

SEÑOR DIRECTOR
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
E. S. D.

Asunto: **Solicitud No.: 15-291023**
Oficio No.: 14507
Referencia: **Respuesta examen de patentabilidad**

MAURICIO JARAMILLO CAMPUZANO, identificado como aparece al pie de mi firma, en calidad de apoderado de la sociedad solicitante **CEMENTOS ARGOS S.A.**, doy respuesta al **Oficio No. 14507**, de conformidad con el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

1. MODIFICACIONES A LA SOLICITUD

Con el fin de atender las observaciones realizadas por el Examinador, el solicitante aporta un nuevo capítulo reivindicatorio conformado por 13 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

- Se han modificado las expresiones “mezclar la mezcla” y “mezclar la premezcla”, con el fin de dar mayor claridad y concisión al pliego reivindicatorio, eliminando términos redundantes, refiriéndose a “agitar”, en lugar de “mezclar”.

Adicionalmente, se ha especificado en la descripción la composición de los posibles aditivos súper-plastificantes reductores de agua de alto rango. Particularmente, se incluyó que los aditivos comprenden un policarboxilato de moléculas orgánicas, base ácido acrílico, metacrílico o anhídrido maléico, que conforman la cadena principal, y cadenas carbonadas de polietilenglicol que se asocian a las cadenas laterales o secundarias. Los aditivos tipo Glenium emplean las dos primeras cadenas principales, mientras que los tipos Sikaviscocrete la tercera. Por consiguiente, la objeción hacia el capítulo descriptivo de la presente solicitud debe verse superada.

Todas las modificaciones previamente explicadas se ajustan al artículo 34 de la Decisión 486 de 2000 y no constituyen una ampliación de la materia contenida en la solicitud originalmente presentada.

2. ARGUMENTOS A FAVOR DE LA CLARIDAD DE LAS REIVINDICACIONES

- 2.1. Con respecto a las expresiones “aditivos reductores de agua de alto rango”, “fibras metálicas”, “aditivo superplastificante reductor de agua de alto rango”, se debe tener en cuenta que son componentes que la persona normalmente versada en la materia se encuentra en la capacidad de elegir y seleccionar, teniendo en cuenta el contexto brindado por el capítulo descriptivo y las reivindicaciones de la presente solicitud. Restringir el pliego reivindicatorio a un listado determinado de estos compuestos llevaría a una limitación indebida del alcance de protección de la solicitud. Por consiguiente, se debe dar por superada la objeción.
- 2.2. En relación con las frases “una cantidad de agua” y “una cantidad de fibra metálica”, se debe tener en cuenta que las cantidades específicas de estos componentes dependen del caso en particular en que se reproduzca el método reivindicado (depende de la cantidad total de formulación que se pretenda elaborar, por ejemplo). Restringir las reivindicaciones a cantidades fijas de agua o de fibra metálica limitaría de gran manera el espectro de aplicación del método, restringiendo de forma indebida el alcance de protección de la solicitud. Teniendo esto en cuenta, amablemente solicitamos a su Despacho dar por superada la objeción.
- 2.3. En cuanto a las expresiones “premezclar”, “una mezcladora”, “mezclar”, “una mezcla fluida”, “adición de arena”, “cargador”, “adición de fibra metálica” y “máxima velocidad”, se debe reconocer que la persona normalmente versada en la materia se encuentra en la capacidad de entender el alcance de su definición, teniendo en cuenta el contexto brindado por el capítulo descriptivo. Definir con mayor detalle los parámetros de mezcla, las condiciones de mezcla o las unidades en las que se llevan a cabo los diferentes pasos del

método reivindicado, llevaría a una limitación indebida del alcance de protección de la solicitud. La persona normalmente versada en la materia se encuentra en la capacidad de determinar dichos parámetros y condiciones adicionales en cada momento particular en el que se reproduce la invención. En este orden de ideas, se debe dar por superada la objeción.

2.4. Con respecto al término “alto rango”, se resalta que el mismo se utiliza para definir el componente “aditivos reductores de agua **de alto rango**”. Como se ha mencionado anteriormente, la persona normalmente versada en la materia se encuentra en la capacidad de seleccionar un aditivo reductor de agua de alto rango apropiado para reproducir la invención. Adicionalmente se desea resaltar que esta expresión está debidamente definida y ejemplificada en el capítulo descriptivo de la solicitud. Por consiguiente, se debe dar por superada la objeción. Además, la persona normalmente versada en la materia entiende que ésta es la traducción del término *High-range Water Reducing Admixture* o HWRA, componentes ampliamente conocidos en el campo técnico de los cementos, los cuales pueden ser utilizados en su gran mayoría para reproducir la invención.

