozo. En ejemplos de modalidades, la densidad de la composición de cemento en suspensión es de alrededor de 838 (kg/m<sup>3</sup>) a alrededor de 2397 (kg/m<sup>3</sup>), de alrededor de 958.6 (kg/m<sup>3</sup>) a alrededor de 2157 (kg/m<sup>3</sup>) o de alrededor de 1078 (kg/m<sup>3</sup>) a alrededor 2037 (kg/m<sup>3</sup>).

#### Aditivos de cemento

Las composiciones de cemento de la invención pueden contener aditivos. En determinadas modalidades, los aditivos comprenden al menos resinas, látex, estabilizadores, sílice, puzolanas, microesferas, superabsorbentes acuosos, agentes viscosificantes, agentes de suspensión, agentes dispersantes, sales, acelerantes, tensioactivos, retardantes, desespumantes, agentes de prevención de

sedimentación, materiales espesantes, agentes de control de pérdida de fluidos, elastómeros, esquisto vitrificado, aditivos de control de migración de gas, agentes de acondicionamiento de formaciones y/o combinaciones de estos.

Los ejemplos de composiciones de cemento que se describen en la presente pueden afectar directa o indirectamente a uno o más componentes o equipos relacionados con la preparación, el suministro, la recaptura, el reciclaje, la reutilización y/o el desecho de las composiciones de cemento descritas. Por ejemplo, y con referencia a la FIG. 1, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a uno o más componentes o equipos asociados con un ejemplo de montaje de perforación de pozo 100, de acuerdo con una o más modalidades. Debería observarse que si bien la FIG. 1 representa, de manera general, un montaje de perforación terrestre, los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que los principios descritos en la presente pueden aplicarse igualmente a operaciones de perforación submarina que emplean plataformas y equipos de perforación flotantes o marítimos, sin apartarse del alcance de la descripción.

Tal como se ilustra, el montaje de perforación 100 puede incluir una plataforma de perforación 102 en la cual se apoya una torre de perforación 104 que tiene un aparejo móvil 106 para levantar y bajar una sarta de perforación 108. La sarta de perforación 108 puede incluir, de modo no taxativo, una columna de perforación y tubería flexible, tal como es de conocimiento general para los expertos en la técnica. La sarta de perforación 108 se apoya sobre un vástago de perforación 110, a medida que este desciende a través de una mesa rotatoria 112. Una barrena de perforación 114 se encuentra acoplada al extremo distal de la sarta de perforación 108 y es accionada ya sea por un motor en el fondo del pozo y/o mediante la rotación de la sarta de perforación 108 desde la superficie del pozo. A medida que la barrena 114 gira, crea un agujero 116 que penetra varias formaciones subterráneas 118.

Una bomba 120 (por ejemplo, una bomba de lodo) hace circular el fluido de perforación 122 a través de una tubería de alimentación 124 y hacia el vástago de perforación 110, que transporta el fluido de perforación 122 hacia el fondo del pozo

a través del interior de la sarta de perforación 108 y a través de uno o más orificios en la barrena de perforación 114. Luego, se hace circular el fluido de perforación 122 nuevamente hacia la superficie a través de un espacio anular 126 definido entre la sarta de perforación 108 y las paredes del agujero 116. En la superficie, el fluido de perforación 122 usado o que se vuelve a circular sale del espacio anular 126 y se puede transportar hacia una o más unidades de procesamiento de fluidos 128 a través de una línea de flujo interconectada 130. Después de atravesar la o las unidades de procesamiento de fluidos 128, un fluido de perforación 122 "limpio" se deposita en una pileta de retención 132 cercana (es decir, una pileta de lodo). Si bien se ilustran dispuestas en la salida del pozo 116 a través del espacio anular 126, los expertos en la técnica se darán cuenta fácilmente que la o las unidades de procesamiento de fluidos 128 pueden disponerse en cualquier otra ubicación en el montaje de perforación 100 para facilitar su funcionamiento adecuado, sin apartarse del alcance de la descripción.