2.5. En relación con la reivindicación 6, como se ha mencionado anteriormente, la persona normalmente versada en la materia se encuentra en la capacidad de seleccionar las condiciones técnicas particulares al momento de reproducir la invención. Estas condiciones dependen del caso específico en el que se lleve a cabo el método reivindicado, por lo que incluirlas en las reivindicaciones restringiría el espectro de aplicación del mismo. Además, se debe resaltar que las características técnicas esenciales que diferencian la invención del estado de la técnica son sus pasos y el orden en el que los mismos se llevan a cabo, por lo que no es necesario incluir información adicional. Siendo así las cosas, se debe dar por superada la objeción.

2.6. Las expresiones “obtener una consistencia deseada”, “agitar hasta alcanzar una mezcla fluida”, “agitar la mezcla, una vez lograda la fluidez” son indispensables en las reivindicaciones para que la persona versada en la materia pueda reproducir la invención de manera adecuada. Lo anterior, teniendo en cuenta que estas

expresiones le indican al técnico con conocimientos medios en la materia hasta qué momento debe realizar las mezclas en las diferentes etapas del método. Si se eliminan estas expresiones, los diferentes pasos no serán del todo reproducibles para obtener los efectos deseados. Por consiguiente, se debe dar por superada la objeción.

3. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador ha determinado que los siguientes documentos anticipan el objeto de la presente solicitud:

- 3.1. *“Ultra high-performance self-compacting concrete, preparation method thereof and use of same”*, correspondiente a la solicitud de patente US2008187517, identificado como D1.
- 3.2. *“Metal fibre concrete, cementitious matrix and pre-mixed for preparing matrix and concrete”*, correspondiente a la solicitud de patente US2010174053, e identificado como D2.
- 3.3. *“Cómo hacer concreto ultra alto rendimiento”*, Blog (http://www.ircservices.com/como-hacer-concreto-ultra-alto-rendimiento_9OVzEMOP/), identificado como D3.

4. ARGUMENTOS A FAVOR DEL NIVEL INVENTIVO DE LA INVENCION

- 4.1. El Señor Examinador ha objetado el nivel inventivo de la formulación de reivindicación 1, con base en la combinación de enseñanzas de las anterioridades D1 y D2. Adicionalmente, su Despacho ha determinado que la reivindicación 2 se ve igualmente anticipada por D1.
- 4.2. En primer lugar se desea resaltar que ni D1 ni D2, independientemente o en combinación, logran divulgar una formulación que comprende entre 19 y 29% de cemento portland, entre 6.5 y 16.5% de carbonato de calcio, entre 4.5 y 15.5% de

humo de sílice, entre 22 y 35% de arena de sílice, entre 15 y 25% de agua, entre 1.5 y 3% de aditivos reductores de agua de alto rango y entre 1.5 y 2.5% de fibras metálicas, de forma simultánea como lo hace la reivindicación 1.

- 4.3. Más aún, vale la pena resaltar que la formulación de D1, citada por el Examinador en su tabla comparativa, comprende en partes por peso (basado en 100 partes de cemento): 100 partes de cemento, 50 a 200 partes de mezcla de arenas, 5 a 25 partes de carbonato de calcio y partículas de humo de sílice (en donde el humo de sílice representa como máximo 15% en peso), 0.1 a 10 partes de antiespumante, 0.1 a 10 partes de plastificante reductor de agua, 15 a 24 partes de fibras y 10 a 30 partes de agua. El Señor Examinador ha encontrado varias equivalencias entre las cantidades divulgadas en D1 y las proporciones porcentuales de la presente invención. Sin embargo, no es correcto comparar las partes por peso (basado en 100 partes de cementos) de D1 con los porcentajes en peso de la presente invención. Las proporciones porcentuales pueden ser descritas en volumen o peso y en ningún caso pueden ser comparadas con “partes por peso”. Para realizar una comparación adecuada y calcular una proporción equivalente a partir de las “partes por peso”, se requieren ciertos datos de entrada (que para el presente caso no son conocidos) como la humedad, absorción, contenido de sólidos (aditivos) y densidades absolutas de los materiales.
- 4.4. Por ejemplo, el Examinador equivale las 5 a 25 partes de carbonato de calcio y partículas de humo de sílice por cada 100 partes de cemento, con la relación carbonato de calcio a cemento de la presente invención: 6.5:19 (**34.21**) y 6.5:29 (**22.41**). Sin embargo la relación carbonato de calcio a cemento de D1 es de entre 5:100 (**0.05**) a 25:100 (**0.25**). Es entonces del todo claro que la comparación realizada por el Señor Examinador no es adecuada, sobre todo teniendo en cuenta que las equivalencias identificadas entre D1 y la invención, no son correctas.
- 4.5. En este orden de ideas, aun cuando la persona normalmente versada en la materia combinara D1 y D2, le sería **imposible llegar a las proporciones de cada uno de los componentes de la**

formulación como se reivindica actualmente. De hecho, D2 tampoco divulga o sugiere las proporciones actualmente reivindicadas. Por consiguiente, se debe reconocer que la formulación de la reivindicación 1 y sus dependientes sí tiene nivel inventivo frente a D1 y D2.