Pueden agregarse una o más de las composiciones de cemento descritas al fluido de perforación 122 a través de una tolva de mezcla 134 acoplada de manera comunicativa o de otro modo en comunicación fluida con la pileta de retención 132. La tolva de mezcla 134 puede incluir, de modo no taxativo, mezcladores y equipos de mezcla relacionados conocidos por los expertos en la técnica. En otras modalidades, sin embargo, las composiciones de cemento descritas se pueden agregar al fluido de perforación 122 en cualquier otra ubicación en el montaje de perforación 100. En al menos una modalidad, por ejemplo, puede haber más de una pileta de retención 132, tal como múltiples piletas de retención 132 en serie. Además, la pileta de retención 132 puede representar uno o más centros y/o unidades de almacenamiento de fluido, donde las composiciones de cemento descritas se pueden almacenar, reacondicionar y/o regular hasta agregarse al fluido de perforación 122.

Tal como se mencionó anteriormente, las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a los componentes y equipos del montaje de perforación 100. Por ejemplo, las composiciones de cemento descritas pueden

afectar directa o indirectamente a la o las unidades de procesamiento de fluidos 128, que pueden incluir, de modo no taxativo, un agitador (por ejemplo, agitador de esquiato), una centrifugadora, un hidrociclón, un separador (incluidos los separadores magnéticos y eléctricos), un separador de limo, un desarenador, un separador, un filtro (por ejemplo, filtros de tierra diatomácea), un intercambiador de calor y/o cualquier equipo de reciclaje de fluido. Las unidades de procesamiento de fluidos 128 pueden incluir además uno o más sensores, calibradores, bombas, compresores y similares usados para almacenar, monitorear, regular y/o reacondicionar los ejemplos de composiciones de cemento.

Las composiciones de cemento descritas pueden afectar directa o indirectamente a la bomba 120, que incluye de forma representativa cualquier conducto, tubería, remolque, estructura tubular y/o tubo que se use para transportar de forma fluídica las composiciones de cemento hacia el interior del pozo, cualquier bomba, compresor o motor (por ejemplo, en la parte superior o en el fondo del pozo) que se use para poner las composiciones de cemento en movimiento, cualquier válvula o junta relacionada que se use para regular la presión o velocidad de flujo de las composiciones de cemento, así como cualquier sensor (es decir, de presión, temperatura, velocidad de flujo, etc.), calibrador y/o combinaciones de estos, y similares. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a la tolva de mezcla 134 y la pileta de retención 132 y sus distintas variantes.

Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a los distintos equipos y herramientas del fondo del pozo que pueden entrar en contacto con las composiciones de cemento tales como, de modo no taxativo, la sarta de perforación 108, flotadores, portamechas, motores de lodo, motores de fondo de pozo y/o bombas asociadas a la sarta de perforación 108 y herramientas de MWD/LWD y equipos de telemetría relacionados, sensores o sensores distribuidos asociados a la sarta de perforación 108. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a cualquier intercambiador de calor, válvula y dispositivo de accionamiento de fondo

de pozo correspondiente, cierres de herramientas, obturadores y otros dispositivos o componentes de aislamiento del pozo y similares asociados al pozo 116. Las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a la barrena de perforación 114, que puede incluir, de modo no taxativo, barrenas de conos giratorios, barrenas de PDC, barrenas de diamante natural, abrehoys, escariadores, barrenas de extracción de núcleos, etc.

Si bien no se ilustran específicamente en la presente, las composiciones de cemento que se describen también pueden afectar directa o indirectamente a cualquier equipo de suministro o transporte que se use para transportar las composiciones de cemento al montaje de perforación 100 tal como, por ejemplo, cualquier recipiente de transporte, conducto, tubería, remolque, tubular y/o cañería que se use para mover de forma fluídica las composiciones de cemento de una ubicación a otra, cualquier bomba, compresor o motor que se use para poner en movimiento las composiciones de cemento, cualquier válvula o junta relacionada que se use para regular la presión o velocidad de flujo de las composiciones de cemento y cualquier sensor (es decir, presión y temperatura), calibradores y/o combinaciones de estos, y similares.

Habiéndose descrito la invención en líneas generales, se proporcionan los siguientes ejemplos como modalidades particulares de la invención y a los efectos de demostrar su puesta en práctica y sus ventajas. Se comprende que los ejemplos se proporcionan a modo ilustrativo y no se pretende que limiten de forma alguna la memoria descriptiva ni las reivindicaciones que siguen.

## EJEMPLOS

### Preparación de las suspensiones

Se prepararon catorce suspensiones de cemento diferentes (Suspensión 1 - Suspensión 14). Las suspensiones se prepararon mediante la hidratación de la arcilla en agua a 4000 rpm en un mezclador de Waring y mediante la posterior incorporación de cemento, cemento de micromatriz, nanosílice, Microblock™ y

Econolite™ al agua de mezcla para formar la suspensión respectiva. Luego se evaluaron las suspensiones para determinar diversas propiedades físicas de las diferentes suspensiones. Todas las pruebas se realizar mediante el uso de API RP-10B -2, julio de 2010.

TABLA 1: Diseños de suspensiones con reología y resistencia de gel

| Material                  | Suspensión<br>1 | Suspensión<br>2 | Suspensión<br>3 | Suspensión<br>4 |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cemento de<br>clase G     | 100             | 100             | 100             | 100             |
| % pp de<br>Laponite™ EP   | 1               | 2               | 2               | 2               |
| Nanosílice gps            | -               | -               | 1               | -               |
| Microblock™<br>gps        | -               | -               | -               | 10              |
| Agua gps                  | 35,4            | 35,5            | 35,73           | 48,53           |
|                           |                 |                 |                 |                 |
| Reología en<br>FYSA       | 110°F           | 110°F           | 110°F           | 110°F           |
| 3                         | 2               | 5               | 19              | 32              |
| 6                         | 3               | 7               | 20              | 34              |
| 100                       | 10              | 13              | 24              | 48              |
| 200                       | 12              | 17              | 27              | 54              |
| 300                       | 18              | 21              | 30              | 64              |
| 10 s gel<br>0.049 kg/m2   | 3               | 7               | 19              | 34              |
| 10 min gel<br>0.049 kg/m2 | 18              | 34              | 41              | 54              |

(A) Efecto del contenido de cloruro en agua sobre la propiedad de la suspensión

Para determinar el efecto del contenido de cloruro presente en el agua sobre los cementos, se elaboró una mezcla de cemento que incluía el silicato en capas Laponite™ EP de acuerdo con la Tabla 2. Los resultados, incluida la resistencia de gel, se resumen en la Tabla 3.

TABLA 2: Diseño de suspensión de Laponite EP

| Material                       | Suspensión 5 |
|--------------------------------|--------------|
| % bwc de cemento de clase G    | 100          |
| % bwc de cemento Micro Matrix™ | 20           |
| % pp de Laponite™ EP           | 1,5          |
| Nanosílice gps                 | 1,5          |
| Microblock™ gps                | 4            |
| Econolite™ líquido gps         | 0,5          |
| Agua gps                       | 47,71        |

TABLA 3: Efecto del contenido de cloruro en agua sobre la reología y la resistencia de gel

| FFYSA<br>rpm | Suspensión 5 |      |                              |      |             |      |
|--------------|--------------|------|------------------------------|------|-------------|------|
|              | Agua dulce   |      | 2000 ppm de agua con cloruro |      | Agua de mar |      |
|              | 26°C         | 48°C | 26°C                         | 48°C | 26°C        | 48°C |
| 300          | 70           | 65   | 70                           | 75   | 55          | 50   |
| 200          | 55           | 60   | 55                           | 60   | 50          | 40   |
| 100          | 50           | 55   | 50                           | 60   | 50          | 45   |
| 60           | 43           | 45   | 45                           | 45   | 40          | 30   |
| 30           | 40           | 40   | 43                           | 45   | 35          | 25   |
| 6            | 35           | 30   | 35                           | 35   | 35          | 20   |
| 3            | 35           | 30   | 35                           | 35   | 35          | 20   |
| 10 s gel     | 35           | 30   | 38                           | 42   | 57          | 20   |
| 10 min gel   | 70           | 90   | 85                           | 100  | 125         | 70   |

El Laponite™ EP muestra un buen registro de resistencia de gel en agua dulce y en agua de mar.