- 4.6. Adicionalmente, el Examinador ha determinado que el método de la reivindicación 6 carece de nivel inventivo, en vista de la combinación de las enseñanzas de D2 y D3.
- 4.7. Con respecto a lo anterior, se desea aclarar que D2 divulga un método que comprende: 1) mezclar los constituyentes pulverulentos de la matriz; 2) introducir agua y una fracción de los ingredientes; 3) mezclar; 4) introducir fibras de refuerzo y constituyentes adicionales; 5) mezclar; y 6) dejar madurar a temperatura ambiente.
- 4.8. Por otro lado, D3 divulga un método que consiste en: 1) mezclar el agregado grueso con humo de sílice; 2) agregar cemento portland a la mezcla del paso 1); 3) adicionar agregados finos y fibras de polipropileno; 4) agregar agua por primera al mezclador; 5) mezclar los ingredientes y detener la mezcla por un tiempo determinado; y 6) continuar mezclando.
- 4.9. A diferencia de los métodos de D2 y D3, el procedimiento de la reivindicación 6 de la presente invención, es un método de mezclado húmedo, que comprende un primer paso de premezcla de cemento portland, carbonato de calcio y el humo de sílice. Por aparte en una mezcladora, se mezcla el agua y los aditivos reductores. Posteriormente, se adiciona a la mezcladora (en donde ya se encuentra la mezcla del agua con los aditivos reductores) la premezcla de cemento portland, carbonato de calcio y humo. Después de mezclar este producto, se adiciona la arena y se mezcla nuevamente. Posteriormente, se para la mezcladora, se raspan las paredes, se reinicia el mezclado, se deja mezclar nuevamente y se detiene para evaluar que las propiedades de la mezcla sean adecuadas. Finalmente, se adicionan las fibras metálicas.
- 4.10. En el método de D2 se mezclan simultáneamente todos los constituyentes pulverulentos de la matriz con agua y los demás

ingredientes. En ningún momento en este documento se enseña que se realiza una mezcla de cemento portland, carbonato de calcio y humo de sílice por un lado, y que por aparte se mezcle el agua con los aditivos reductores, ni mucho menos que después estas dos premezclas se unifiquen. Esta diferencia es clave, teniendo en cuenta que la secuencia de mezcla de la presente invención hace posible alcanzar una mezcla con las propiedades mecánicas objetivo (resistencia a compresión $f'c \geq 150\text{MPa}$, resistencia a tracción $f_t = 5\text{MPa}$ y resistencia a la flexo-tracción $MR = 18\text{MPa}$).

- 4.11. Adicionalmente, el procedimiento de D2 no menciona la adición individual de arena, como sucede en la presente invención. Más aún, D2 no menciona la adición de las fibras metálicas después de haber introducido arena de manera independiente, mezclado, parar la mezcladora, raspar las paredes y mezclar nuevamente hasta alcanzar las propiedades deseadas antes de adicionar las fibras. D2 introduce directamente las fibras junto con constituyentes adicionales a la mezcla inicial de constituyentes pulverulentos, agua e ingredientes. Teniendo en cuenta lo anterior, es muy claro que existen muchas diferencias entre el método de la reivindicación 6 y aquel divulgado por D2.
- 4.12. Con respecto al método de D3, vale la pena resaltar que este tampoco menciona realizar un premezcla de cemento portland, carbonato de calcio y humo de sílice. En D3, primero se mezcla el agregado grueso con humo de sílice y a esta mezcla se le adiciona el cemento. En ningún momento D3 menciona la adición de carbonato de calcio. Adicionalmente, D3 tampoco logra divulgar la elaboración de una mezcla por separado de agua con aditivos reductores, la posterior adición independiente de arena, la mezcla, el raspado de las paredes, la verificación de propiedades de la mezcla y la adición independiente de fibras. Adicionalmente, D3 menciona únicamente la adición de fibras de polipropileno (de manera simultánea con la arena), más no menciona la adición de fibras metálicas.
- 4.13. De hecho, la presencia de agregado grueso y fibras de polipropileno en las mezclas de D3, hace dudar que logren las propiedades mecánicas objetivo propuestas por la presente invención. La presencia

de agregado y las fibras de polipropileno grueso afectan significativamente tanto el estado fresco (maneabilidad) como el estado endurecido (ductilidad y tenacidad) del material. Por el contrario, la adición de micro-fibras metálicas de la presente invención logra alcanzar valores altos de ductilidad y tenacidad, lo que no se encuentra anticipado por D3.