(B) Diseños de suspensiones adicionales con Laponite™ EP

La Tabla 4 a continuación resume diferentes muestras de suspensiones que incluyen Laponite EP y agua dulce. La Tabla 5 muestra las propiedades reológicas.

TABLA 4: Diferentes diseños de suspensiones de Laponite™ EP

| Material                       | Suspensión 6 | Suspensión 7 | Suspensión 8 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| % bwc de cemento de clase G    | 100          | 100          | 100          |
| % bwc de cemento Micro Matrix™ | 10           | 13           | 13           |
| % bwc de silicalita™           | 40           | 50           | 30           |
| Nanosílice gps                 | 1,5          | 1,5          | 1,5          |
| % bww de Laponite™ EP          | 1,5          | 1,5          | 1,5          |
| % bwc de SA-1015™              | 0,1          | 0,1          | 0,1          |
| % bwc de metacaolín            | -            | -            | 20           |
| Agua dulce gps                 | 51,7         | 46,1         | 47           |

TABLA 5: Reología en FYSA

|        | Suspensión 6 | Suspensión 7 | Suspensión 8 |
|--------|--------------|--------------|--------------|
| F1 Bob | 87°C         | 87°C         | 87°C         |
| 3      | 14           | 6            | 7            |
| 6      | 15           | 7            | 8            |
| 100    | 40           | 21           | 19           |
| 200    | 48           | 28           | 22           |
| 300    | 52           | 29           | 23           |

TABLA 6: Diferentes diseños de suspensiones de Laponite™ EP en agua dulce y agua salada

| Material                    | Suspensión 9 | Suspensión 10 | Suspensión 11 | Suspensión 12 | Suspensión 13 | Suspensión 14 |
|-----------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| % bwc de cemento de clase G | 100          | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           |

|                                |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| % bwc de cemento Micro Matrix™ | 10  | 13  | 13  | 13  | 13  | 13  |
| % bwc de silica-lita™          | 40  | -   | -   | -   | -   | -   |
| Nanosílice gps                 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| % bww de Laponite™ EP          | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| % bwc de metacaelín            | -   | 50  | 50  | -   | -   | -   |
| % bwc de escoria de GGBF       | -   | -   | -   | 50  | -   | -   |
| % bwc de GasCon™ 469           | -   | -   | -   | -   | 5   | -   |
| Microblock™ gps                | -   | -   | -   | -   | -   | 4   |

|                 |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| Agua dulce gps  | 51,7 | 48,5 | -    | -    | -    | -    |
| Agua salada gps | -    | -    | 56,4 | 57,2 | 36,0 | 43,8 |

TABLA 7: Reología y resistencia de gel en FYSA

|            | Suspensión 9 | Suspensión 10 | Suspensión 11 | Suspensión 12 |      | Suspensión 13 |      | Suspensión 14 |      |
|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| FYSA       | 87°C         | 87°C          | 87°C          | 26°C          | 87°C | 26°C          | 87°C | 26°C          | 87°C |
| 3          | 34           | 25            | 10            | 12            | 3    | 17            | 24   | 15            | 7    |
| 6          | 32           | 22            | 9             | 13            | 4    | 18            | 19   | 13            | 5    |
| 100        | 39           | 27            | 11            | 15            | 6    | 25            | 17   | 21            | 9    |
| 200        | 40           | 33            | 12            | 18            | 8    | 29            | 18   | 22            | 14   |
| 300        | 39           | 37            | 16            | 21            | 13   | 30            | 21   | 25            | 18   |
| 10 s gel   | 34           | 13            | 15            | 10            | 6    | 17            | 10   | 14            | 10   |
| 10 min gel | 294          | 240           | 300+          | 91            | 26   | 27            | 300+ | 70            | 32   |

Econolite™ es un aditivo de cemento para aumentar el volumen y disminuir la densidad, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. La escoria GGBF es escoria molida, granulada y de horno alto. El cemento Micro Matrix™ es un cemento ultrafino, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, y útil para la cementación en los casos en que se requiere la penetración de grietas pequeñas. SA-1015™ es un aditivo de cemento que actúa como un agente de suspensión, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX. El aditivo de cemento Silicalite™ está hecho de una sílice de gran área superficial finamente dividida, disponible en Halliburton Energy Services, Inc., Houston, TX, y puede impartir tixotropía a algunas suspensiones de cemento.

Tal como se observó en los ejemplos anteriores, los cementos de la presente invención tienen propiedades reológicas y tixotrópicas mejoradas. Los cementos resultantes tienen un contenido sólido bajo, dependen del cizallamiento y son eficaces en un intervalo amplio de temperaturas.

Si bien se han mostrado y descrito modalidades preferidas de la invención, el experto en la técnica puede realizar modificaciones a estas sin apartarse del espíritu y los principios de la invención. Las modalidades descritas en la presente son meramente ilustrativas y no se pretende que sean taxativas. Son posibles muchas variaciones y modificaciones de la invención descrita en la presente y estas quedan comprendidas dentro del alcance de la invención. Se pretende que el uso del término «opcionalmente» con respecto a cualquier elemento de una reivindicación indique que el elemento objeto es necesario o, de manera alternativa, no es necesario. Se pretende que ambas alternativas queden comprendidas dentro del alcance de la reivindicación.

Muchas otras modificaciones, equivalentes y alternativas serán evidentes para los expertos en la técnica una vez que se tenga en cuenta la descripción anterior en su totalidad. Se pretende que las siguientes reivindicaciones comprendan todas las modificaciones, equivalentes y alternativas mencionadas, cuando corresponda.

## **REIVINDICACIONES**

1. Una composición de cemento que comprende:
  - material de cemento que se selecciona de cementos de Pórtland, cementos de yeso, cementos con alto contenido de alúmina, cementos de escoria, cementos con alto contenido de óxido de magnesio, cementos de esquisto, cementos ácidos/básicos, cementos de ceniza volante, sistemas de cemento de zeolita, sistemas de cemento de polvo de horno, cementos microfinos, metacaolín, piedra pómez y/o combinaciones de estos;
  - fluido de base acuosa que se selecciona de agua dulce, agua salobre, agua salada y/o combinaciones de estas, y se encuentra presente en la composición de cemento en una cantidad de 20% a 80% en peso de cemento;
  - nanopartículas que se seleccionan de nanosílice, nanocarbonato, nanoalúmina y/o cualquier combinación de estos, y se encuentran presentes en una cantidad de  $3.78 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/saco ( $3.58 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento) a  $1.93 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/saco ( $1.83 \times 10^{-1}$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de cemento);
  - arcilla sintética; y
  - un modificador tixotrópico, se selecciona entre sílice ahumada, silicato de sodio, ácido silícico y combinaciones de estos, y se encuentra presente en una cantidad de 0,1% a 150% bwc,en donde los materiales sólidos constituyen de 10% en peso a 20% en peso del peso total de la composición de cemento.
2. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde las nanopartículas tienen un diámetro de 2 a 100 micrómetros.
3. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde la arcilla sintética se encuentra presente en una cantidad de 0,1% a 3,0% en peso de agua.
4. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde no se agrega arcilla natural a la composición de cemento.
5. La composición de cemento de la reivindicación 1, que adicionalmente comprende resinas, látex, estabilizadores, sílice, puzolanas, microesferas,

superabsorbentes acuosos, agentes viscosificantes, agentes de suspensión, agentes dispersantes, sales, acelerantes, tensioactivos, retardantes, desespumantes, agentes de prevención de sedimentación, materiales espesantes, agentes de control de pérdida de fluidos, elastómeros, esquisto vitrificado, aditivos de control de migración de gas, agentes de acondicionamiento de formaciones y/o combinaciones de estos.

6. La composición de cemento de la reivindicación 1, en donde la densidad del cemento antes del fraguado es de 840 kg/m<sup>3</sup> a 1440 kg/m<sup>3</sup>.
7. Un método de cementación de una formación subterránea que comprende:
  - proporcionar la composición de la reivindicación 1;
  - introducir la composición de cemento en una formación subterránea; y
  - fraguar la composición de cemento.