- 4.14. Como se ha indicado anteriormente, D2 y D3 no mencionan ni sugieren la etapa de raspado, la cual es de suma importancia en el proceso. Lo anterior, teniendo en cuenta que si en el proceso se omite este paso, debido a que este tipo de materiales tienen relaciones agua material cementante demasiado bajas, se estaría afectando la homogeneidad del material.
- 4.15. Se debe tener en cuenta también que la velocidad de mezcla en el paso de “cargar en una mezcladora, una cantidad de agua con un aditivo reductor de agua de alto rango y mezclar a una velocidad de entre 100 a 3000 RPM durante 1 a 2 minutos”, es un factor diferenciador importante con D2 y D3, ya que el material que se empleado en la presente invención exige de revoluciones bajas y altas (que se llevan a cabo en mezcladoras tipo planetaria) para lograr una mezcla adecuada.
- 4.16. Teniendo en cuenta lo anterior, aun cuando se combinaran las enseñanzas de D2 y D3, sería imposible llegar de manera obvia a realizar una premezcla de cemento portland, carbonato de calcio, humo de sílice, mientras por aparte se mezcla agua con aditivos reductores. Tampoco sería posible llegar de manera obvia a un paso de unificación de estas dos mezclas y a la adición independiente de arena después de mezclar a máxima velocidad. Resulta imposible también llegar de manera obvia a una etapa de raspado y mezcla posterior hasta alcanzar las propiedades deseadas para posteriormente adicionar las fibras metálicas (por su cuenta, más no en combinación con algún otro material).
- 4.17. De esta manera, la persona normalmente versada en la materia hubiera tenido que realizar una gran cantidad de modificaciones en las etapas de los métodos de D2 y D3, para que al combinar estas anterioridades se llegara al método de la reivindicación 6.

4.18. Considerando los argumentos anteriormente expuestos, se solicita amablemente a su Despacho reconocer que el método de la reivindicación 6 y sus reivindicaciones dependientes sí tiene nivel inventivo, toda vez que no se ve anticipado frente a la combinación de D2 y D3.

5. PETICIÓN

Teniendo en cuenta que se ha dado respuesta a todas las observaciones realizadas por su Despacho, demostrando que el nuevo pliego reivindicatorio cumple con los requisitos de patentabilidad, amablemente se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

6. ANEXOS

Adjunto al presente escrito:

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 13 reivindicaciones.
- Nuevo capítulo descriptivo.

7. NOTIFICACIONES

Recibiré notificaciones en la secretaría de su Despacho; en mis oficinas de abogado ubicadas en la Calle 67 No. 7 – 35, oficina 1204, teléfono 3192900, fax 3210295, Bogotá D.C., Colombia, o; al correo electrónico patentes@gpzlegal.com.

Atentamente,



MAURICIO JARAMILLO C.
C.C. 80.421.942 de Bogotá
T.P. 74.555 del C.S.J.

GEC

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Una formulación de concretos de ultra alto desempeño que comprende:

una cantidad de entre 19% a 29% de Cemento Portland;

una cantidad de entre 6.5% a 16.5% de Carbonato de calcio;

una cantidad de entre 4.5% a 15.5% de Humo de sílice;

una cantidad de entre 22% a 35% de Arena de sílice;

una cantidad de entre 15% a 25% de Agua;

una cantidad de entre 1,5% a 3,0% de Aditivos reductores de agua de alto rango; y

una cantidad de entre 1,5% a 2,5% de Fibras metálicas.

2. Una formulación de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho aditivo reductor de agua es un aditivo súper-plastificante reductor de agua de alto rango.

3. Una formulación de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 1, en donde comprende:

una cantidad del 20% de Cemento Portland;

una cantidad del 16,5% de Carbonato de calcio;

una cantidad del 10% de Humo de sílice;

una cantidad del 24,5% de Arena de sílice;

una cantidad del 25% de Agua;

una cantidad del 2,5% de Aditivos reductores de agua de alto rango;

y

una cantidad del 1,5% de Fibras metálicas.

4. Una formulación de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 1, en donde comprende:

una cantidad del 24% de Cemento Portland;

una cantidad del 11.5% de Carbonato de calcio;
 una cantidad del 10.5% de Humo de sílice;
 una cantidad del 27% de Arena de sílice;
 una cantidad del 22,5% de Agua;
 una cantidad del 2.5% de Aditivos reductores de agua de alto rango;

y

una cantidad del 2% de Fibras metálicas.

5. Una formulación de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 1, en donde comprende:

una cantidad del 24.02% de Cemento Portland;
 una cantidad del 11.48% de Carbonato de calcio;
 una cantidad del 10.44% de Humo de sílice;
 una cantidad del 29% de Arena de sílice;
 una cantidad del 21.15% de Agua;
 una cantidad del 1.9% de Aditivos reductores de agua de alto rango;

y

una cantidad del 2% de Fibras metálicas.

6. Un método para la obtención de concretos de ultra alto desempeño que comprende las etapas de:

premezclar una cantidad de cemento Portland con carbonato de calcio y humo de sílice, formando una premezcla,

cargar en una mezcladora, una cantidad de agua con un aditivo reductor de agua de alto rango y mezclar a una velocidad de entre 100 a 3000 RPM durante 1 a 2 minutos,

adicionar la premezcla en la mezcladora,

agitar la premezcla en conjunto con la mezcla de agua – aditivo, hasta alcanzar una mezcla fluida,

alcanzada la fluidez, mezclar durante 1.5 a 2.5 minutos a máxima velocidad,

adicionar en la mezcladora, una cantidad de arena durante un 0.5 a 1.5 minutos y mezclar durante 2 a 4 minutos a máxima velocidad,
parar la mezcladora,
raspar el interior de la mezcladora y remover la mezcla de arena con la mezcla fluida,
reiniciar el proceso de mezclado, mezclando a máxima velocidad durante 2 a 3 minutos obteniendo un semi-material final,
parar la mezcladora,
adicionar una cantidad de fibra metálica durante 0.5 a 1.5 minutos,
continuar con el proceso de mezclado del semi-material final con las fibras metálicas a máxima velocidad durante 1 a 3 minutos y obtener una consistencia deseada, y
descargar el material obtenido.

7. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicha etapa de mezclar una cantidad de agua con un aditivo reductor de agua de alto rango, se realiza durante un 1.5 minutos.

8. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicha etapa de agitar la mezcla, una vez lograda la fluidez, se lleva a cabo durante 2 minutos.

9. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicha etapa de adición de arena en la mezcladora, se lleva a cabo durante 1 minuto, y se mezcla durante 3 minutos.

10. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 9, en donde previo a la etapa de adición de arena en la mezcladora, dicha arena se carga en un cargador.

11. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicha etapa de adición de la fibra metálica, se lleva a cabo durante 1 minuto.

12. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa de agitar la mezcla del semi-material final con las fibras metálicas, se lleva a cabo durante 2 minutos.

13. Un método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con las reivindicaciones 6 a 12, en donde:

dicha etapa de premezclado se realiza pre-mezclando una cantidad de entre 19% a 29% de Cemento Portland; una cantidad de entre 6.5% a 16.5% de Carbonato de calcio y una cantidad de entre 4.5% a 15.5% de Humo de sílice;

dicha etapa de cargar en una mezcladora una cantidad de agua con un aditivo reductor de agua de alto rango consiste en cargar una cantidad de entre 15% a 25% de Agua y una cantidad de entre 1.5% a 3.0% de Aditivo reductor de agua de alto rango;

dicha etapa de adicionar en la mezcladora una cantidad de arena consiste en adicionar una cantidad de entre 22% a 35% de Arena de sílice, y

dicha etapa de adicionar una cantidad de fibra metálica consiste en adicionar una cantidad de entre 1,0% a 3,0% de Fibras metálicas.

FORMULACIÓN Y MÉTODO DE OBTENCIÓN DE CONCRETOS DE ULTRA ALTO DESEMPEÑO

ESTADO DEL ARTE DE LA INVENCION

Campo de la Invención

La presente invención se relaciona con el campo de la industria cementicia, y más particularmente se refiere a una formulación de concretos de ultra alto desempeño y método de obtención de dichos concretos, que permite llevar a cabo un concreto de buenas propiedades mecánicas de compresión, tracción, deformación, alta durabilidad, ductilidad y tenacidad, de manera práctica, rápida y segura, reduciendo los costos afines.

Descripción del arte previo

Para comprender mejor el objeto y alcance de la presente invención es conveniente describir el estado actual del arte en referencia a los concretos de ultra alto desempeño y los inconvenientes que se presentan.

Los concretos de ultra alto desempeño CUAD (siglas en español) o UHPC (siglas en inglés), son bien conocidos en el campo del arte y se sabe que, permiten mejores propiedades mecánicas frente a los concretos convencionales o concretos de alto desempeño. Durante el transcurso de los

años, se han llevado a cabo una diversidad de estudios y ensayos que han determinado diferentes concretos de ultra alto desempeño.

A modo de ejemplo, se pueden mencionar los concretos de ultra alto desempeño con altas proporciones de fibras cortas, es decir, un concreto reforzado compacto. En donde, el contenido de fibras para este concreto se encuentra entre 5 y 10% por volumen, y las fibras no exceden 6 mm en longitud. Al adicionarse las fibras, se mejora la resistencia a la tracción del concreto, pero poco contribuyen a aumentar la ductilidad. El material, por lo tanto, se usa en estructuras con altos porcentajes de varillas de refuerzo tradicionales.

En otro ejemplo de realización, existen concretos de ultra alto desempeño con porciones intermedias de fibras largas. El contenido de fibras para estos concretos varía entre 2 y 3% por volumen, y las fibras están entre 13 y 20 mm de largo. Las fibras mejoran la resistencia a la tracción y la ductilidad del concreto y se pretende que reemplacen todas o una parte de las varillas de refuerzo que normalmente serían usadas en elementos de concreto reforzado.

En un tercer ejemplo de realización, se pueden mencionar los concretos de ultra alto desempeño con proporciones muy altas de fibras de varias longitudes. En

donde, el contenido de fibras de este concreto puede ser de hasta 11% por volumen y las fibras cortas pueden variar desde 1 hasta 20 mm de largo. Las fibras incrementan significativamente tanto la resistencia a la tracción como la ductilidad del concreto, y pueden reemplazar todas las varillas de refuerzo tradicionales en un elemento. Al igual que con los compuestos reforzados con fibras que se forman usando una matriz orgánica, la matriz de un concreto de este tipo, transfieren los esfuerzos entre las fibras y asegura ciertas propiedades físicas y químicas del material.

Si bien, los desarrollos tecnológicos aplicados en los concretos han dado como resultado un mejor y mayor entendimiento de la micro-estructura del concreto, aun no se utilizan en la industria de la construcción en un gran número de países. Esto se debe a sus altos costos de fabricación, carencia en los procesos de fabricación y falta de difusión, por ejemplo en Colombia en el marco de la norma sismo-resistente de Colombia, NSR-10, además presenta las desventajas que en algunos casos se emplean más de siete (7) componentes en su elaboración, no uso de cementantes suplementarios o uso de cementantes suplementarios de alto costo y desconocimiento de los procesos de mezclado y colocación.

En virtud del actual estado de la técnica disponible para los concretos de ultra alto desempeño, resultaría muy conveniente contar con una nueva formulación y método de obtención que permita un concreto con buenas propiedades mecánicas, bajos costos afines y que pueda llevarse a cabo en cualquier región del mundo sin necesidad de contar con componentes especiales.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

Es por lo tanto un objeto de la presente invención proveer una nueva formulación y método de obtención de concretos de ultra alto desempeño que permite lograr buenas propiedades mecánicas de compresión, tenacidad, tracción, durabilidad, ductilidad, y deformación entre tantas otras.

Es todavía otro objeto de la presente invención proveer un concreto de ultra alto desempeño que puede obtenerse en cualquier región del mundo, sin necesidad de utilizar elementos especiales para su obtención, reduciéndose así los costos afines.

Es además otro objeto de la presente invención proveer una formulación de concretos de ultra alto desempeño que comprende: una cantidad de entre 19% a 29% de Cemento Portland; una cantidad de entre 6.5% a 16.5% de Carbonato de calcio; una cantidad de entre 5.5% a 15.5% de

Humo de sílice; una cantidad de entre 22% a 32% de Arena de sílice; una cantidad de entre 15% a 25% de Agua; una cantidad de entre 1.5% a 3.0% de Aditivos reguladores de agua de alto rango; y una cantidad de entre 1,5% a 2,5% de Fibras metálicas.

Es aun otro objeto de la presente invención proveer un método para la obtención de concretos de ultra alto desempeño que comprende las etapas de: premezclar una cantidad de cemento Portland con carbonato de calcio y humo de sílice hasta formar una premezcla; cargar en una mezcladora, una cantidad de agua con un aditivo reductor de agua de alto rango y mezclar a una velocidad de entre 100 a 3000 RPM durante 1 a 2 minutos; adicionar la premezcla en la mezcladora; mezclar la premezcla en conjunto con la mezcla de agua - aditivo hasta alcanzar el tiempo de fluidez; alcanzada la fluidez, mezclar durante 1.5 a 2.5 minutos a máxima velocidad; adicionar en la mezcladora, una cantidad de arena durante un 0.5 a 1.5 minutos y mezclar durante 2 a 4 minutos a máxima velocidad; parar la mezcladora; raspar el interior de la mezcladora hasta remover la mezcla de arena con la mezcla fluida; reiniciar el proceso de mezclado, mezclando a máxima velocidad durante 2 a 3 minutos hasta obtener un semi-material final; parar la mezcladora; adicionar una cantidad de fibra metálica durante 0.5 a 1.5 minutos; continuar el proceso de

mezclado del semi-material final con las fibras metálicas a máxima velocidad durante 1 a 3 minutos hasta obtener la consistencia deseada, y descargar el material concreto obtenido.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Haciendo ahora referencia a la invención, la misma consiste en una formulación y método de obtención de concretos de ultra alto desempeño que logra un concreto con buenas propiedades mecánicas de tracción, compresión, deformación, ductilidad, tenacidad, y durabilidad entre tantas otras. Así mismo, la formulación de la presente invención utiliza elementos que permiten la reducción de los costos a fines. Es así que, la formulación de concretos de ultra alto desempeño de la presente invención puede comprender:

una cantidad de entre 19% a 29% de Cemento Portland;

una cantidad de entre 6.5% a 16.5% de Carbonato de calcio;

una cantidad de entre 4.5% a 15.5% de Humo de sílice;

una cantidad de entre 22% a 35% de Arena de sílice;

una cantidad de entre 15% a 25% de Agua;

una cantidad de entre 1,5% a 2.5% de Aditivos reguladores de agua de alto rango; y

una cantidad de entre 1,5% a 2,5% de Fibras metálicas, de longitud entre 13mm a 60mm y diámetro entre 0,3mm a 0,75mm. Dependiendo de la aplicación se emplean mezclas de fibras con diferente longitud, pudiéndose emplear mezclas entre fibras cortas y fibras largas.

En donde, dicho aditivo regulador de agua puede ser un aditivo súper-plastificante reductor de agua de alto rango que puede ser seleccionado del grupo que consiste en master Glenium 7920, Glenium 356, Sikaviscocrete UHF 7350-2 y Sika viscocrete 5e-c3, no siendo esto limitativo para la invención, sino que, los otros materiales también pueden ser considerados y utilizados para la presente invención. Los aditivos reguladores de agua pueden comprender un policarboxilato de moléculas orgánicas, base ácido acrílico, metacrílico o anhídrido maléico, que conforman la cadena principal, y cadenas carbonadas de polietilenglicol que se asocian a las cadenas laterales o secundarias. Los aditivos tipo Glenium emplean las dos primeras cadenas principales, mientras que los tipos Sikaviscocrete la tercera. Se resalta que, si bien en la presente invención se utiliza arena de sílice, esto no implica que la invención se encuentre limitada a la misma, sino que, otros tipos de arenas bien conocidos en el campo del arte pueden

ser consideradas y utilizadas en la presente invención, siendo por ejemplo arenas de sílice, arenas de cuarzo, polvo de cuarzo, etc.

Es así que, dentro de las ventajas de la presente formulación encontramos que adicionar carbonato de calcio favorece la ganancia de resistencia en edades tardías, además del incremento de manejabilidad favoreciendo los tiempos de transporte. Los altos niveles de manejabilidad del material permiten obtener un comportamiento auto-compactable y auto nivelante.

Por otra parte, se han preparado varias formulaciones de acuerdo con la presente invención las cuales han resultado efectivas y sobre las cuales se brindarán los siguientes ejemplos no limitativos de la invención. Tales ejemplos comprenden los componentes y sus porcentajes de ensayo que se encuentran dentro de los rangos arriba indicados.

EJEMPLO 1

En un primer ejemplo de realización preferida, la formulación de concretos de ultra alto desempeño de la presente invención ha sido preparada con los siguientes componentes y porcentajes:

una cantidad del 20% de Cemento Portland;

una cantidad del 16.5% de Carbonato de calcio;

- una cantidad del 10% de Humo de sílice;
- una cantidad del 24.5% de Arena de sílice;
- una cantidad del 25% de Agua;
- una cantidad del 2.5% de Aditivos reguladores de agua de alto rango; y
- una cantidad del 1.5% de Fibras metálicas.

Bajo esta formulación, se ha obtenido sorpresivamente un concreto con propiedades mecánicas de compresión $f_c = 100-110$ MPa, de tracción $f_t = 1-3$ MPa, y de deformación $d = 0,8\%$. Así mismo, el concreto obtenido ha demostrado una notable ductilidad (micro-fisuración), con alta durabilidad y tenacidad.

EJEMPLO 2

En un segundo ejemplo de realización preferida, el producto la formulación de concretos de ultra alto desempeño de la presente invención ha sido preparado con los siguientes componentes y porcentajes:

- una cantidad del 24% de Cemento Portland;
- una cantidad del 11.5% de Carbonato de calcio;
- una cantidad del 10.5% de Humo de sílice;
- una cantidad del 27% de Arena de sílice;
- una cantidad del 22,5% de Agua;
- una cantidad del 2.5% de Aditivos reguladores de agua de alto rango; y

una cantidad del 2% de Fibras metálicas.

Bajo esta formulación, se ha obtenido sorpresivamente un concreto con propiedades mecánicas de compresión f_c de 140 - 170 MPa, de tracción f_t de 7 - 10 MPa, y de deformación $d = 1\%$. Así mismo, el concreto obtenido ha demostrado una notable ductilidad (micro-fisuración), con alta durabilidad y tenacidad.

EJEMPLO 3

En un tercer ejemplo de realización preferida, el producto la formulación de concretos de ultra alto desempeño de la presente invención ha sido preparado con los siguientes componentes y porcentajes:

Una formulación de concretos de ultra alto desempeño de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

una cantidad del 24,02% de Cemento Portland;

una cantidad del 11,48% de Carbonato de calcio;

una cantidad del 10,44% de Humo de sílice;

una cantidad del 29% de Arena de sílice;

una cantidad del 21,15% de Agua;

una cantidad del 1,9% de Aditivos reguladores de agua de alto rango; y

una cantidad del 2% de Fibras metálicas.

Bajo esta formulación, se ha obtenido sorpresivamente un concreto con propiedades mecánicas de

compresión de $f_c = 165-175$ MPa, de tracción $f_t = 9-10$ MPa, y de deformación $d = 1,1\%$. Así mismo, el concreto obtenido ha demostrado una notable ductilidad (micro-fisuración), con alta durabilidad y tenacidad.

Por otro lado, la presente invención tiene por objeto brindar un método para la obtención de concretos de ultra alto desempeño, el cual comprende una primera etapa de premezclar una cantidad de entre 19% a 29% de Cemento Portland con una cantidad de entre 6.5% a 16.5% de Carbonato de calcio y una cantidad de entre 4.5% a 15.5% de Humo de sílice hasta formar una premezcla. Luego, se carga en una mezcladora, una cantidad de 15% a 25% de agua con una cantidad de entre 1,5% a 3,0% de aditivos reductores de agua de alto rango y mezclar a una velocidad de entre 100 a 3000 RPM durante 1 a 2 minutos. Pasado dicho tiempo, se procede a adicionar la premezcla de cemento portland - carbonato de calcio - humo de sílice en la mezcladora. Seguidamente, se lleva a cabo la mezcla de la premezcla en conjunto con la mezcla de agua - aditivo hasta alcanzar el tiempo de fluidez- Alcanzada la fluidez, se debe mezclar durante 1.5 a 2.5 minutos a máxima velocidad.

Así mismo, se carga una cantidad de arena en un skip o cargador el cual trasporta la arena hacia la mezcladora. Alcanzada la altura suficiente, se procede a

adicionar dicha arena en la mezcladora, siendo que se adiciona una cantidad de entre 22% a 35% de arena durante 0.5 a 1.5 minutos y que luego se mezcla durante 2 a 4 minutos a máxima velocidad. Luego, se para la mezcladora y se raspa el interior de la mezcladora hasta remover la mezcla de arena con la mezcla fluida. Una vez finalizada la etapa de remoción, se procede a reiniciar el proceso de mezclado, mezclando a máxima velocidad durante 2 a 3 minutos hasta obtener un semi-material final, luego se para la mezcladora, y se evalúan las propiedades en esta fresco del material. Una vez finalizada la evaluación y de ser correctas las propiedades, se procede a adicionar una cantidad de 1,0 a 3,0% de fibras metálicas durante 0.5 a 1.5 minutos. Seguidamente, se continúa con el proceso de mezclado del semi-material final junto con las fibras metálicas a máxima velocidad durante 1 a 3 minutos hasta obtener una consistencia deseada, y se descarga el material obtenido. Durante la etapa de descargue del material concreto, se lleva a cabo la medición de propiedades del concreto en estado fresco.

En un ejemplo de realización preferida, la etapa de mezclar una cantidad de agua con un aditivo reductor de agua de alto rango, se puede realizar durante un 1.5 minutos. La etapa de mezclar o agitar la mezcla, una vez lograda la fluidez, se puede llevar a cabo durante 2

minutos. La etapa de adición de arena en la mezcladora, se puede llevar a cabo durante 1 minuto, y se mezcla durante 3 minutos. La etapa de adición de la fibra metálica, se puede llevar a cabo durante 1 minuto, mientras que, la etapa de mezclar la mezcla del semi-material final con las fibras metálicas, se puede llevar a cabo durante 2 minutos.

De esta manera, se encuentran constituidos la formulación y el método de obtención de concretos de ultra alto desempeño de la presente invención, que permiten un concreto de buenas propiedades mecánicas con bajos costos afines. Así mismo, se resalta que el método de la invención es de suma importancia debido a que se deben controlar los tiempos y el orden de cómo se mezclan los materiales para lograr así un concreto de ultra alto desempeño con las propiedades mecánicas anteriormente mencionadas. A su vez, dependiendo de la mezcladora utilizada y la energía de mezclado de ésta, se ha decidido acortar los tiempos de mezclado y se ha considera un proceso húmedo, basado en actividades. Además, dentro de las ventajas de la invención se encuentra el bajo costo de los materiales cementantes suplementarios empleados y el uso de siete (7) componentes de bajo coste para su fabricación. Este concreto permitirá direccionar las construcciones y los diseños hacia un ambiente más sostenible ya que permite menor consumo de material y menor mantenimiento de las estructuras.